



**Esta Tesis se publicó bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento – No comercial – Compartir
Vea una copia de la licencia, en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EMPAQUE
EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE SACHA INCHI
(*Plukenetia volubilis* L.) EN CÁPSULAS Y SEMILLAS,
ECOTIPO APANGURA DE LA PROVINCIA DE LAMAS,
DURANTE ALMACENAMIENTO”.**

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por la Bachiller:
VANESSA SÁNCHEZ SÁNCHEZ

TARAPOTO - PERÚ
2008

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EMPAQUE EN LA CALIDAD DEL
ACEITE DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN CÁPSULAS Y
SEMILLAS, ECOTIPO APANGURA DE LA PROVINCIA DE LAMAS,
DURANTE ALMACENAMIENTO”.**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por:

Bachiller: Vanessa Sánchez Sánchez

Vanessa Sánchez

Asesor : Ing. M.Sc. Manuel Fernando Coronado Jorge

M.F. Coronado Jorge

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente: Ing. MSc. Wilson Ernesto Santander Ruiz

Wilson Ernesto Santander Ruiz

Secretaria: Dra. Mari Luz Medina Vivanco

Mari Luz Medina Vivanco

Miembro: Ing. Nelson García Garay

Nelson García Garay

DEDICATORIA

**Con todo el agradecimiento y amor del mundo a Lilian Nancy,
la mejor mamá del mundo. Por no escatimar esfuerzos
con tal de verme alcanzar lo que quiero.
Por quien he logrado todo hasta hoy. Es para ti.**

**A Nancyta y Sandrita, mis hermanas,
porque saben que un sacrificio es nada
cuando lo que se desea nos hará mejor.**

**A Marta y Erasmo, mi abuelitos, por su apoyo siempre.
Por compartir su espacio y vivir mis sueños.**

**A Carlos Alberto, por ser muy especial,
compañero incondicional, mi mejor acierto.
Por su amor verdadero.**

AGRADECIMIENTO

- ✓ **Al Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, por intermedio del Área de recursos Genéticos y Biotecnología, a través del Laboratorio de Biotecnología, donde se realizaron los análisis de la presente tesis.**
- ✓ **A mi mamá, mis hermanas y abuelitos, por aportar antes, durante y después de mi trabajo de tesis.**
- ✓ **Al Ing. Manuel Fernando Coronado Jorge, por asesorar de manera comprometida y brindar la seguridad necesaria para avanzar en las investigaciones.**
- ✓ **Al Ing. Guillermo Vásquez Ramírez y familia, por la oportunidad de desarrollarme profesional y personalmente.**
- ✓ **Al Ing. Danter Cachique Huansi, por su sinceridad y contagioso espíritu emprendedor y decidido. Por ayudarme a alcanzar mis metas. Gracias.**
- ✓ **A la familia Vásquez Córdova, por su compañía durante los años de mi formación profesional y gran cariño, tanto tiempo.**
- ✓ **A Carlos Alberto Torrejón Pezo, por sus opiniones pertinentes durante la investigación y darme aliento en los momentos adversos. "¡tú tienes la estrella!"**
- ✓ **A Ivone Vásquez Briones, Henry Ruiz Solsol, Geomar Vallejos Torres, Marco Antonio García Sánchez, Víctor Manuel Arévalo Rojas, Juan Carlos Guerrero Abad, Merko Billy Torrejón Vásquez, Darwin Guerrero Acha, Cecilia Cristina Barrera Sánchez, Luis Fernando Varillas Lazo, Mario Mesía Álvarez, Ana María Torrejón Pezo, Amalia Pezo Ramírez, Mercé Valles Pezo, Carlo Axel Sánchez Huamaní, Claudia Merino Zegarra, y a todas aquellas personas que contribuyeron de alguna forma en el desarrollo de la tesis.**

INDICE

	Pág.
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.- SACHA INCHI	3
2.1.1.- GENERALIDADES	3
2.1.2.- ORIGEN Y TAXONOMÍA	3
2.1.2.1.- Origen	3
2.1.2.2.- Taxonomía	4
2.1.3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	4
2.1.3.1.- Planta	4
2.1.3.2.- Hojas	5
2.1.3.3.- Flores	5
2.1.3.4.- Fruto	6
2.1.3.5.- Semilla	6
2.1.3.6.- Floración	7
2.1.3.7.- Biología floral	7
2.1.4.- CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS	7
2.1.4.1.- Altitud	7
2.1.4.2.- Clima	8
2.1.4.3.- Temperatura	8
2.1.4.4.- Precipitación	8
2.1.4.5.- Luz	8
2.1.4.6.- Suelo	8
2.1.4.7.- Drenaje	9
2.1.5.- Propiedades y valor nutricional	9
2.2.- CULTIVOS EN EL PERÚ	10
2.2.1.- DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE SACHA INCHI EN EL PERÚ	10
2.2.2.- CULTIVOS COMERCIALES MÁS IMPORTANTES	11
2.3.- COSECHA	13
2.4.- MANEJO POSCOSECHA	13
2.4.1.- SECADO	14
2.4.1.1.- Métodos de secado	14

	Pág.
a.- Secado Natural	14
b.- Secado Artificial	15
2.4.2.- LIMPIEZA	15
2.4.3.- SELECCIÓN	15
2.4.4.- TRILLA	16
2.5.- EMPAQUE	16
2.5.1.- EMBALAJES	16
2.5.1.1.- Sacos de fibras vegetales	17
2.5.1.2.- Sacos de papel	18
2.5.1.3.- Sacos de fibras plásticas	18
2.6.- ALMACENAMIENTO	19
2.6.1.- INFLUENCIAS DE LOS FACTORES AMBIENTALES	19
2.6.1.1.- Temperatura y humedad	19
2.6.1.2.- Contenido de oxígeno	20
2.6.2.- MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO	20
2.7.- COMERCIALIZACIÓN	21
2.7.1.- CONTENIDO DE HUMEDAD	22
2.7.2.- ADULTERACIÓN Y CONTAMINACIÓN	22
2.7.3.- INFESTACIÓN	23
2.7.4.- NORMAS DE CALIDAD	23
2.8.- INDUSTRIALIZACIÓN DEL SACHA INCHI	25
2.9.- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	25
2.9.1.- MEDICIÓN DEL COLOR	25
2.9.1.1.- Colorímetro	26
2.9.1.2.- Color de la cápsula de sachá inchi	27
2.9.2.- ANÁLISIS DE HUMEDAD	27
2.9.2.1.- Determinación de la Humedad	27
a.- Métodos por secado	28
b.- Métodos de destilación	29
c.- Métodos químicos	29
d.- Métodos instrumentales	30

	Pág.
2.9.3.- ANÁLISIS DE ACEITE	31
2.9.3.1.- Determinación de la grasa	32
a.- Métodos de extracción directa con disolventes	32
b.- Métodos de extracción por solubilización	32
c.- Métodos volumétricos	33
2.9.3.2.- Índice de acidez	33
2.9.3.3.- Índice de peróxido	34
2.9.3.4.- Índice de Iodo	34
2.9.3.5.- Ácidos grasos	34
2.9.4.- ANALISIS DE PROTEÍNAS	37
2.9.4.1.- Procedimiento de kjeldahl	37
2.9.4.2.- Métodos radioquímicos para el contenido de Nitrógeno	38
2.9.4.3.- Métodos colorimétricos	39
2.9.4.4.- Métodos al infrarrojo	39
2.9.5.-ANÁLISIS DE CENIZAS	40
2.10.- EVALUACIÓN SENSORIAL	41
2.10.1.- SELECCIÓN ENTRENAMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL PANEL SENSORIAL	41
2.10.2.- SELECCIÓN Y ENTRENAMIENTO	41
2.10.3.- CONDUCCIÓN DEL PANEL	41
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1.- LUGAR DE EJECUCIÓN	42
3.2.- MATERIA PRIMA	42
3.3.- MATERIALES Y EQUIPOS	42
3.3.1.- MATERIALES	42
3.3.2.- EQUIPOS	43
3.4.- METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	43
3.4.1.- COSECHA	44
3.4.2.- DESCAPSULADO	44
3.4.3.- EMPACADO	44
3.4.4.- ALMACENADO	44
3.5.- MÉTODO EXPERIMENTAL	45
3.5.1.- Determinación del color	45

	Pág.
3.5.2.- Determinación de humedad	45
3.5.3.- Extracción de aceite	46
3.5.4.- Determinación de proteínas totales	47
3.5.5.- Determinación de minerales	48
3.5.6.- Determinación del Índice de Acidez	48
3.5.7.- Determinación del Índice de Iodo	49
3.5.8.- Determinación del Índice de Peróxido	49
3.5.9.- Determinación del ácidos grasos	50
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
4.1.- MATERIA PRIMA	51
4.2.- SECADO DE MATERIA PRIMA	51
4.3.- SECADO DE ALMENDRA PARA ANÁLISIS	51
4.4.- VARIACIÓN DEL COLOR EN SEMILLAS Y CÁPSULAS	52
4.5.- HUMEDAD	55
4.6.- RENDIMIENTO DE ACEITE	60
4.7.- ANÁLISIS DE CALIDAD DE ACEITE	60
4.7.1.- ÍNDICE DE ACIDEZ	60
4.7.2.- ÍNDICE DE PERÓXIDO	65
4.7.3.- ÍNDICE DE IODO	68
4.8.- ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS	71
4.9.- ANÁLISIS DE PROTEÍNAS	74
4.10.- ANÁLISIS DE MINERALES	78
4.11.- EVALUACIONES SENSORIALES	79
4.11.1.- SABOR	79
4.11.2.- CROCANTEZ	82
4.11.3.- RANCIDEZ	84
4.11.4.- ASTRINGENCIA	88
V.- CONCLUSIONES	91
VI.- RECOMENDACIONES	92

VII.-BIBLIOGRAFÍA	Pág. 93
VIII.- ANEXOS	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición del Valor Nutricional del Sacha Inchi en comparación con otras oleaginosas.	9
Cuadro 2. Composición de la Semilla de Sacha Inchi.	10
Cuadro 3. Producción nacional, superficie cosechada y rendimientos estimados por Regiones.	11
Cuadro 4. Serie histórica de la producción (TM) del cultivo de Sacha Inchi en la Región San Martín (2002-2007).	12
Cuadro 5. Algunos ácidos grasos que se encuentran en la naturaleza.	36
Cuadro 6. Ficha técnica del Sacha Inchi, ecotipo Apangura.	46

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Cultivo silvestre y cultivo industrial de Sacha Inchi.	4
Foto 2. Hojas de Sacha Inchi.	5
Foto 3. Flor de Sacha Inchi.	5
Foto 4. Frutos de Sacha Inchi.	6
Foto 5. Cápsula entera y semillas de Sacha Inchi.	6

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flujograma de Trabajo.	43
Figura 2. Variación de color (L^* , a^* , b^*) de semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.	48
Figura 3. Variación de color (L^* , a^* , b^*) de cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.	49
Figura 4. Variación de la humedad de las almendras de semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.	51
Figura 5. Variación de la humedad de las almendras de las cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.	52
Figura 6. Variación del contenido de acidez en semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.	54
Figura 7. Variación del índice de acidez en cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.	55
Figura 8. Variación del índice de peróxido en semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.	56
Figura 9. Variación del índice de peróxido en cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.	57
Figura 10. Variación del índice de iodo en semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.	58
Figura 11. Variación del índice de iodo en cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.	59

	Pág.
Figura 12. Contenido de Omegas 3, 6 y 9 en muestra fresca de Sacha Inchi.	60
Figura 13. Variación de contenido del ácido α-linolénico (ω-3), ácido linoleico (ω-6) y ácido oleico (ω-9) en semillas almacenadas: (A) temperaturas de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ (B) temperatura de 16°C.	61
Figura 14. Variación de contenido del ácido α-linolénico (ω-3), ácido linoleico (ω-6) y ácido oleico (ω-9) en cápsulas almacenadas: (C) temperaturas de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ (D) temperatura de 16°C.	62
Figura 15. Variación de contenido de proteínas de semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ (B) temperatura de 16°C.	63
Figura 16. Variación de contenido de proteínas de cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ (D) temperatura de 16°C.	64
Figura 17. Contenido de minerales en Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	65
Figura 18. Interacción del empaque y la presentación en el sabor del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	66
Figura 19. Interacción de la temperatura y la presentación en el sabor del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	67
Figura 20. Interacción de la temperatura y el empaque en el sabor del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	68
Figura 21. Interacción del empaque y la presentación en la crocantez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	69
Figura 22. Interacción de la temperatura y la presentación en la crocantez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	70
Figura 23. Interacción de la temperatura y el empaque en la crocantez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	71
Figura 24. Interacción del empaque y la presentación en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	72
Figura 25. Interacción de la temperatura y la presentación en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	73

	Pág.
Figura 26. Interacción de la temperatura y el empaque en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	74
Figura 27. Interacción del empaque y la presentación en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	75
Figura 28. Interacción de la temperatura y la presentación en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	76
Figura 29. Interacción de la temperatura y el empaque en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.	77

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	97
Cuadro 1. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento	
Cuadro 2. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.	
Cuadro 3. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento	
Cuadro 4. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.	
Cuadro 5. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento	
Cuadro 6. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.	
Anexo 2	100
Cuadro 7. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 8. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el segundo de almacenamiento.	
Cuadro 9. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 10. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo de almacenamiento.	
Cuadro 11. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 12. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el segundo de almacenamiento.	
Anexo 3	103
Cuadro 13. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 14. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el tercer de almacenamiento.	
Cuadro 15. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 16. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el tercer de almacenamiento.	
Cuadro 17. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 18. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el tercer de almacenamiento.	
Anexo 4	106
Cuadro 19. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 20. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el cuarto de almacenamiento.	
Cuadro 21. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	

	Pág.
Cuadro 22. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el cuarto de almacenamiento.	
Cuadro 23. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 24. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el cuarto de almacenamiento.	
Anexo 5	109
Cuadro 25. ANVA de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 26. Prueba de DUNCAN de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el segundo de almacenamiento.	
Anexo 6	110
Cuadro 27. ANVA de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 28. Prueba de DUNCAN de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.	
Anexo 7	111
Cuadro 29. ANVA de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 30. Prueba de DUNCAN de la humedad de la almendra de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.	
Anexo 8	112
Cuadro 31. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 32. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.	
Anexo 9	113
Cuadro 33. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 34. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.	
Anexo 10	114
Cuadro 35. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 36. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.	
Anexo 11	115
Cuadro 37. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento	
Cuadro 38. Prueba de DUNCAN del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.	
Anexo 12	116
Cuadro 39. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi	

	Pág.
en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 40. Prueba de DUNCAN del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.	
Anexo 13	117
Cuadro 41. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 42. Prueba de DUNCAN del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.	
Anexo 14	118
Cuadro 43. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 44. Prueba de DUNCAN del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.	
Anexo 15	119
Cuadro 45. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento	
Cuadro 46. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.	
Anexo 16	120
Cuadro 47. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento	
Cuadro 48. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.	
Anexo 17	121
Cuadro 49. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento	
Cuadro 50. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.	
Anexo 18	122
Análisis de Omegas	

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) extraído de cápsulas y semillas, almacenadas durante un período de cuatro meses, con el propósito de determinar la influencia de la temperatura de ambiente ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) y temperatura de refrigeración (16°C) y el empaque (sacos de polipropileno, yute y papel kraft) en la calidad de dicho aceite. También se evaluaron sensorialmente las almendras para comprobar características resaltantes del almacenamiento. El trabajo fue desarrollado de la siguiente manera; almacenamiento en Cámara fría del Instituto Nacional de Innovación Agraria en Juan Guerra, preparación de muestras para análisis en el Laboratorio de Composición de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto y los análisis físico-químicos en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (Iquitos).

Los análisis se llevaron a cabo cada mes de almacenado, lo cual nos permitió determinar la mejor manera de almacenar cápsulas y semillas bajo dos sistemas de almacenamiento; empleándose un Diseño Completo al Azar con arreglo factorial de $2 \times 3 \times 2$ (Presentación del producto * material de empaque * temperatura de almacenamiento) con un total de 12 tratamientos, analizándose los resultados mediante el análisis de varianza (ANVA) seguida por la prueba de DUNCAN con un nivel de 5% de probabilidad, para el análisis de la diferencia entre las medias.

El sachá inchi en estudio pertenece al ecotipo Apangura y se cosechó de parcelas ubicadas en el distrito de Pamashto, provincia de Lamas, Región San Martín.

Se realizaron operaciones como secado de cápsulas, selección, descapsulado, empaçado y almacenado; posteriormente se evaluaron los parámetros de calidad físico-química: color, humedad, índice de acidez, índice de peróxido, índice de yodo, proteínas y contenido de omegas. También se realizó el análisis sensorial: sabor, crocancia, rancidez y astringencia de las almendras.

La presentación del producto (cápsulas y semillas) demostró una diferencia significativa en la medición de color, pero esto no influyó en la calidad del aceite. En la presentación del producto, las cápsulas dieron mejores resultados en los análisis, sin embargo las semillas también mantuvieron resultado dentro de los parámetros de calidad. El material de empaque de yute mostró una ventaja con respecto al polipropileno y el papel Kraft, gracias a los valores bajos en humedad, el índice de acidez, el índice de peróxido. Caso contrario las dos temperaturas de almacenamiento determinaron variaciones en el valor de los índices de acidez y peróxido, resultando la temperatura 16°C la que menores valores obtuvo en estos análisis. En el caso de los omegas y el índice de yodo, se observó una tendencia de estabilidad en la interacción de la presentación y la temperatura, manteniéndose dentro el rango aceptable de composición. La evaluación sensorial nos indicó tendencias de uniformidad entre tratamientos, pues en almendras crudas los valores obtenidos definieron sabor intenso a Sacha Inchi, sin rancidez, muy crocante y muy astringente.

SUMMARY

This investigation work talks about the Sacha Inchi (*Pfukenetia volubilis* L.) oil's physicist - chemistry characteristics, extracted from capsules and seeds stored during a period of four months, with the intention of determining the influence of the environment temperature ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) and refrigeration temperature (16°C) and the packing (sacks of polypropylene, jute and paper kraft) in the quality of above mentioned oil. Also the almonds were evaluated sensorially to verify the best characteristics of the storage. This work was developed of the following way; storage in cold Chamber of the National Institute of Agrarian Innovation in Juan Guerra, preparation of samples for analysis in the Food composition's Laboratory of Agroindustrial Engineering Faculty of the National University of San Martín - Tarapoto and the physicist - chemist analyses in Biotecnología's Laboratory of the Institute of Investigations of the Amazonía Peruana (Iquitos).

The analyses were carried out every month of stored, which allowed us to determine the best way of storing capsules and seeds under two storage systems; using a Complete Azar Design random with factorial arrangement of $2 \times 3 \times 2$ (Presentation of the product * packing material * storage temperature) with 12 treatments in total, the results being analyzed by means of the analysis of variance (ANVA) followed by DUNCAN'S test (proof) by 5 % of probability, for the analysis of the difference between the averages.

The sachá inchi in study belongs to the ecotipo Apangura and it was harvested of plots located in Pamashto's district, province of Lamas, Region San Martín.

Operations were realized as dried of capsules, selection, released capsule, packed and stored; later were evaluated the physicist - chemistry quality parameters: color, dampness, acidity's index, peroxide's index, iodine's index, proteins and omega's contents. It was realized the sensory analysis: flavor, crispy, rancidness and astringency of the almonds.

The presentation of the product (capsules and seeds) demonstrated a significant difference in the measurement of color, but this did not influence in the oil's quality. In the presentation of the product, the capsules gave better results in the analyses, nevertheless the seeds also supported result inside the quality parameters. The material of jute packing showed an advantage with regard to the polypropylene and the paper Kraft, thanks to the low values in dampness, the acidity's index, the peroxide's index. By the other hand both storage temperatures determined variations in the value of the indexes of acidity and peroxide, turning out to be the temperature 15°C the one that obtained minor values in these analyses. In case of the omegas and the Iodo's index, showed a trend of stability in the interaction of presentation and temperature, while remaining within the acceptable range of composition. The sensory evaluation indicated us trends of uniformity to us between (among) treatments, then in raw almonds the obtained values defined intense flavor to Sacha Inchi, without rancidness, very crocante and very astringent.

I.- INTRODUCCIÓN

El *Sacha Inchi*, conocido también como el "Maní de los Incas", era cultivado por nuestros ancestros hace aproximadamente 3 000 a 5 000 años. En la actualidad, está incluido en la dieta de los nativos de la Amazonía Peruana.

El sachá inchi es una planta perenne que crece en forma silvestre o cultivada en los huertos de los habitantes de la selva alta y baja; en altitudes que van desde los 10 a 2 000 metros sobre el nivel del mar y a temperaturas óptimas de 22 a 32°C. 1

Su alto contenido de grasas insaturadas y de bajo colesterol, hacen que sea saludable para el consumo humano; la semilla contiene un alto contenido proteico y de Omega 3, 6 y 9, los cuales tienen un efecto protector ayudando a retardar el envejecimiento de los tejidos de nuestro cuerpo.

La presente tesis titulada "Influencia de la temperatura y el empaque en la calidad del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en cápsulas y semillas, ecotipo Apangura de la provincia de Lamas, durante almacenamiento" contribuye a validar el manejo poscosecha para el cultivo de sachá inchi, que se realizan en el campo y la empresa dedicadas a este rubro.

La tesis tiene la finalidad de fortalecer los conocimientos adquiridos en el campo por parte de los agricultores e investigadores; además, de ofrecer parámetros tecnológicos, para un producto alternativo de gran potencia, cuya demanda contribuya a mejorar la economía familiar.

En los estudios realizados ha sido evaluados la influencia de la presentación de la materia prima (cápsulas y semillas), el tipo de empaque y la temperaturas de almacenamiento; es decir las condiciones de almacenamiento, en las características físico-químicas y sensoriales del Sachá Inchi.

OBJETIVOS

- **Determinar las condiciones de almacenamiento en cápsulas y semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), que contribuyan a la conservación de la calidad del aceite.**
- **Identificar el tipo de empaque que mejores condiciones ofrezca a las cápsulas y semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) durante su almacenamiento.**
- **Determinar las características físico-química del aceite en cápsulas y semillas de sachá inchi, durante almacenamiento.**
- **Determinar las características sensoriales en semillas de sachá inchi, durante almacenamiento.**

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- SACHA INCHI

2.1.1.- GENERALIDADES

Según Galluser (2005), el Sacha Inchi es una planta nativa de la Amazonía Peruana descrita por primera vez, como especie, en el año 1753 por el naturalista Linneo; de ahí su nombre científico *Plukenetia volubilis* Linneo. Las comunidades nativas utilizan a la almendra como un sustituto alimenticio. Además en la región San Martín, esta especie se encuentra en forma silvestre, como un integrante de la gran biodiversidad que brinda la selva peruana. El maní del Inca como es denominada, esta distribuida en las regiones de Loreto, San Martín, Amazonas, Junín, Ucayali, Madre de Dios y el Cuzco, registrándose especies como: *Plukenetia volubilis* L., *Plukenetia lorentensis* Ulei, *Plukenetia brachybotrya* M. Arg.

2.1.2.- ORIGEN Y TAXONOMÍA

2.1.2.1.- Origen

Plukenetia volubilis Linneo, (Sacha inchi) es una planta nativa del trópico peruano, natural de bosques tropicales húmedos y muy húmedos, existe en estado silvestre en la selva alta y baja de la amazonía peruana. Su territorio se extiende desde los 80 metros de altitud que corresponde al punto en donde el río Amazonas deja suelo peruano hasta los 1 500 m.s.n.m.

Posiblemente fue cultivada por las culturas pre-incas y los Incas hace 3 000 a 5 000 años; por haberse encontrado en la tumba del Señor de Sipán (costa peruana), en huacos fitomórficos que representan al fruto y la planta trepadora de Sacha Inchi, que fue llevada al Antisuyo (selva), durante el Imperio incaico. Es un cultivo oleaginoso perdido de los Incas en trance de extinción. Entre las plantas alimenticias conocidas por los Incas, se encuentra el "Sacha inchi" (maní del Inca), refiriéndose al maní

de Antisuyo, conforme lo demuestran algunos huacos que representan a esta enredadera con sus frutos en forma de una estrella (CIDRAP, 1985).

2.1.2.2.- Taxonomía:

Según McBride (1951), mencionado por Vela (1995), la taxonomía del Sacha Inchi es la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Sub. División	: Angiospermae
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: Plukenetia
Especie	: volubilis Linneo
Nombre científico	: Plukenetia volubilis Linneo
Nombres comunes	: Sacha Inchi, Inca Inchi, Sacha Inchik, Maní del monte, Maní del Inca.

2.1.3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Según Arévalo (1990-1995) la descripción es la siguiente:

2.1.3.1.- Planta

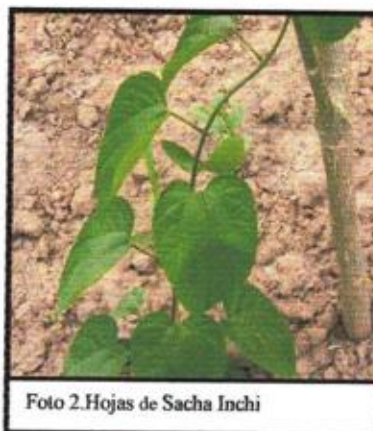
Trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado. En la foto 1 se aprecia el cultivo silvestre (izquierda) y el cultivo industrial (derecha) de Sacha Inchi.



Foto 1. Cultivo silvestre v cultivo industrial de Sacha Inchi

2.1.3.2.- Hojas

Alternas, acorazonadas, aseruladas, trinervadas con una nervadura central dirigida al ápice acuminado, así mismo en la base del limbo presenta 2 glándulas laterales (albergando en las mañanas gotitas de azúcares orgánicos) y una pequeña proyección intermedia denominada estipela (muy variable en los diversos ecotipos). Ver foto 2.



2.1.3.3.- Flores

Hermafroditas monoicas, las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos, en la base del racimo y lateralmente se encuentran de una a tres flores femeninas. En éstas últimas, se aprecia que el número de estigmas es igual al número de ovarios como se muestran en la foto 3.



2.1.3.4.- Fruto

Los frutos son cápsulas dehiscentes, distribuidos en lóculos, el número de lóculos está en función a la variabilidad genética de sacha inchi, presentando cuatro, cinco y hasta siete lóculos. Ver foto 4.



Como se aprecia en la foto 4, el número de lóculos puede variar en una misma planta. Éste fenómeno puede ser causado por condiciones ambientales.

2.1.3.5.- Semilla

Las semillas se encuentran dentro de los lóculos de las cápsulas, miden de 15 a 20 mm. de ancho, por 7 a 8 mm de espesor. Su peso varía de 0,8 a 1,4 gr.

En las semillas se encuentran los cotiledones a manera de almendras, cubiertas de una fina película blanquecina que cubre a la almendra que es la materia prima para la extracción del aceite. Las semillas contienen de 33 a 54 % de aceite.

La composición de la semilla está distribuida entre 33 a 35% de cáscara y de 65 a 67% de almendra. Ver foto 5.



El tamaño y peso de las semillas varía de acuerdo al ecotipo. Encontrándose semillas de gran tamaño y superficie rugosa, hasta pequeñas de superficie lisa y manchadas. Ésta variabilidad está relacionada a las condiciones ambientales de las zonas de procedencia.

2.1.3.6.- Floración

Manco (2003) menciona que el inicio de la floración está entre los 86 y 139 días después del trasplante y la fructificación ocurre entre los 119 y 182 días después del trasplante.

Arévalo (1989-1995) indica que la floración, se inicia aproximadamente a los 3 meses de siembra, luego de haber realizado el trasplante, apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente los femeninos, en un período de 7 a 19 días.

2.1.3.7.- Biología floral

Sevilla y Holte (2004) hacen referencia que el manejo de los cultivos durante la colección conservación, regeneración, caracterización y mejoramiento dependen de la forma de reproducción de la especie. El conocimiento de su biología floral, hace más eficiente el trabajo de los responsables de la conservación del germoplasma.

2.1.4.- CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

2.1.4.1.- Altitud

Manco (2003) menciona que crece desde los 100 m.s.n.m.m. en la Selva Baja y 2 000 m.s.n.m.m. en la Selva Alta.

2.1.4.2.- Clima

Se desarrolla mejor en climas de bosques tropicales húmedos y muy húmedos. (CIDRAP, 1985)

2.1.4.3.- Temperatura

Manco (2005) menciona que los parámetros de temperaturas adaptables a esta planta están entre 10 y 36 °C. Las temperaturas altas son desfavorables por que ocasiona aborto en flores y la conformación de semillas pequeñas.

2.1.4.4.- Precipitaciones

Arévalo (1989-1995) hace referencia que es una planta que requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses (850 a 1 000 mm). El riego es indispensable en los meses secos. Períodos relativamente de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. El exceso de agua ocasiona daño a las plantas e incrementa los daños por enfermedades.

2.1.4.5.- Luz

Uno de los factores ecológicos importantes en esta especie, es la luz, mientras más luz reciba la cubierta vegetal, mayor es la población de brotes, flores y frutos. Por tanto es importante que tenga mucha luz. (Arévalo 1989-1995)

2.1.4.6.- Suelo

Valles (1991), menciona que se adapta a suelos ácidos con contenidos muy significativos en aluminio, así mismo prospera en áreas pobladas por shapumba (*Pteridium aquilinum*) y Cashucsha (*Imperata brasiliensis*).

Para tener un buen suelo en la producción de Sacha Inchi, este debe tener un nivel de fertilidad que va de medio a alto, que tenga un buen drenaje y una buena profundidad.

2.1.4.7.- Drenaje

Arévalo (1989-1995) indica que necesita de terrenos con drenaje adecuado, que eliminen el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo. Para un buen drenaje se debe considerar la textura del suelo.

2.1.5.- Propiedades y valor nutricional

La primera mención científica del Sacha Inchi fue hecha en 1980 a consecuencia de los análisis de contenido graso y proteico realizados por la Universidad de Cornell en USA, los que demostraron que las semillas del Sacha Inchi tienen alto contenido de proteínas (33%) y aceite (48,7%). (**Hazen & Stoewesand, 1980**)

En el Cuadro N° 1, se muestra la composición del valor nutricional del Sacha Inchi en comparación con otras oleaginosas.

CUADRO N° 1: Composición del Valor Nutricional del Sacha Inchi en comparación con otras oleaginosas.

Componentes	SACHA INCHI	Soya	Maní	Girasol	Algodón
Humedad	4.20	11.70	7.30	4.80	8.10
Proteínas	33.30	28.20	23.30	24.00	32.90
Grasa	48.70	18.90	45.30	47.50	16.10
Carbohidratos	9.50	35.70	19.50	3.80	36.70
Fibras	1.60	4.60	2.10	11.10	4.80
Cenizas	2.70	5.60	1.40	5.20	6.20
Energía (Kcal.)	562.00	401.00	539.00	495.00	398.00

FUENTE: Hazen y Stoewesand, 1980 y Duclos, 1980.

En el Cuadro N° 1, podemos resaltar el alto contenido de grasa y proteínas que contiene el Sacha Inchi con respecto a otras oleaginosas.

Estos valores superan el 47,5 % de grasa del girasol y el 32,9 % de proteínas del algodón.

Mientras que en el cuadro N° 2, se tiene la composición de la semilla.

CUADRO N° 2: Composición de la Semilla de Sacha Inchi

COMPOSICIÓN DE LA SEMILLA		
	1	2
Cáscara	32.50%	45.00 – 48.00%
Almendra	62.50%	52.00 – 55.00%
Humedad	5.00%	5.68 – 7.46%

Fuente: 1 HAZEN & STOEWESAND, 1980 Y DUCLOS, 1980.

2 INIA SUDIRGEB, 2004

El porcentaje de almendra que contiene es mayor al 50% de la semilla de Sacha Inchi, lo que nos indica que puede tener alto rendimiento. Mientras que la humedad puede llegar hasta un 7% favoreciendo a la conservación de la almendra.

2.2.- CULTIVOS EN EL PERU

Según Higuchi, (2004) en la actualidad las zonas de producción de Sacha Inchi son las regiones de San Martín, Huánuco, Junín y Cusco, con un escaso promedio en hectáreas, motivo por el cual diversas entidades públicas y privadas han planteado la necesidad de expandir su cultivo y divulgarlo.

En San Martín se le encuentra a lo largo de la cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto Mayo, Bajo Mayo, Sub-Cuenca del Cumbaza y en áreas del sector Lamas-Shanusi.

2.2.1- DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE SACHA INCHI EN EL PERÚ

Según la Agencia Peruana de Noticias 2008, durante la campaña agrícola agosto 2 007 - junio 2 008, los cultivos del sachu inchi pasaron de 144 hectáreas a 1 086 hectáreas.

PROMPEX (2005) indica que en los departamentos de Ucayali y San Martín se concentran la mayor parte de extensiones de cultivo de Sacha

Inchi tal como se muestra en el cuadro N° 3 que reporta la producción nacional, superficie cosechada y el rendimiento estimado por regiones.

CUADRO N° 3: Producción nacional, superficie cosechada y rendimientos estimados por Regiones

PRODUCCIÓN NACIONAL, SUPERFICIE COSECHADA Y RENDIMIENTOS ESTIMADOS POR REGIONES 2005			
REGION	PRODUCCIÓN TM	SUPERFICIE Has	RENDIMIENTO PROMEDIO TM / Ha
TUMBES	0.00	0.00	0.00
PIURA	0.00	0.00	0.00
LAMBAYEQUE	0.00	0.00	0.00
CAJAMARCA	0.00	0.00	0.00
AMAZONAS	0.00	0.00	0.00
LA LIBERTAD	0.00	0.00	0.00
ANCASH	0.00	0.00	0.00
LIMA	0.00	0.00	0.00
ICA	0.00	0.00	0.00
HUANCAVELICA	0.00	0.00	0.00
AYACUCHO	0.00	0.00	0.00
APURIMAC	0.00	0.00	0.00
AREQUIPA	0.00	0.00	0.00
PUNO	0.00	0.00	0.00
MOQUEGUA	0.00	0.00	0.00
TACNA	0.00	0.00	0.00
CUSCO	0.00	0.00	0.00
MADRE DE DIOS	0.00	0.00	0.00
UCAYALI	937.50	625.00	1.50
HUANUCO	0.00	0.00	0.00
PASCO	0.00	0.00	0.00
JUNIN	0.00	0.00	0.00
SAN MARTÍN	900.00	600.00	1.50
LORETO	0.00	0.00	0.00
TOTAL	1837.50	1225.00	3.00

FUENTES: MINAG – Lima MINAG – Ucayali

Los reportes del cuadro N° 3, nos demuestran que las regiones pioneras en el cultivo son San Martín y Ucayali. Sin embargo, en la actualidad las regiones que apuestan por el cultivo de Sacha Inchi son Loreto, Madre de Dios, Junín, Lambayeque y parte del norte peruano.

2.2.2.- CULTIVOS COMERCIALES MÁS IMPORTANTES

PROMPEX (2006) en relación al Sacha Inchi, el área donde su cultivo tiene mayor actividad está en la región San Martín, sin embargo se están instalando alrededor de 1 500 hectáreas de cultivo en la Región Loreto, Ucayali y recientemente en Madre de Dios con muy buenos resultados.

En el Cuadro N° 4 se encuentra la serie histórica de producción en toneladas del cultivo de sacha inchi en la Región San Martín. No se ha reportado otros recuentos de producción histórica de este cultivo, en otras áreas del país, por ser un producto que recién viene siendo promocionado, como alternativa en diferentes regiones del Perú. Con la finalidad de su aprovechamiento agroindustrial.

En el cuadro N° 4 se muestra la serie histórica de la producción de Sacha Inchi en la Región San Martín.

CUADRO N° 4: Serie histórica de la producción (TM) del cultivo de Sacha Inchi en la Región San Martín (2002-2007)

PROVINCIAS	AÑOS						TOTAL PROVINCIA
	2007	2006	2005	2004	2003	2002	
RIOJA	1387.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1387.87
MOYOBAMBA	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60
LAMAS	620.60	134.40	0.00	0.00	0.00	0.00	755.00
EL DORADO	68.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.75
MARISCAL CACERES	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01
TOCACHE	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.91
SAN MARTIN	548.50	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	564.50
PICOTA	56.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.00
BELLAVISTA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HUALLAGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL REGION	2710.24	150.40	0.00	0.00	0.00	0.00	2860.64

FUENTE: DIA - San Martín, MINISTERIO DE AGRICULTURA -DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA SAN MARTÍN
* A Sept.2007.

Según el Cuadro N°5 elaborado por la Dirección de Información Agraria, la distribución de los sembríos de Sacha Inchi en la región San Martín durante las campañas 2004-2005 y 2006-2007 fueron: 1 168 y 169 Has, respectivamente. Teniendo las provincias de San Martín, Lamas y Rioja, 524; 632 y 121 hectáreas sembradas respectivamente en éstas dos últimas campañas,.

23.- COSECHA

Una vez que la planta de Sacha Inchi ha cumplido entre 3,5 y 4 meses de instalada en campo definitivo, esta inicia su floración y fructificación. Por lo que estos frutos (cápsulas), alcanzan la madurez aproximadamente a los 7 u 8 meses de edad de la planta. Desde esta primera cosecha la planta no deja de producir, por ello, las cosechas se realizan cada 20 a 25 días. Ésta tarea se realiza usando canastas; recogiendo sólo las cápsulas que se encuentran de color marrón y que aún permanecen en la planta. Evitar el recojo de las semillas (almendras), que han caído al suelo por la característica de dehiscencia que tiene el fruto (expulsión de las semillas cuando han alcanzado la madurez); pues ellas están contaminadas y dañarían el lote producido, además no cosechar las cápsulas verdes o que aún no han alcanzado la madurez completa. (Peña et al., 2008)

Valles (1992) menciona que la cosecha se estabiliza a partir de los 14 meses. Generalmente, cuando se realiza la cosecha, se encuentran algunas cápsulas inmaduras, que todavía conservan algo de color verde y si se dejan en el campo para la siguiente cosecha. Tal vez ya no se cosechen debido a su dehiscencia. Por lo tanto, en estos casos, lo que se recomienda es cosecharlas y poner las cápsulas inmediatamente al sol, para evitar el ataque de hongos, y así no se deteriore la calidad del producto. Es importante también indicar que algunas cápsulas, una vez que alcanzaron la madurez fisiológica, estas caen, por lo que al momento de realizar la cosecha se recogerán del suelo.

Se ha observado en cultivos de huerto, especialmente en áreas rurales, plantas que alcanzan 10 años de edad y aún continúan en producción. Las siembras experimentales en condiciones inadecuadas para cualquier cultivo nos reportan rendimientos de aproximadamente 250 kg/ha de semilla seca en el primer año.

24.- MANEJO POSCOSECHA.

La poscosecha de productos agrícolas se concibe como un conjunto de procesos integrados y secuenciados, por los que atraviesa el producto después de la cosecha en su camino hacia el consumidor y que se encuentra estrechamente vinculado a los sistemas de producción (Pelayo, 1992)

Según Arévalo, (1990-1995) con respecto al manejo poscosecha del Sacha Inchi, el secado y parte de la trilla, son operaciones que se realizan casi simultáneamente y de gran importancia para la conservación de este.

2.4.1.- SECADO

El secado es probablemente el más antiguo proceso de conservación de alimentos. El principal objetivo de la deshidratación de alimentos es aumentar su vida útil, reduciendo su contenido de agua hasta un determinado nivel, en el cual las concentraciones de los otros componentes sean suficientemente altas para reducir la actividad de agua, impidiendo el crecimiento de los microorganismos responsables del deterioro de los alimentos. De un modo general, el proceso de secado es una operación en la cual el calor es dado a un material que contiene agua, a fin de evaporar cierta cantidad de humedad, obteniéndose un producto sólido seco; se trata de un proceso con transporte simultáneo de calor y masa, acompañado de cambio de fase (Medina et al., 2008).

Arévalo, (1990-1995) afirma que luego de la cosecha, las cápsulas son transportadas para su secamiento, en sacos de polipropileno, yute o mallas tipo "real" con capacidad de 25-30 kg de cápsulas recién cosechadas.

2.4.1.1.- Métodos de secado

a.- Secado Natural

El secado natural o ambiental se realiza a través de la acción directa de los rayos del sol. En este proceso se utiliza la "era" de cemento, donde se extienden las cápsulas. El tiempo de secado depende mucho del ecotipo o variedad, ya que algunas cápsulas son más gruesas y menos dehiscentes que otras; lo que dificulta la trilla (Arévalo, 1990-1995).

b.- Secado Artificial

Según Arévalo, (1990-1995) son efectuado a través del calor artificial, proporcionado por secadores que funcionan a base de energía solar, leña, petróleo u otra fuente de energía, es poco utilizado debido a la producción baja que existen eso quiere decir que el agricultor solo lo utiliza cuando se cultivan grandes extensiones.

Medina et al., (2008) hace referencia del secado de frutos de sachá inchi bajo dos condiciones: ambiental y un secador rural. El secado de los frutos de sachá inchi en el interior del secador solar rural fue más eficiente que el secador al medio ambiente.

2.4.2.- LIMPIEZA

Según Hernández et al., (2005) es la eliminación de todo tipo de material extraño a los del producto, que se revuelve con éstos en el momento de la cosecha, como hojas, ramas, paja, polvo, tierra, rastrojo, etc. La presencia de estos materiales extraños influye en forma negativa en la conservación de los granos y acelera su deterioro, puesto que el producto tiende a recalentarse y rehumedecerse por lo que son fácil presa del ataque de insectos, bacterias, hongos y mohos. Igualmente las impurezas son perjudiciales cuando se va a efectuar el control de insectos, porque ocupan los espacios intergranulares y dificultan el movimiento del aire.

2.4.3.- SELECCIÓN

Es el paso previo al almacenamiento y consiste en retirar de la masa principal del producto aquellos granos que presenten muestras o síntomas de ataque de insectos o de microorganismos, o que se encuentren partidos. Mediante la selección se busca evitar la recontaminación del grano que puede ser causado por medio de otros

granos que ya se encuentran deteriorados debido al ataque de insectos o microorganismos (Hernández et al., 2005).

2.4.4.- TRILLA

La trilla propiamente dicha viene a ser el descascarado total de las semillas. Las pocas cápsulas que han quedado sin descascarar después del secado, son trilladas en forma manual generalmente, para evitar chancar las semillas. Luego se ventilan en bandejas, eliminándose así las cáscaras y otros residuos, quedando solamente las semillas (Arévalo, 1990-1995).

Finalmente, después del secado y la trilla, se obtiene un 52% de semilla seca y un 48% de cáscara. Aún no se ha investigado sobre la humedad óptima de secado del grano del "sacha inchi", pero se estima que ésta debe estar entre 8 a 10%, para facilitar el descascarado de la almendra; pues, a mayor humedad no se desprende fácilmente la cáscara (Arévalo, 1990-1995).

2.5.- EMPAQUE

Salas, (2007) afirma que los empaques de alimentos juegan un rol importante en el proceso productivo. Existen muchos tipos de materiales de empaque que se utilizan para el empaqueo de alimentos, en algunos casos desde hace muchos años y en otros casos relativamente de hace poco tiempo. Dentro de los materiales usados están los clasificados por su naturaleza (naturales y artificiales) por el tipo de uso que se les da, por la forma o dimensiones que producen, por sus propiedades físicas tales como permeabilidad a los gases y/o vapores, su resistencia, fragilidad, permeabilidad a la luz, material (metálico, vidrio o plástico), etc.

2.5.1.- EMBALAJES

Según De Lucia, et al. (1993) el deterioro y las pérdidas de productos durante el transporte y el almacenamiento dependen de una serie de factores físicos, químicos, biológicos y humanos. Un embalaje adecuado

contribuye en gran medida a la disminución de esas pérdidas, sobre todo en las regiones tropicales, en las que las condiciones climáticas aumentan considerablemente los riesgos de deterioro de los granos. Las principales funciones del embalaje de los productos son las siguientes:

- ✓ facilitar la manipulación, sea manual o mecánica;
- ✓ reducir las pérdidas de producto por hurto o robo;
- ✓ proteger el producto contra ataques de agentes exteriores (humedad, insectos, rayos de sol, etc.).

Existen diferentes tipos de embalaje para los productos agrícolas, adaptados a la naturaleza del producto y al sistema de comercialización. En cuanto a los granos, se utilizan esencialmente los sacos, tejidos con fibras vegetales o artificiales. En la medida de lo posible, tales fibras deben permitir la fabricación de sacos de costo moderado sin dejar de garantizar las funciones antes descritas. La elección del tipo de saco debe hacerse teniendo en cuenta no sólo su resistencia mecánica y su resistencia a la acción de la humedad, del sol y de los animales dañinos, sino también el tipo de manipulación previsto.

2.5.1.1.- Sacos de fibras vegetales

Las fibras vegetales utilizadas para la fabricación de sacos son el yute, el algodón y el sisal. El saco de yute es el más utilizado en el mundo; en efecto, reúne las cualidades de una buena capacidad de resistencia y un costo relativamente moderado. Puede ser reutilizado varias veces, ya que posee una buena resistencia mecánica que reduce los riesgos de desgarraduras; además, protege eficazmente a los granos contra la acción del sol. La contrapartida es que se trata de una fibra relativamente pesada cuya textura no es adecuada para el embalaje de granos de pequeñas dimensiones. Por otra parte, el yute absorbe fácilmente la humedad y ofrece poca resistencia a los ataques de insectos y roedores. Para paliar parcialmente los inconvenientes que trae la penetración de la humedad, pueden

forrarse los sacos con material plástico, o bien recubrirlos con lonas impermeables.

La manipulación de los sacos de yute es fácil, pues se trata de una materia poco resbaladiza; es posible, por lo tanto, levantar pilas de una altura relativamente importante. El saco de algodón se utiliza todavía para el embalaje de productos que al ser transformados han adquirido un cierto valor añadido, como las harinas o el azúcar. En efecto, sus características son prácticamente las mismas que las del yute, salvo que el saco de algodón es más ligero, más difícil de coser, y de un costo relativamente mayor. El saco de sisal, más áspero que los demás sacos de fibras vegetales, apenas se utiliza ya fuera de los países que producen esta fibra (México, Brasil y ciertos países africanos). Sus características son comparables a las de los sacos de yute (De Lucia, *et al.* 1993).

2.5.1.2.- Sacos de papel

Son más vulnerables y de una manipulación más delicada. Ofrecen muy poca protección contra la humedad y los insectos, por lo que deben almacenarse en buenas condiciones. Se utilizan en particular para el embalaje de semillas. (De Lucia, *et al.* 1993)

2.5.1.3.- Sacos de fibras plásticas

Según De Lucia, *et al.* (1993) estos sacos pueden fabricarse enteramente de materia plástica (polipropileno) o presentar un tejido mixto (fibra vegetal y fibra plástica). Actualmente está muy generalizado para el embalaje de granos el uso de sacos de polipropileno, que compiten fuertemente con los sacos tradicionales de yute. Estos sacos ofrecen la ventaja de ser muy resistentes, imputrescibles e impermeables a los cuerpos grasos. Sin embargo, deben recibir un tratamiento para resistir a la acción del sol, ya que el polipropileno sufre una degradación

por efecto de la luz. Bien tratado, un saco de polipropileno puede reutilizarse durante 6 a 12 meses. Su costo, por otra parte, es más elevado que el de los sacos de yute. Su manipulación resulta más difícil, pues se trata de una fibra muy resbaladiza, que no permite levantar pilas de altura importante.

L6.- ALMACENAMIENTO

Se entiende por almacenamiento a la fase del sistema de operaciones poscosecha durante la cual los productos se conservan de manera apropiada para garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones fuera de los períodos de producción agrícola. (De Lucia, M. et al. 1993)

Arévalo (1989-1995) las condiciones óptimas de almacenamiento del sachu inchi no han sido aún determinadas con precisión, pero la práctica ha demostrado los efectos deteriorantes de la luz, humedad y la presencia de insectos, en la calidad de grano.

2.6.1.- INFLUENCIAS DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Según De Lucia, et al. (1993) para una conservación cualitativa y prolongada de los productos es preciso frenar o incluso detener los procesos de degradación. La degradación de los granos durante el almacenamiento depende principalmente de la combinación de tres factores:

- ✓ la temperatura,
- ✓ la humedad,
- ✓ el contenido de oxígeno.

Durante el almacenamiento, pero también durante otras fases de las operaciones poscosecha, los efectos combinados de estos tres factores pueden ocasionar pérdidas a veces importantes de los productos.

2.6.1.1.- Temperatura y humedad

La temperatura y la humedad contribuyen de manera determinante a acelerar o a retrasar los fenómenos complejos

de transformación bioquímica (sobre todo la "respiración" de los granos) que están en el origen de la degradación de los granos. Tienen además una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de los insectos y de los microorganismos (moho, levaduras y bacterias) y sobre la germinación precoz e intempestiva de los granos (De Lucia, *et al.* 1993).

2.6.1.2.- Contenido de oxígeno

Los microorganismos y los insectos, igual que los granos, son organismos vivos que necesitan oxígeno.

El almacenamiento de los granos en medios pobres en oxígeno provoca la muerte de los insectos, la detención del desarrollo de los microorganismos y el bloqueo, total o incompleto, de los fenómenos bioquímicos de degradación de los granos. Con ello se favorece por lo tanto la conservación de los granos, pero se puede dañar su poder de germinación (De Lucia, *et al.* 1993).

2.6.2.- MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO

Según De Lucia, *et al.*, (1993) los métodos de almacenamiento son esencialmente dos: en sacos y a granel. El primero se realiza al aire libre o en almacenes, y el segundo en graneros o silos de mayor o menor capacidad.

La elección de uno u otro de estos métodos y el grado de adelanto tecnológico de las estructuras de almacenamiento dependen de múltiples consideraciones de orden técnico, económico y sociocultural. Tampoco hay que olvidar todos los sistemas de almacenamiento tradicionales empleados por los pequeños productores. Valiéndose de técnicas de construcción artesanales y de materiales locales, son ellos los que prevalecen en las comunidades rurales de muchos países en desarrollo.

Medina (2008) menciona que la influencia de las variables temperatura de proceso y tipo de empaque, sobre los atributos sensoriales, de olor, sabor, rancidez y crocantez de almendras de Sacha Inchi, se muestran a los 75 días de almacenamiento.

2.7.- COMERCIALIZACIÓN

Según De Lucia, *et al.* (1993) la comercialización de los productos está generalmente subordinada a los equilibrios establecidos por las leyes económicas de la oferta y la demanda.

Así, la comercialización de los productos debe realizarse de manera que queden plenamente satisfechas las exigencias tanto de vendedores como de compradores.

Los vendedores, y en particular si son los propios productores, piden que se les reconozca "el justo precio", sobre todo en relación con los costos de producción, mientras que los compradores aceptan pagar "el justo precio" a condición de que el producto corresponda a sus necesidades tecnológicas o comerciales.

En el plano cualitativo, tales necesidades pueden variar y pueden ser evaluadas de modo distinto por los compradores potenciales.

Los responsables de los organismos de almacenamiento, por ejemplo, tienen particularmente en cuenta el estado de los granos, con miras a garantizar una conservación buena y duradera de los productos, mientras que los responsables de las industrias de transformación valoran muy particularmente su calidad tecnológica, en función de los productos finales que quieren obtener (acertes, harinas, etc.).

Los comerciantes, y sobre todo los consumidores, consideran ante todo el aspecto, el olor y el gusto de los productos.

De hecho, la calidad de los productos en el momento de la venta depende principalmente de los factores siguientes:

- ✓ contenido de humedad,
- ✓ adulteración y contaminación,
- ✓ infestación.
- ✓ Normas de calidad

2.7.1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Si el contenido de humedad de los granos es elevado, ello implica, como ya hemos indicado, un aumento de los riesgos de pérdidas por aparición de insectos y moho durante el almacenamiento. En particular los mohos, aparte de que modifican el olor, el gusto y el color de los granos, pueden hacer que los productos no sean ya aptos para el consumo humano o animal, a causa de la producción de sustancias tóxicas peligrosas (micotoxinas). Aparte de estos aspectos técnicos, existen factores económicos que intervienen en el precio de los productos que se venden húmedos. Algunos granos húmedos pueden continuar secándose mientras están almacenados, con la consiguiente pérdida de peso que se traduce necesariamente en una pérdida monetaria en las transacciones comerciales sucesivas. Es pues necesario establecer en las ventas precios diferenciados según el contenido de humedad de los productos, tanto para reconocer los esfuerzos de los que venden y para incitarles a efectuar mejor el secado de los productos como para ofrecer una garantía a los compradores. (De Lucia, *et al.* 1993)

2.7.2.- ADULTERACIÓN Y CONTAMINACIÓN

Hay que considerar como una adulteración del producto toda presencia de cuerpos extraños (arena, piedras, tallos, hojas, etc.) debida tanto a causas accidentales como a actos deliberados y fraudulentos. La presencia de impurezas no sólo influye negativamente sobre la calidad y la buena conservación de los productos, sino que puede provocar además sorpresas desagradables en el plano económico, en la medida en que las impurezas se compran al precio del grano. Para garantizar los intereses de los compradores y para alentar a los que venden a proceder a una limpieza cuidadosa de los productos antes de venderlos, es preciso establecer precios diferenciados según la tasa de impurezas de los lotes. Evidentemente esto sólo es posible con normas precisas que establezcan los límites de aceptación y las eventuales reducciones de precios aplicables, en función de la tasa de impurezas mezcladas con los productos. Deben fijarse y aplicarse además normas para establecer los

límites de comercialización de los productos eventualmente contaminados; precisemos que por contaminación se entiende la presencia de residuos de sustancias indeseables que se han encontrado en contacto con los productos y han alterado el olor o el gusto de éstos o han provocado su toxicidad (por ejemplo, insecticidas) (De Lucia, *et al.* 1993)

2.7.3.- INFESTACIÓN

En el momento de la compra, los productos deberían estar completamente libres de toda forma de infestación por insectos. La presencia de éstos, en efecto, puede tener graves consecuencias para la conservación de los productos. Pérdidas de peso, pérdidas de elementos nutritivos, mal gusto o mal olor, no son sino algunos de los efectos nefastos provocados por la presencia de insectos. Lamentablemente su acción con frecuencia invisible. En el momento de la compra, es pues necesario efectuar un control cuidadoso y a fondo para detectar toda forma o huella de infestación. (De Lucia, *et al.* 1993)

2.7.4.- NORMAS DE CALIDAD

Según De Lucia, *et al.* (1993) para que se desarrollen correctamente las transacciones comerciales y para que queden enteramente satisfechos tanto los vendedores como los compradores, es conveniente establecer normas legales, realistas y prácticas, que fijen de manera clara la calidad de los productos, las modalidades de verificación y los criterios de comercialización. La aplicación de tales normas estará evidentemente condicionada por el grado de preparación del personal encargado de los controles y por la disponibilidad de instrumental específico.

En el plano del comercio exterior, y a falta de normas internacionales precisas, es útil prever la aplicación de las que estén en vigor en los países hacia los que se dirigen las exportaciones.

En el plano del comercio interior, en cambio, cada país puede presentar normas fundamentalmente diferentes. Ello puede deberse a las

particularidades de los productos agrícolas, al margen de los hábitos alimentarios específicos de las poblaciones.

De todos modos, las normas deberían tomar en consideración los factores siguientes:

- ✓ La denominación del producto, a saber el nombre científico;
- ✓ Las variedades comerciales, si hay varias, completadas con la descripción de los elementos característicos de cada una;
- ✓ El color normal, si permite la identificación del producto o de sus variedades;
- ✓ Las bases de comercialización o la eventual clasificación de los granos, establecidas, según los productos, teniendo en cuenta los parámetros siguientes :
 - a.- contenido de humedad,
 - b.- presencia de insectos vivos,
 - c.- tasa de granos dañados
 - d.- tasa de granos quebrados,
 - e.- tasa de granos extraños,
 - f.- presencia de sustancias tóxicas,
 - g.- presencia de olores comercialmente dudosos,
 - h.- rendimientos tecnológicos
 - i.- porcentaje de materia grasa
 - j.- tasa de acidez de la materia grasa;
- ✓ Los criterios comerciales o los límites de tolerancia fijados para la recepción de los productos, según la naturaleza de éstos y en función de los parámetros anteriormente indicados;
- ✓ La modalidad de las operaciones y los instrumentos y el material de apoyo correspondientes para la recepción de los productos y para la determinación de su calidad;
- ✓ Las tablas de reducción de precios en función de la calidad.

Sería igualmente conveniente que en el marco de estas normas se tengan en cuenta las normalizaciones de los embalajes de los productos.

2.8.- INDUSTRIALIZACIÓN DEL SACHA INCHI

Según PERUAGROFORESTRY, (2002) el "sacha inchi" es un producto de consumo muy popular en la población nativa y mestiza de algunas áreas rurales de San Martín. La semilla actualmente se consume tostada, cocida con sal, en confituras (tumón), en mantequilla y como ingrediente de diversos platos típicos como: inchi cucho (ají con maní), lechona api (mazamorra de plátano con maní), inchi capi (sopa de gallina con maní o sopa de res con maní), en los cuales reemplaza al maní.

Los objetivos a largo plazo de los estudios en "sacha inchi" son: encontrar nuevas formas y modos de empleo de la semilla para el consumo humano como aceite de cocina, concentrado de proteínas para lactantes, de harina desengrasada con elevado contenido de proteínas, etc.

Estimaciones técnicas provenientes de pruebas a nivel industrial, señalan la posibilidad de obtener del "sacha inchi", 1 TM de torta/ha/año y 1 Tn de aceite crudo/ha/año. Esto significa que en términos económicos sería muy rentable

Actualmente, en una etapa experimental, se están logrando mezclas nutritivas de "sacha inchi" con maíz amarillo duro, arroz, plátano, yuca, harina para fideos, panes, galletas, leche y derivados lácteos.

2.9.- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

2.9.1.- MEDICIÓN DEL COLOR

Konica minolta (2003) dice que el color es un fenómeno físico de la luz o de la visión, asociado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético. Como sensación experimentada por los seres humanos y determinados animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo. Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuadran en la especialidad llamada colorimetría y consiste en medidas

científicas precisas basadas en longitudes de onda de tres colores primarios.

2.9.1.1.- Colorímetro:

Konica minolta (2003) indica que uno de los nuevos avances en determinar el estado de madurez y el color de los frutos es mediante un colorímetro, que es un instrumento que mide el color en todo tipo y variedad de fruto. El colorímetro usa sensores que simulan el modo en que el ojo humano ve el color. La determinación del color por parte de este instrumento se basa en los tres elementos primarios de los colores que son: color = a, luminosidad = b y saturación = c. Con cuales se forma un sistema asignándole a cada elemento un valor numérico correspondiente a L^* a^* b^* respectivamente, donde L^* es la luminosidad y a^* y b^* son la saturación.

Las mediciones se realizan a un número determinado de frutos de diferentes especies y productos para determinar su estado de madurez según el color que presentan. El colorímetro analiza éstas y entrega un informe en el cual da los valores máximos y mínimos y medios de L^* a^* y b^* y con éstos últimos son con los que se trabaja.

Para un buen resultado se hacen dos mediciones por producto, una cada cara del producto y se tiene que realizar en una zona representativa, teniendo en cuenta que no se pueden realizar en zonas de pobre color con respecto a la coloración medio, tampoco se realizar donde haya daños por sol y con ningún otro daño.

2.9.1.2.- Color de la cápsula de sachá inchi:

El color externo de la cápsula de sachá inchi es un factor importante en la cosecha.

Según Arévalo (1989 - 1995) la cosecha del "sachá inchi", bajo cualquier circunstancia de su uso o destino, tiene lugar generalmente cuando los frutos o cápsulas se toman de un color marrón oscuro o negro cenizo.

2.9.2.- ANALISIS DE HUMEDAD

Según Egan, et al. (1994) el agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

2.9.2.1.- Determinación de la Humedad

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con fidelidad y pueden ser

satisfactorios para uso práctico. Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales. (Egan, et al. 1991)

a.- Métodos por secado

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una base relativa, hay que tener en mente que el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de la muestra. Por ejemplo, los aceites volátiles pueden perderse a temperatura de secado como 100°C. En algunos alimentos (por ejemplo, cereales) solamente una parte del agua que contienen se pierde a esta temperatura. El resto (agua combinada o adsorbida) es difícil de eliminar y parece estar asociada a las proteínas presentes. La proporción de agua libre perdida aumenta al elevar la temperatura, por lo que es importante comparar únicamente los resultados obtenidos cuando se usan las mismas condiciones de secado. Además, si es posible que se efectúe alguna descomposición, como sucede en los alimentos que tienen una proporción elevada de azúcares, es aconsejable usar una temperatura de secado más baja, por ejemplo, 70°C y aplicar al vacío. En la fabricación de alimentos se pueden utilizar procedimientos rápidos para determinar humedad usando estufas desecadoras especiales que trabajan a temperaturas altas. Otras estufas tienen lámparas secadoras de radiación infrarroja y

tienen además una balanza de lectura directa. Los hornos de microondas pueden utilizarse para la determinación de humedad en el laboratorio en forma rápida (Egan, *et al.*, 1991).

b.- Métodos de destilación

Estos métodos incluyen la destilación del producto alimenticio con un disolvente inmiscible que tiene un elevado punto de ebullición y una densidad menor que la del agua, por ejemplo, tolueno, heptano y xileno. El agua que se destila cae debajo del disolvente condensado en un recipiente graduado, en el cual se puede medir el volumen de la fase acuosa. Se debe empujar dentro del condensador un largo alambre o "gendarme", hasta cerca del tubo de salida que facilite el escurrimiento de cualquier cantidad de agua que pueda destilar hasta el tubo graduado. Aunque los resultados bajos son comunes en el método de destilación, éste tiene la ventaja que una vez que se ha montado el aparato necesita poca atención y que cualesquier aceites volátiles que destilen, no son medidos, dado que quedan atrapados en el disolvente inmiscible (Egan, *et al.* 1991).

c.- Métodos químicos

En la Norma Británica se describe el sensible método de titulación para determinar agua, desarrollada originalmente por Karl Fischer. Este método se basa en la reacción no estequiométrica del agua con el yodo y el dióxido de azufre en solución de piridina-metanol. Aunque el punto final

de la titulación se puede detectar en forma visual, la mayoría de los laboratoristas usan instrumentos electrométricos comercialmente disponibles. El reactivo se estandariza contra una solución tipo de agua en metanol o de un hidrato salino puro tal como el dihidrato de tartrato de sodio.

Se ha informado acerca de un método basado en la hidrólisis del acetato de etilo por el hidróxido de sodio formado por el agua a partir de un exceso de etóxido de sodio. El etóxido de sodio que no se consume se determina por titulación electrométrica. Los resultados obtenidos al determinar la humedad del azúcar, concuerdan con los obtenidos por titulaciones de Karl Fischer (Egan, *et al.* 1991).

d.- Métodos instrumentales

Se han aplicado una amplia diversidad de métodos instrumentales basados en principios físicos o fisicoquímicos, para la determinación de la humedad. Muchos de ellos han sido desarrollados para obtener resultados rápidos de un número elevado de muestras del mismo tipo, por ejemplo, en las comprobaciones que el control de calidad requiere en la línea de producción de alimentos elaborados. Originalmente se utilizaron instrumentos basados en la resistencia eléctrica, la frecuencia y las propiedades dieléctricas; otros más recientes incluyen la RMN (Hester y Quine, 1976), la reflectancia al infrarrojo cercano (Williams, 1975) y microondas (Okabe, Huang y Okamura, 1973). Otras técnicas instrumentales han incluido GLC (Reineccius y Addis, 1973), GCS (Khayat, 1974), refractometría (Addis y Chudgar, 1973) e

hidrometría. También es útil el análisis térmico gravimétrico (1974) dado que da información sobre los tipos de agua que están presentes. (Egan, et al. 1991)

2.9.3.- ANALISIS DE ACEITE

Según Lehninger, A., (1985) los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, principalmente el palmítico, oleico y esteárico. Son pocos los cuerpos grasos en cuya composición intervienen, en cantidad considerable, los ácidos grasos inferiores

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. Se encuentran lípidos, tanto en vegetales como en los animales. Muchos vegetales acumulan considerables cantidades de lípidos en los frutos y semillas.

Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y líquidos denominados aceites. El término grasa se emplea para aquellas mezclas que son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente, en tanto que el término aceite se aplica a mezclas que son líquidas a temperatura ambiente.

Existen diferentes familias o clases de lípidos, pero las propiedades distintivas de todos ellos derivan de la naturaleza hidrocarbonada de la porción principal de su estructura.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- ✓ Como componentes estructurales de las membranas,
- ✓ Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico,
- ✓ Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos, y

- ✓ Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica: se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas.

2.9.3.1.- Determinación de la grasa:

a.- Métodos de extracción directa con disolventes

El contenido en lípidos libres, los cuales están compuestos fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua (Lehninger, 1985).

b.- Métodos de extracción por solubilización

Los lípidos asociados pueden ser liberados si la muestra del alimento se disuelve completamente antes de hacer la extracción con disolventes polares. La disolución del alimento se puede lograr por hidrólisis ácida o alcalina. En el método ácido (proceso de Werner-Schmidt) el material es calentado en baño de agua hirviente con ácido clorhídrico para romper las proteínas y separar la grasa como una capa que flota sobre el líquido ácido. Las proteínas se disuelven en el ácido y la grasa que se separa puede ser extraída por agitación, cuando menos tres veces, con éter dietílico o con una mezcla de éter dietílico y petróleo ligero (Lehninger, 1985).

c.- Métodos volumétricos

Estos consisten en disolver la muestra en ácido sulfúrico y separar la grasa por centrifugación en tubos de vidrio calibrados especialmente. En los EUA se usa el método de Babcock (véase libro de métodos de la AOAC) y en los países europeos el método de Gerber es el usado comúnmente en las determinaciones de rutina de grasa en leche y en productos lácteos. Para ciertos alimentos, en particular los no lácteos, se obtiene una separación más limpia si se usa una mezcla de los ácidos acético y perclórico en lugar del ácido sulfúrico (Lehninger, 1985).

2.9.3.2.- Índice de acidez

La acidez de un aceite o grasa es el porcentaje de ácidos grasos libres presentes en el mismo, expresado en función del ácido oleico. (Universidad de Lima, 1986).

Camarena (1981) menciona que la acidez de las grasas y aceites es consecuencia de su degradación por hidrólisis que origina grupos carboxilos libres de los ácidos grasos liberados.

Con ciertas limitaciones la acidez también es una medida de la rancidez, dado que los ácidos de cadena corta liberados como quedan, imparten un olor rancio característico.

Cheftel (1976) indica que el índice de acidez se utiliza más que nada por su carácter cualitativo, pues a través de ella se mide la acidez de una grasa.

2.9.3.3.- Índice de peróxido

Potter (1973) considera que el grado de oxidación que haya tenido una grasa o aceite, se puede expresar en términos del índice de peróxido.

Bailey (1961) señala que viene a ser la medida de su contenido de oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalente de oxígeno por kilogramo de grasa. El índice de peróxido es considerado aceptable mientras el aceite se encuentra en el período inicial de oxidación, llamado período de inducción. El índice de peróxido de una grasa tiende a aumentar conforme se deteriora a la grasa.

2.9.3.4.- Índice de Iodo

Potter (1973) indica que el grado de insaturación de los ácidos grasos en una grasa o aceite, se puede expresar en forma cuantitativa en términos del índice de Iodo de la grasa.

Este se refiere al número de gramos de Iodo absorbido por 100g de grasa. Ya que el Iodo reacciona en los sitios de insaturación de manera muy parecida a la del hidrógeno en la hidrogenación. Cuanto más alto sea el índice de Iodo, mayor será el grado de insaturación de la grasa.

2.9.3.5.- Ácidos grasos

Bailey (1961) menciona que los ácidos grasos, constituyen los sillares de construcción de varias clases de lípidos, son compuestos alifáticos, monobásicos, que constan casi invariablemente de un solo grupo carboxilo situado en el extremo de la cadena lineal.

Se han aislado más de 70 ácidos grasos de diversas células y tejidos. Los ácidos grasos de diversas células y tejidos. Los ácidos grasos constituyen del 94 % a 96 % del peso total de las moléculas que conforman el aceite.

Según su estructura química, los ácidos grasos pueden clasificarse en: Saturados e insaturados.

Los ácidos grasos en los que los átomos de carbono de su cadena están unidos a no menos de dos átomos de hidrógeno se llaman saturados.

Entre los más importantes se encuentran:

- ✓ Ácido láurico
- ✓ Ácido mirístico
- ✓ Ácido palmítico
- ✓ Ácido esteárico

Los ácidos grasos que contienen dobles enlaces se llaman no saturados o insaturados. El grado de insaturación de un aceite depende del número medio de dobles enlaces de sus ácidos grasos.

Entre los ácidos grasos más importantes se encuentran:

- ✓ Ácido palmitoleico
- ✓ Ácido oleico
- ✓ Ácido linoleico
- ✓ Ácido linolénico

En el Cuadro N° 5, se muestran los ácidos grasos más comunes que se encuentran en la naturaleza.

Pero los ácidos grasos también pueden clasificarse, según la función que cumplen en la nutrición en: ácidos grasos esenciales y no esenciales.

Martín (1984) hace referencia que los ácidos palmitoleico y oleico no son esenciales en la alimentación, debido a que los tejidos pueden introducir una doble ligadura en el ácido graso saturado correspondiente, mejor dicho el organismo puede sintetizarlo.

Los ácidos linoleico, alfa linolénico y araquidónico son los únicos ácidos conocidos que son esenciales para la nutrición completa de muchas especies animales, por lo cual deben suministrarse en la dieta, en consecuencia se conocen como ácidos grasos esenciales en la nutrición.

Cuadro N° 5. Algunos ácidos grasos que se encuentran en la naturaleza

Átomos de Carbono	Estructura	Nombre Sistemático	Nombre Trivial
Ácidos Grasos Saturados			
12	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	n-Dodecanoico	Láurico
14	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	n-Tetradecanoico	Mirístico
16	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	n-Hexadecanoico	Palmitico
18	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	n-Octadecanoico	Esteárico
20	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	n-Eicosanoico	Araquídico
24	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	n-Tetracosanoico	Lignocérico
Ácidos Grasos Insaturados			
16	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH		Palmitoleico
18	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH		Oleico
18	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH		Linoleico
18	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH		Linolénico
20	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₃ COOH		Araquidónico

Fuente: UNIVERSIDAD DE LIMA, 1986

De acuerdo al cuadro de ácidos grasos, los más importantes son los esenciales; pues el organismo no logra sintetizarlos. El Sacha Inchi tiene en su composición al ácido linolénico y al ácido linoleico, conocidos comúnmente como omega 3 y omega seis, respectivamente.

2.9.4.- ANALISIS DE PROTEÍNAS

Según Lehninger, (1985) entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. El número de combinaciones diferentes, es decir, el número de moléculas proteínicas distintas que pueden existir, es casi infinito. Desde un punto de vista químico, las proteínas son polímeros grandes. Son poliamidas y los monómeros de los cuales derivan son los ácidos α -aminocarboxílicos. Una sola molécula proteínica contiene cientos, e incluso miles, de unidades de aminoácidos, las que pueden ser de unos 20 tipos diferentes.

2.9.4.1.- Procedimiento de Kjeldahl

Lehninger, (1985) afirma que aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de Kjeldahl mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, es incluido entre los métodos oficiales estatuidos y es aprobado por las organizaciones internacionales. Además, los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldahl se usan para calibrar los métodos físicos y los automáticos. Se han empleado muchos catalizadores. Se ha considerado que el más efectivo es el mercurio en forma de óxido mercúrico; así como el selenio, que es casi tan efectivo como aquél, pero ambos tienen riesgos tóxicos y problemas para desecharlos. Además, el mercurio forma complejos con el amoníaco en el líquido de digestión que requieren la adición

de tiosulfato de sodio para romper esos complejos y liberar el amoníaco. Williams (1976) recomendó el uso de una mezcla de sulfato de cobre (II) y bióxido de titanio. A pesar de ello, Wolf y Gehrke (1975) consideraron que esta mezcla es menos efectiva. También se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión. Los catalizadores metálicos se pueden obtener en forma de tableta muy convenientes, compuestas en una base de sulfato de potasio. Concon y Soltness (1973) y Koops y cols. (1975) han informado que la adición de peróxido de hidrógeno acelera significativamente la digestión y disminuye la formación de espuma. Tradicionalmente, el amoníaco liberado del líquido de digestión hecho alcalino se destila a una cantidad de ácido diluido normal, que finalmente es titulado con álcali normal para dar el contenido en nitrógeno orgánico en la muestra. Ahora es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4 % y titular directamente al amoníaco con ácido sulfúrico normal.

2.9.4.2- Métodos radioquímicos para el contenido de nitrógeno

Se han descrito técnicas automáticas rápidas, sencillas y seguras, basadas en el análisis por activación neutrónica (Doty y cols., 1970) y análisis por activación de protones (Dohan y cols., 1976). Williams y cols.(1978) han publicado información sobre estudios comparativos usando análisis de Kjeldahl, KjellFoss, KjellTecpor, reflectancia infrarroja, activación de neutrones, activación de protones y descomposición térmica. Los autores afirman que para la determinación de nitrógeno en trigo, todos los métodos fueron satisfactorios y pueden tomar el lugar del método de Kjeldahl como métodos estándar. Se afirma que el análisis

por activación de neutrones es el más exacto, preciso y económico (Lehninger, 1985).

2.9.4.3.- Métodos colorimétricos

Se ha empleado la reacción de Biuret que da una coloración púrpura cuando los enlaces peptídicos reaccionan con los iones cúpricos a un pH alcalino y se ha informado que no interfieren pequeñas cantidades de azúcares reductores (Mitsuda y Mitsunaga, 1974). El método ha sido mejorado considerablemente mediante el uso de propano-2-ol y la aplicación de calor (Noll y cols., 1974). El reactivo de Folin (ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico) es reducido por las proteínas para formar un complejo azul de molibdeno.

Los colorantes de ácidos sulfonados reaccionan con proteínas a pH bajo para formar un coágulo proteína - colorante insoluble-. Si se separa este coágulo por filtración o centrifugación, la cantidad de color que permanece en el líquido sobrenadante es indirectamente proporcional a la cantidad de proteína en la muestra. La reacción del colorante con las proteínas es compleja y no uniforme, por lo que este método es altamente empírico y requiere estandarización y calibración (Lehninger, 1985).

2.9.4.4.- Métodos al infrarrojo

La radiación infrarroja es la base del amplio uso de un rápido equipo automático, particularmente para leche y para granos. Las series IRMA de NEI Electronics son absorciómetros de doble rayo, diseñados para la determinación simultánea de proteínas, lactosa y grasa en la leche. La reflectancia en el infrarrojo cercano es el desarrollo más moderno para el análisis de cereales molidos y otros alimentos sólidos. Tanto el Rank Nectec GQA como el Technicon InfraAlyzer pueden estimar proteínas, aceite y humedad en tan sólo unos pocos

minutos. Los instrumentos son calibrados con muestras de composición conocida.

Al establecer la confiabilidad de cinco métodos para la determinación de proteínas en la cebada y en la malta (Pomeranz y Cols.,1977) encontraron que el método del Biuret y el del colorante asociado a proteínas fueron los más coincidentes con el de Kjeldahl, los métodos de reflectancia al infrarrojo fueron intermedios y la destilación alcalina directa fue el más pobre (Lehninger, 1985).

2.9.5.-ANALISIS DE CENIZAS

Lehninger, A., (1985) afirma que se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura). Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos, la incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar.

2.10.- EVALUACIÓN SENSORIAL.

Cordero (1989) define a la evaluación sensorial como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar o interpretar reacciones de aquellas características de alimentos y materiales que son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

2.10.1.- SELECCIÓN ENTRENAMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL PANEL SENSORIAL.

2.10.1.1.- SELECCIÓN Y ENTRENAMIENTO

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

2.10.1.2.- 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 las áreas de pruebas. Una sala libre de olores extraños tales como sustancias químicas, perfumes y cigarrillo. Luz suficiente; en ciertas ocasiones pueden ser usadas luces rojas o de otro color para ocultar el color de algunos alimentos. Esto es importante cuando el color puede influir en el criterio del panelista (**Mackey, 1984**).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- LUGAR DE EJECUCIÓN

Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial-Universidad Nacional de San Martín, en las instalaciones del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria El Porvenir y el Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana en Iquitos.

3.2.- MATERIA PRIMA

Se utilizaron cápsulas y semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) ecotipo Apangura, cosechados en junio, provenientes de un predio de la provincia de Lamas, ubicado en el distrito de Pamashto. Luego, las cápsulas y semillas fueron almacenadas a diferentes temperaturas y tipos de empaque. Finalmente fueron evaluadas durante cuatro meses.

3.3.- MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1.- MATERIALES

- Matraces de Erlenmeyer
- Buretas
- Pipetas
- Placas petri
- Fiolas
- Vaguetas
- Vasos de precipitado
- Balones
- Papel filtro
- Desecadores
- Soporte universal
- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Selladora
- Mortero

3.3.2.- EQUIPOS

- Mufa: Marca Barnstead Thermolyne, Merck
- Estufa Universal: Marca Venticell y Naber-industrieofenbau
- Equipo de micro Kjeldahl: Marca Labconco
- Equipo digestor Kjeldhal: Marca Labconco, capacidad para 6 muestras (6 balones de digestión)
- Balanza analítica digital: Marca Sartorius max 220g d: 0.1 mg
- Soxhlet, Barnstead/Lab - line, Multi - Unit, Extracción heater.
- Cromatógrafo de gases

3.4.- METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la presente figura se detalla el flujograma para el estudio de la influencia de la temperatura y empaque en la calidad del aceite de sachá inchi, almacenado en cápsulas y semillas.

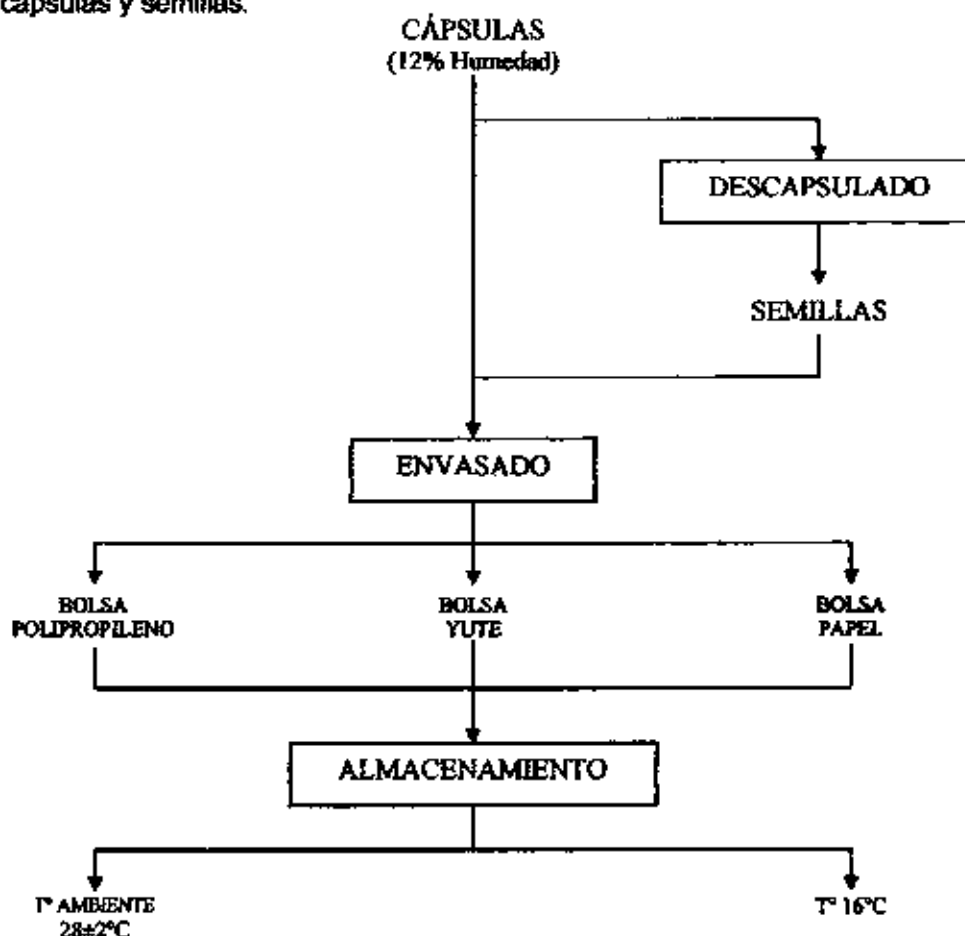


Figura 1. Flujograma de Trabajo

Las cápsulas de sachá inchi fueron previamente seleccionadas para cumplir con los requisitos mínimos de calidad (libre de hongos u otro daño mecánico) para su almacenamiento y posterior consumo como materia prima en la agroindustria. El desarrollo de cada etapa se detalla a continuación.

3.4.1.- COSECHA

Se dio cuando el fruto alcanzó su madurez fisiológica, adoptando un color marrón oscuro. Ver foto 6.

3.4.2.- DESCAPSULADO

Prevía selección de cápsulas que presentaron hongos, humedad alta u otro daño mecánico. Una parte de la cosecha se descapsuló, dando un golpe y separando las semillas que estaban en mejor estado.

3.4.3.- EMPACADO

Una vez preparada la materia prima para el ensayo experimental, se procedió al pesado de cada unidad experimental (250 gramos) en cada tratamiento (cápsulas y semillas). Luego, se embolsaron en tres tipos de empaque: polipropileno, yute y papel Kraft, con dimensiones de 20x20 cm.

3.4.4.- ALMACENADO

En esta etapa, se realizaron dos ensayos, utilizando cápsulas y semillas envasadas en tres tipos de empaque. El primer ensayo se almacenó en la cámara fría del Instituto Nacional de Innovación Agraria en el distrito de Juan Guerra a una temperatura de 16°C y el segundo ensayo se almacenó a una temperatura de 28±2°C .

3.5.- MÉTODO EXPERIMENTAL

Para los análisis en laboratorio, se realizaron los siguientes métodos:

3.5.1.- Determinación del color

Se realizó mediante el equipo de colorímetro, con tres repeticiones por cada tratamiento. La toma de datos, se hizo en el mismo lugar y a la misma hora con el objetivo de uniformizar la misma intensidad de luz en cada análisis.

3.5.2.- Determinación de humedad: Se utilizó el método de estufa (AOCS, 1989).

Se utilizó los siguientes materiales y equipos

- Placa petri pequeñas.
- Estufa a 105°C
- Balanza analítica con 0.01 mg de sensibilidad
- Campana de vidrio
- Pinza de metal

El procedimiento fue el siguiente:

1. Se pesó la placa petri seca y enfriada en el desecador.
2. Se pesó 5 g de muestra se transfirió a la placa petri.
3. Se llevó a la estufa a 105 °C por 24 horas.
4. Se retiró la placa petri de la estufa y se enfrió en el desecador antes de tomar el peso final.
5. El cálculo se realizó por diferencia de peso la humedad.

- Placa petri vacía = W1
- Placa petri + Peso de muestra = W2
- Placa petri con muestra seca (peso final) = W3.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100$$

3.5.3.- Extracción de aceite, se utilizó el método de Soxhlet (AOCS, 1989).

Los materiales y equipos utilizados fueron los siguientes:

- 250 ml de solvente orgánico (hexano)
- Un equipo de soxhlet
- Papel de filtro
- Balón de fondo plano de 250 mL
- Mortero

Para la extracción de aceite por este método usaron almendras deshidratadas. Y se procedió de la manera siguiente:

1. Se hicieron cartuchos con papel de filtro y se puso la mayor cantidad de muestra molida.
2. Se colocó el paquete en el cuerpo del aparato soxhlet y luego se agregó hexano hasta que una parte del mismo descienda por sifón hacia el balón y se conectó a la fuente de calor (cocina eléctrica).
3. El solvente (hexano) al calentarse se evapora a 69°C y asciende a la parte superior de la cámara de extracción. Allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente el balón por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo es cerrado y la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45 a 60 gotas por minuto.
4. Esta operación duró 3 horas. El balón se retiró del aparato cuando este tenía poco hexano (momentos antes que este sea sifoneado desde la cámara de extracción),
5. Se esperó la condensación del hexano – sin los cartuchos - para su posterior recuperación.
6. Los cartuchos fueron sacados de la estufa y colocados en el desecador. Una vez evaporado el hexano restante en el aceite se vació en botellitas, para luego ser analizado.

3.5.4.-Determinación de proteínas totales: Se utilizó el método de Microkjeldahl (AOCS, 1989).

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- Acido sulfúrico concentrado
- Canalizador (Sulfato de potasio 15 g + 1 g de sulfato de cobre).
- Acido bórico + indicador de pH.
- Acido clorhídrico, 0,1 N
- Hidróxido de sodio al 50%
- Balones de digestión
- Cocina de digestión
- Erlenmeyer
- Equipo de digestión de Kjeldahl

El procedimiento fue el siguiente:

1. Se pesó 0,2 g de muestra seca (torta subproducto de la extracción del aceite) y se adicionó catalizador (sulfato de potasio + sulfato de cobre)(1,5g + 0,05g). se envolvió con papel manteca.
2. Se colocó dentro el balón de digestión y se adicionó 3,5 mL de H_2SO_4 concentrado.
3. Luego se colocó el balón en la cocina de digestión Kjeldahl (se inició a temperatura baja).
4. Después de 20 minutos se aumentó la temperatura al máximo. Cuando el contenido del balón mostró transparencia, se continuó la digestión por 45 min mas) el tiempo total de digestión fue en total de 2 horas. Se apagó la cocina y se dejó en reposo para enfriar la muestra digerida por espacio de una hora, para luego llevar a destilación.
5. La muestra fue diluida en 20 mL de agua destilada y colocada en el equipo de destilación.
6. Se agregó 15 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y se colocó en un vaso 20 mL de solución de ácido bórico más 03 gotas de solución indicadora mixta.

7. Se conectó la salida de vapor en el vaso conteniendo la solución de ácido bórico para que se produzca la destilación y se destiló la muestra hasta obtener 40mL de volumen final.
8. Finalmente se tituló lo obtenido con HCl a 0,1 N y se anotó el gasto.

Los cálculos se hicieron con la fórmula siguiente.

$$\% N = \frac{\text{gasto HCl} \cdot 0,1 \cdot 0,014 \cdot 100}{\text{Peso muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N \cdot 6,25 \text{ (factor proteico general)}$$

3.5.5.- Determinación de minerales

El análisis de minerales se realizó en el equipo llamado Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

3.5.6.- Determinación del Índice de Acidez: Se utilizó el método por titulación (AOCS, 1989).

El cálculo del índice de acidez, tuvo el siguiente procedimiento:

1. Se pesó 0.5 gramos de aceite en un matraz y se añadió 5 ml de éter etílico. Luego se añadió 2 gotas de fenolftaleína y se agitó bien la mezcla.
2. Sin detener la agitación, se tituló con NaOH al 0.1 N desde la bureta, gota a gota, hasta que apareció un color rosa que persistió por 30 segundos.
3. Se anotó el volumen de NaOH gastado y se aplicó la fórmula del índice de acidez.

$$\% IA = \frac{V \times C \times M}{10 P}$$

Donde:

V = Los mililitros de NaOH gastados

C = concentración de NaOH (expresado en Molaridad)

M = Peso molecular de ácido oleico = 282

P = peso en gramos de muestra utilizada.

3.5.7.- Determinación del Índice de Iodo: Se utilizó el método de la AOCS, 1990b

Se utilizó la fórmula de índice de peróxido, basado en el porcentaje de omegas, contenidos en la muestra de aceite. La ecuación es la siguiente:

$$II = \%O \times 0,86 + \%L \times 1,732 + \%Ln \times 2,616$$

Donde:

O : ácido oleico

L : ácido linoleico

Ln : ácido linolénico

3.5.8.- Determinación del Índice de Peróxido: Se utilizó el método de titulación (AOCS, 1989).

Se utilizaron los siguientes reactivos:

- a. Ácido acético
- b. Cloroformo
- c. Solución saturada de yoduro de potasio (KI)
- d. Tiosulfato de sodio (0,01 N)
- e. Almidón al 1%

El procedimiento del análisis fue el siguiente:

1. Se pesó 1,00 g de aceite en un erlenmeyer de 250 mL de tapa de vidrio.
2. Luego se añadió 12 mL de Cloroformo y luego agitando suavemente se añadió 18 mL de Ácido acético. Se siguió agitando suavemente.
3. Se añadió 0,5 mL de la solución saturada de KI, agitar vigorosamente

y dejar reposar en la oscuridad durante 1 minuto, luego se añadió agua con almidón al 1% hasta coloración azul y se agregó 50 mL de agua destilada.

4. Se tituló inmediatamente el yodo liberado con tiosulfato 0,1 N; agitando vigorosamente hasta que el color amarillo casi desaparezca.

5. Se corrió un blanco conjuntamente con la muestra, con 0,5 mL de tiosulfato 0,01 N). Y se restó el volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ gastado en la muestra el obtenido para el blanco.

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{V \times N \times 1000}{\text{Peso muestra}}$$

El índice de peróxido, se expresa como meq de peróxido/ Kg de aceite.

3.5.9.- Determinación de ácidos grasos: Se utilizó el método de cromatografía de gases (AOCS, 1999).

El análisis de ácidos grasos fue realizado en cromatografía de gases, equipado con un detector de ionización de llamas e integrador electrónico. Se utilizó una columna capilar de sílica fundida, con 30 m de longitud x 0.25 mm de diámetro interno y conteniendo 0.25 μm de polietilenglicol. Las condiciones fueron: inyección split, razón de 50:1; temperatura de columna: 150 °C por 11 min. programada hasta 210 °C en una razón de 3 °C/min; gas de arrastre: helio en una razón de 1.5 mL/min; gas make - up: helio, a 30 mL/min; temperatura del inyector: 250 °C; temperatura del detector: 280 °C. La composición cualitativa fue determinada por comparación de tiempos de retención de los picos con los respectivos estándares de ácidos grasos. La composición cuantitativa fue realizada por normalización del área, siendo expresada como porcentaje de la masa.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.-MATERIA PRIMA

Se utilizará como materia prima las cápsulas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) ecotipo Apangura, de la provincia de Lamas. La ficha técnica es la siguiente:

Cuadro N° 6. Ficha Técnica del Sacha Inchi, ecotipo Apangura

Provincia de Lamas: Sector Apangura		
Localización en coordenadas		
Altitud: 830 m.s.n.m.		
18 M = 0323676		
UTM = 9295204		
Características destacadas de la accesión		
Susceptibilidad a <i>Meloidogyne incognita</i>	Nivel	Moderado
Hábito de crecimiento	Tipo	Trepador
Diámetro de cápsula	Cm	5,31
Diámetro de semilla	Cm	2,07
Cáscara	%	54,42
Semilla	%	45,58.
Susceptibilidad al stress hídrico	Nivel	Moderado
Peso de 100 semillas	Gramos	110,52
N° de Cosechas/Año	Veces	24
Rendimiento cosecha	Kg/Ha/año	1625
Rendimiento aceite	%	41.60

4.2.- SECADO DE MATERIA PRIMA

Las cápsulas de sachá inchi se secaron en un secador solar, alcanzando un contenido de humedad de 12% como máximo.

4.3.- SECADO DE ALMENDRAS PARA ANÁLISIS

Previo descascarado de las semillas, se realizó un secado con la finalidad de reducir el contenido de humedad en las muestras a ser analizadas. Éste secado se realizó en una estufa a 60°C por 24 horas.

4.4.- VARIACION DEL COLOR EN CÁPSULAS Y SEMILLAS

Se observó que tanto cápsulas y semillas de Sacha Inchi presentaron un incremento, en los valores del parámetro de color, para el segundo mes de almacenamiento; éste incremento puede deberse a la influencia de factores externos como las condiciones climáticas del día de evaluación, las mismas que reportaron una temperatura media de 22.32°C y cielo parcialmente nublado. El 1°, 3° y 4° mes de almacenamiento reportan temperaturas medias de 21.2.

Los valores de los parámetros de color de las muestras frescas, se pueden observar en el Cuadro 7, donde indica que los parámetros tuvieron menor valor con respecto a los obtenidos en los meses siguientes.

Cuadro N° 7 . Valores de parámetros de color de muestras frescas

Parámetros Color	Presentación	
	Semillas	Cápsulas
L*	31.54	23.07
a*	9.72	4.99
b*	9.20	2.04

Fuente: Elaboración propia

Durante las mediciones estadísticas de los parámetros de color a* y b* se presentaron diferencias altamente significativas por el factor A (presentación del producto) esto se debe a que las semillas son de color más oscuro que las cápsulas de Sacha Inchi. Mientras que para el parámetro L* (iluminación) tuvo significancia para el mismo factor. Ver anexos 1, 2, 3 y 4.

Los valores de a* y b*, en los tratamientos de cápsulas y semillas empaquetadas en sacos de polipropileno presentaron diferencia significativa, los resultados variaron en 2 y 3 puntos, al igual que en las que fueron empaquetadas en yute y papel kraft. La respuesta de las cápsulas y semillas a la temperatura de almacenamiento, tuvo significancia de entre 2 y 4 puntos para los resultados de color (L*) y en la saturación.

El cambio de color de la cápsula y de la cáscara de de la semilla puede explicarse por los cambios bioquímicos de la clorofila a los pigmentos de color marrón oscuro, propios de la maduración del fruto.

Sin embargo, estas variaciones del color no influyeron directamente en la calidad del aceite extraído. Por tanto, no se observó alteración desfavorable en los parámetros evaluados en el aceite.

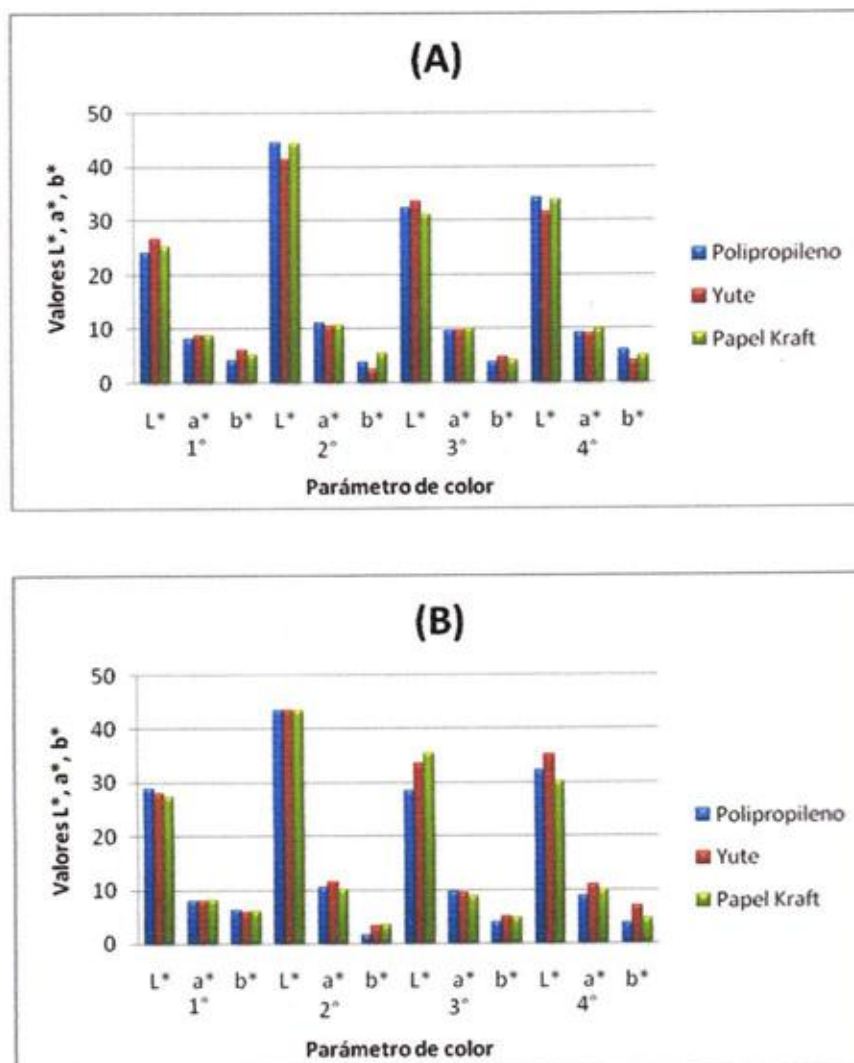


Figura 2. Variación de color (L*, a*, b*) de semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28±2 °C (B) temperatura de 16°C.

En la figura 2, se observa una gran variación con respecto a los valores de L^* , a^* y b^* , dicha diferencia puede ser explicada porque el color es un fenómeno físico de la luz o de la visión, asociado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético (Konica minolta 2003). Por tanto la intensidad de la luz en el día del registro de datos influyó bastante en los resultados. Asimismo podemos afirmar, que para este caso, la característica de color no es determinante con respecto a la calidad del aceite, por tratarse de semillas de color marrón oscuro, que fueron seleccionadas antes de ser almacenadas.

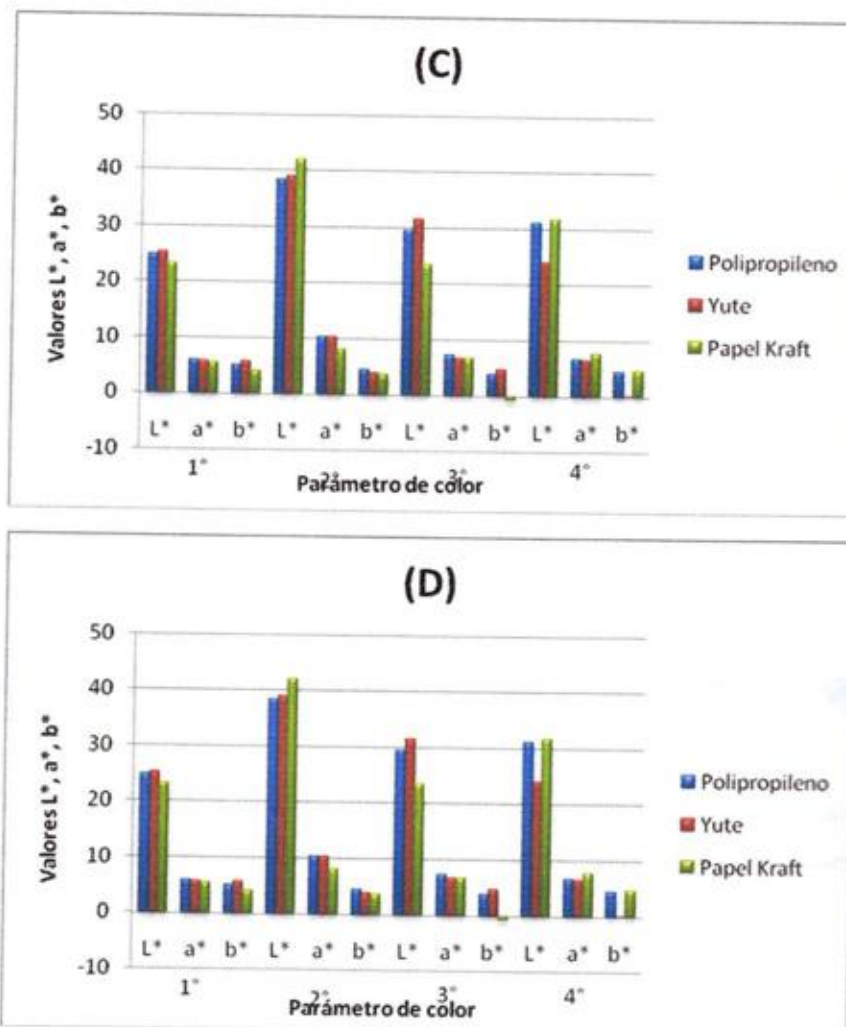


Figura 3. Variación de color (L^* , a^* , b^*) de cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16 °C.

En la Figura 3, el resultado es similar que la figura 2. En este caso, se tiene como resultado una característica propia del Sacha Inchi cuando ha alcanzado su estado óptimo para ser utilizado como materia prima en la industria. Esto significa un color marrón oscuro con parte de marrón más claro en las cápsulas.

4.5.- HUMEDAD

En cuanto a las cápsulas y semillas frescas, la humedad encontrada fue de 8,25% en las almendras. Mientras que la humedad, de almendras de cápsulas y semillas de sachu inchi almacenadas a diferentes temperaturas, disminuyó durante almacenamiento.

En el Cuadro 8, la prueba de ANVA expresa que para el primer mes hubo significancia en la interacción de la presentación y el empaque, así como en la interacción de la presentación y la temperatura.

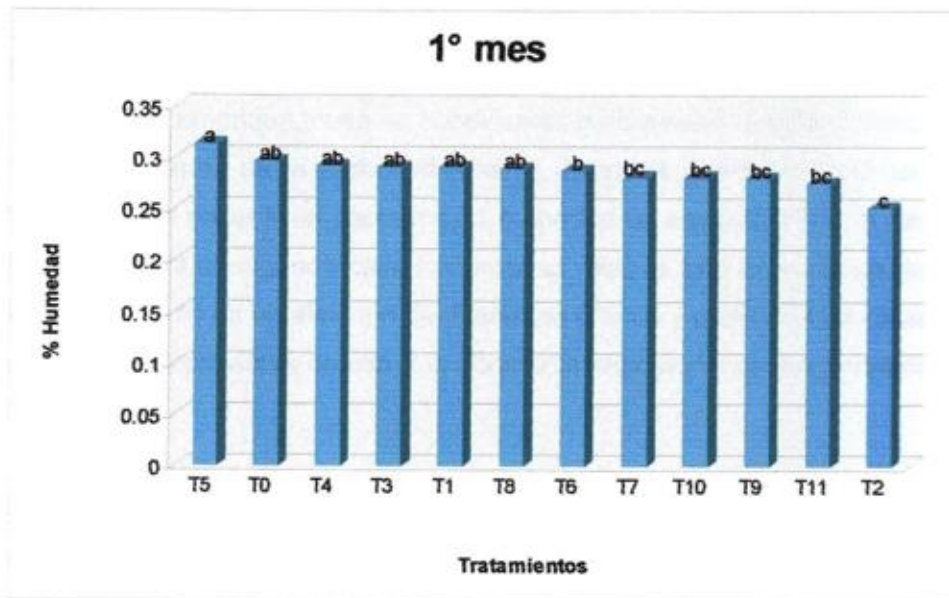
Cuadro 8. ANVA de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0046	0.0004	2.37351	2.82-4.46	ns
A	1	0.000	0.0003	1.65898	4.96-9.65	ns
B	2	0.00077	0.0004	2.16982	3.98-7.21	ns
C	1	0.0001875	0.0002	1.05385	4.96-9.65	ns
AB	2	0.00144065	0.0007	4.04923	3.98-7.21	*
BC	2	0.000470	0.0002	1.31975	3.98-7.21	ns
AC	1	0.00091843	0.0009	5.16283	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	0.00056130	0.0003	1.57765	3.98-7.21	ns
Error	11	0.001957	0.0002			
Total	23	0.0067				

Fuente: Elaboración Propia

La prueba de DUNCAN (0.05%) corrobora la alta Significancia entre tiramientos durante el primer mes. Mostrando que hay mayor humedad en las semillas a temperatura de 16°C.

Gráfica 1. Prueba de DUNCAN de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.



Según *Miranda (2003)*, el contenido de humedad de la semilla también se incrementa cuando aumenta la temperatura siempre y cuando la Humedad Relativa permanezca estable.

Por tanto, en los análisis de varianza en el segundo y tercer mes el ANVA nos indica significancia en el factor A (Presentación de la materia prima) y el factor C (Temperatura de almacenamiento) lo que estaría indicando la gran influencia de la interacción de ambos factores. Mientras que en el cuarto mes, podemos observar la significancia que tiene el factor B (Tipo de empaque). Los cuadros de DUNCAN reportan la significancia entre tratamientos. Ver anexos 5, 6 y 7.

De acuerdo a los análisis estadísticos, podemos decir que hubo una mayor humedad en las semillas que estuvieron empacadas en polipropileno y a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, durante los tres primeros meses. Mientras que a temperatura de 16°C la humedad mayor correspondió a las semillas empacadas en papel Kraft, alcanzando hasta un 10% durante los tres primeros

meses. Para el cuarto mes de almacenamiento, la humedad de la almendra disminuyó a 6%, para ambas temperaturas.

Este descenso en el porcentaje de humedad, puede explicarse como la influencia del empaque, pues en condiciones ambientales el polipropileno actúa como un aislante de la humedad relativa. Mientras que bajo condiciones de cámara fría el papel Kraft capta mayor humedad de acuerdo a la que existe en el medio. Para el segundo caso la humedad relativa está en el rango de 30 a 45% pues como es un almacén de diferentes granos y semillas está expuesto a variaciones imprevistas debido a la constante exposición de los productos que almacena.

En las Figuras 4 y 5, se puede observar un comportamiento fluctuante durante los cuatro meses de almacenamiento, el mismo que también puede explicarse como cuando la temperatura del aire se calienta, las semillas disminuirán su humedad de equilibrio; por ejemplo, semillas en una HR de 70% y una temperatura de 15 °C, tendrán una humedad de equilibrio de 13,8%, pero si se aumenta la temperatura a 25 °C a la misma HR, la capacidad de retención de agua de ese ambiente también aumenta y la humedad de equilibrio de la semilla en ese ambiente disminuye a 13,3%. No obstante, hay que señalar que la temperatura y la HR actúan en forma independiente, por lo tanto si una aumenta hay que disminuir la otra. Cerovich y Miranda (2004). En el caso del Sacha Inchi, su humedad en la almendra disminuyó hasta el cuarto mes a 6,62% en promedio.

En el presente estudio, se tomó en cuenta el factor temperatura de manera independiente de la Humedad relativa del ambiente, factor que pudo influenciar en el comportamiento fluctuante.

Finalmente, podemos decir que en el caso del empaque de yuta, la humedad se mantuvo estable en un rango de 6 y 6,96% durante los cuatro meses de almacenamiento, tanto para la temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ y 16°C .

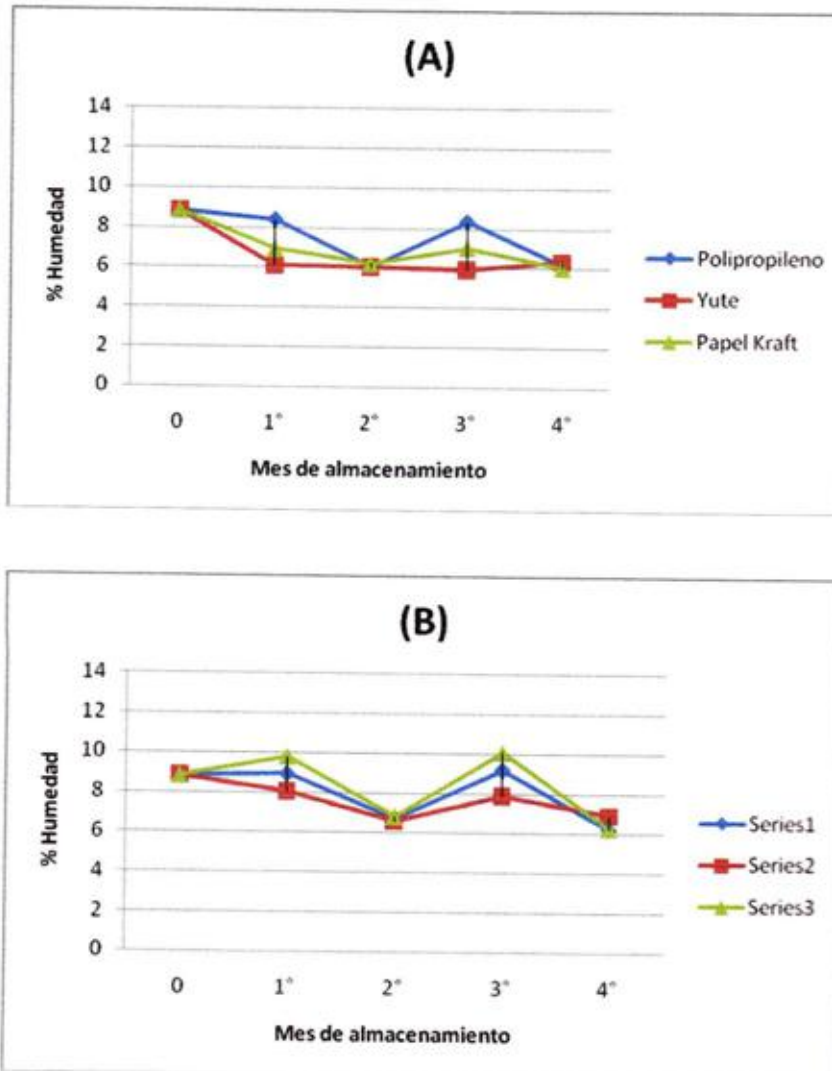


Figura 4. Variación de la humedad de las almendras de las semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16 °C.

La variación de la humedad de las almendras del Sacha Inchi, fue significativa en los diferentes tratamientos estudiados, sin embargo hasta el cuarto mes se puede afirmar que la humedad no superó el 12%, lo que significa que se mantuvo dentro el parámetro establecido para semillas oleaginosas.

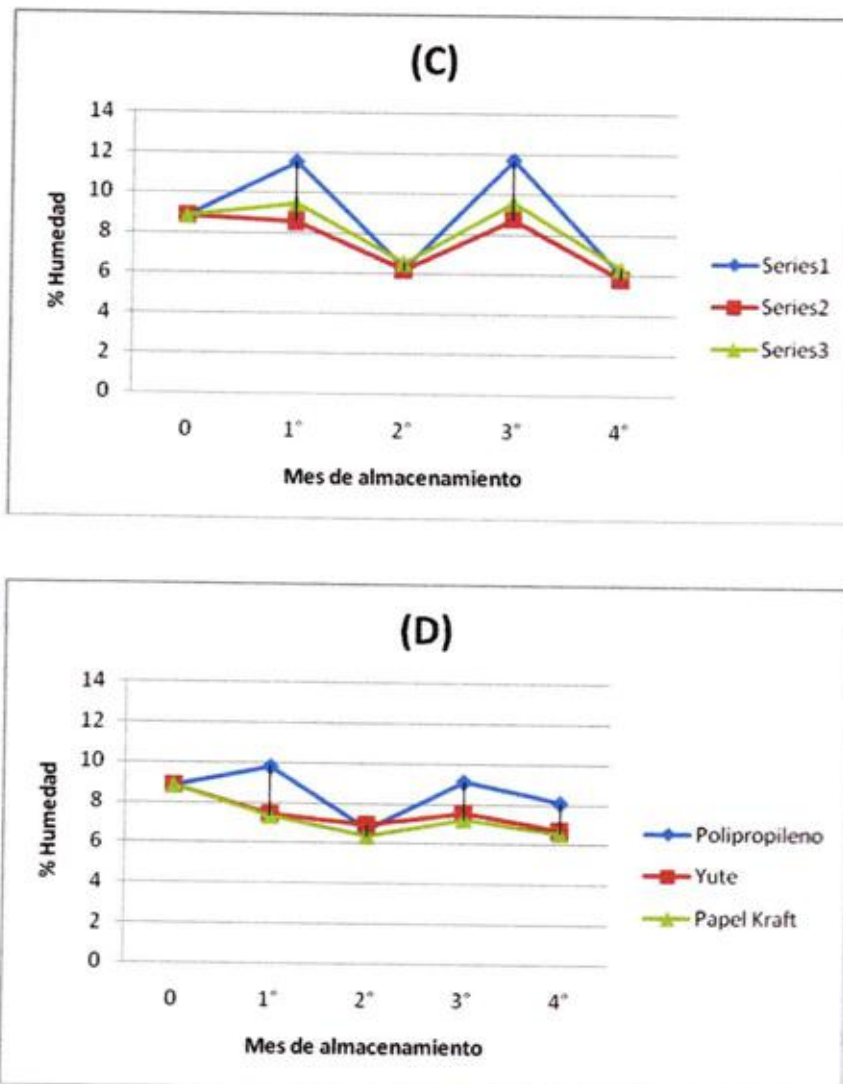


Figura 5. Variación de la humedad de las almendras de las cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.

Según **Vela (1995)** la humedad óptima para extracción mayor rendimiento en la extracción del aceite es de 6,5%. Esto significa que al 4 mes el Sacha Inchi alcanza esa humedad, tanto a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) y temperatura de 16°C.

4.6.- RENDIMIENTO DE ACEITE

Según los análisis realizados, el rendimiento del ecotipo Apangura fue en promedio de 41.60%, dicho resultado se obtuvo por medio de extracción por solvente hexano.

Análisis realizados a *Plukenetia volubilis*, muestran un contenido entre 34,32% (Bondioli, 2006) y 49% de aceite (Hamaker et al, 1992), esto indica que el ecotipo Apangura está dentro el rango de rendimiento de aceite del Sacha Inchi.

4.7.- ANÁLISIS DE CALIDAD DE ACEITE

La calidad del aceite de sacha inchi se midió en base a 2 parámetros: índice de acidez e índice de peróxido, por tratarse de características resaltantes al momento de verificar las almendras a ser procesadas en la industria del aceite para consumo humano. El índice de iodo se calculó en base a la ecuación derivada de los datos de contenidos de omegas en el aceite, extraído de las almendras de cápsulas y semillas de Sacha Inchi.

4.7.1.- ÍNDICE DE ACIDEZ

El índice de acidez en las semillas de Sacha Inchi almacenadas con diferentes tipos de empaque, presentó diferencia altamente significativa, en los dos primeros meses de almacenamiento. Mientras que en el factor de temperatura se pudo observar ligeros cambios en el índice de acidez.

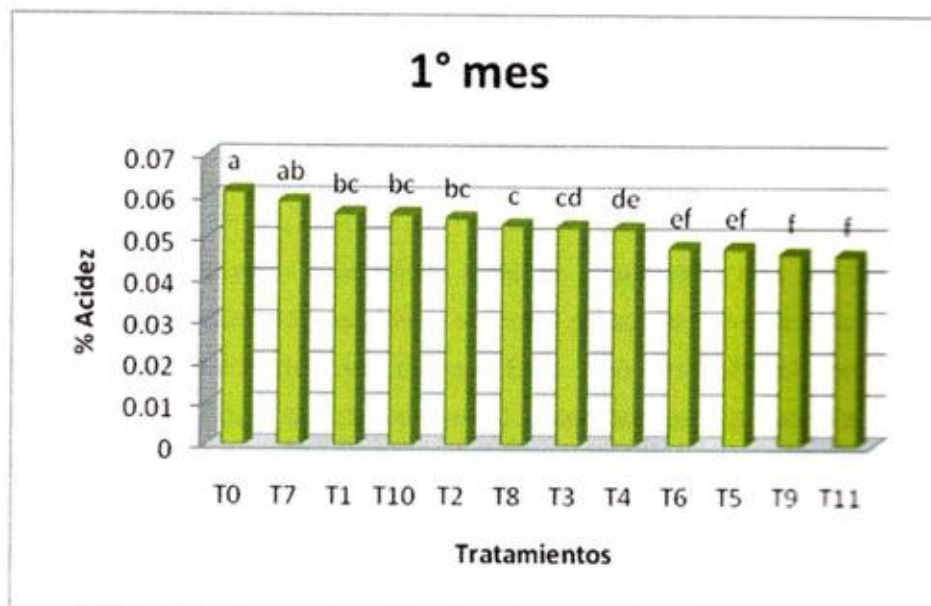
El ANVA, mostrado en el cuadro 9, indica la alta significancia entre tratamientos durante el primer mes. Y para el caso de la prueba de DUNCAN, podemos observar que los tratamientos con mayor índice de acidez son las cápsulas y semillas empacadas en papel kraft y polipropileno a ambas temperaturas.

Cuadro 9. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0005	0.0000	12.19857	2.82-4.46	**
A	1	0.000	0.0000	11.77405	4.96-9.65	**
B	2	0.0001372	0.0001	16.76186	3.98-7.21	**
C	1	0.0000526	0.0001	12.85385	4.96-9.65	**
AB	2	0.00004081	0.0000	4.98571	3.98-7.21	*
BC	2	0.0001094	0.0001	13.36007	3.98-7.21	**
AC	1	0.00000698	0.0000	1.70520	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.00015403	0.0001	18.81792	3.98-7.21	**
Error	11	0.000045	0.0000			
Total	23	0.0006				

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. Prueba de DUNCAN de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico en el segundo mes presenta alta significancia en los tres factores, mientras que para el tercer mes el ANVA muestra no significancia para el factor B (tipo de empaque). Y en el cuarto mes, el

análisis de varianza indica que no hay significancia en el factor C (Temperatura). Ver anexos 8, 9 y 10.

Este resultado, es una explicación estadística a los cambios en el incremento del índice de acidez en la calidad el aceite de Sacha Inchi durante almacenamiento. pues, hasta el tercer mes de almacenamiento el índice de acidez presente en las semillas se mantuvo entre 0.07 y 0.08%. Al cuarto mes de almacenamiento alcanzó un 0.09%, a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$.

El ligero incremento en la acidez puede deberse al porcentaje de ácidos grasos libres presentes en el aceite de las almendras, expresado en función del ácido oleico (Vela, 1995).

Sin embargo, los resultados obtenidos en el análisis de acidez, están muy por debajo de los obtenidos por Vela (1995) que fueron 1,67% y 1,75% en cada muestra extraída. Lo que demostraría la importancia de un corto almacenamiento para semillas oleaginosas con fines de industrialización.

En el caso de la semilla de Sacha Inchi, se puede decir que por tener ácidos grasos altamente estables, el índice de acidez se comporta con ligeros incrementos de mes a mes. Esto está demostrado con los resultados de ácido oleico (omega 9) obtenidos en los análisis del presente estudio, el mismo que se mantuvo en 9,14%.

El las figuras 6 y 7 podemos observar el comportamiento del índice de acidez del aceite extraído de las cápsulas y semillas de Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

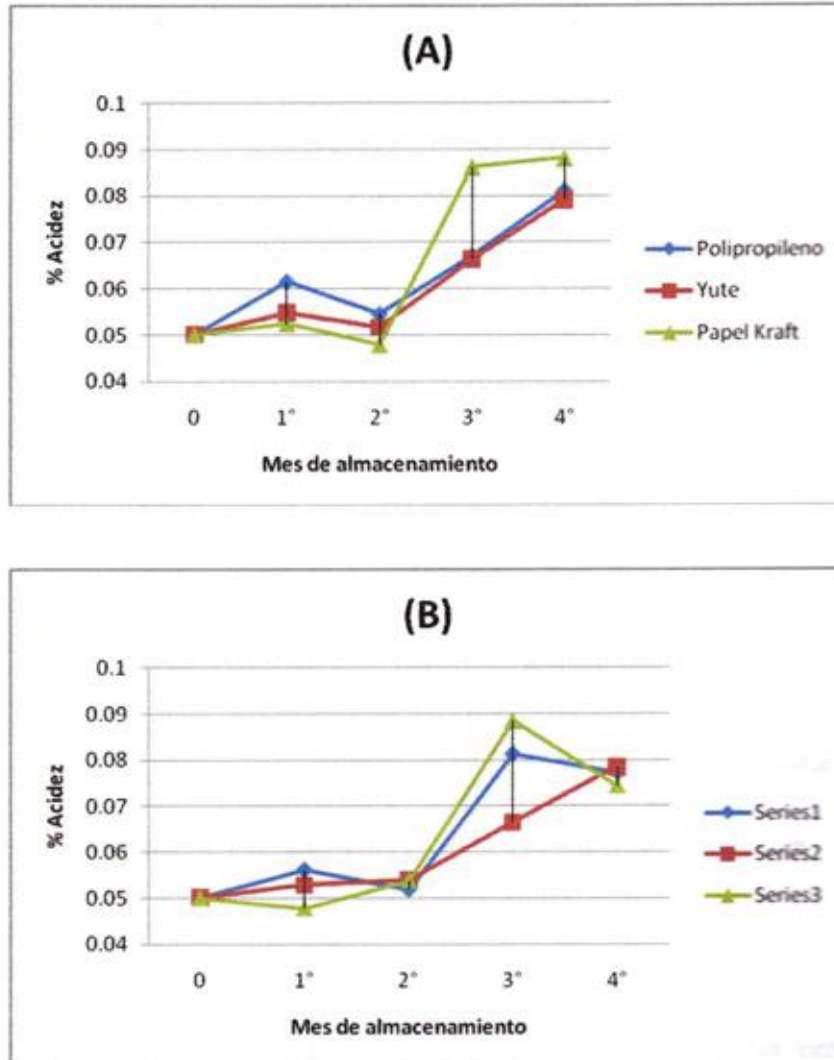


Figura 6. Variación del contenido de acidez en semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.

Los análisis a las semillas de Sacha Inchi almacenadas a temperatura de 28 ± 2 °C, expresaron un índice de acidez con tendencia a aumentar durante el tiempo de almacenamiento, alcanzando un 0,09% en el cuarto mes. Lo mismo se observa para las semillas almacenadas a 16°C que alcanzaron hasta un 0,09%. Pero dicho incremento no supera el 1%, que es el límite permitido para aceites vírgenes (Codex alimentarius, 2003)

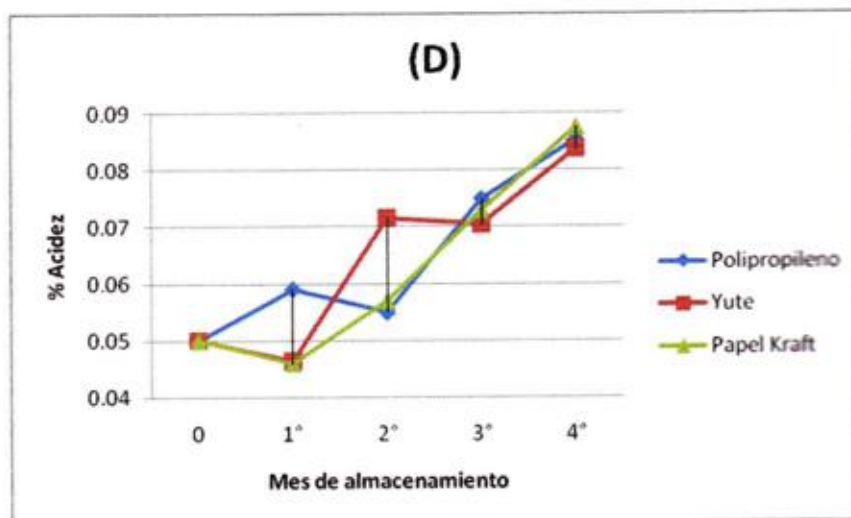
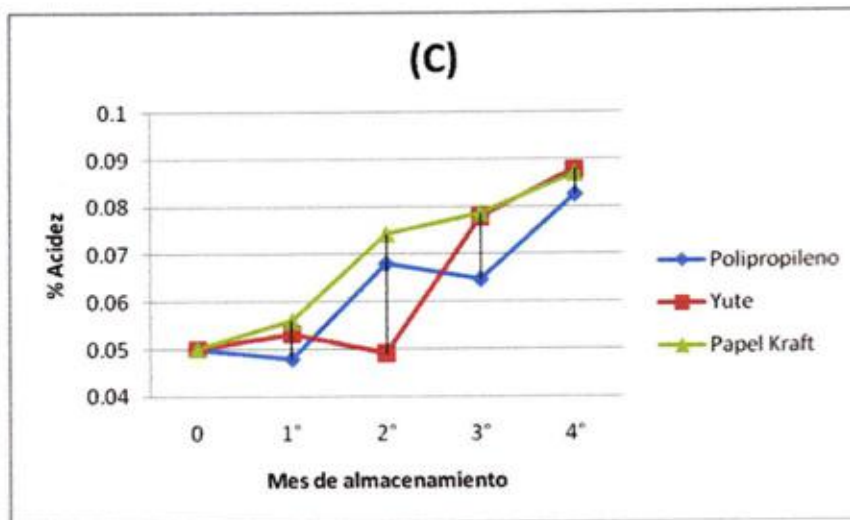


Figura 7. Variación del índice de acidez en cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.

Al igual que en semillas el índice de acidez, mantuvo la tendencia de incremento con valores de hasta 0.087% a temperatura de 28 ± 2 y de 16°C. Manteniéndose, de esta forma, dentro los parámetros de Codex alimentarius.

4.7.2.- ÍNDICE DE PERÓXIDO

El índice de peróxido en Sacha Inchi presenta diferencia altamente significativa en el Análisis de Variancia, durante los dos primeros meses. Mientras que para el tercer y cuarto mes, el ANVA indica no significancia para el factor B (tipo de empaque). Ver anexos del 11 al 14.

De acuerdo a los resultados estadísticos, esto significaría que las cápsulas y semillas de Sacha Inchi tienen un período de adaptación, en almacén, durante los dos primeros meses. Y en el tercer y cuarto mes, continúan su metabolismo hasta la senescencia y en algunos casos la dehiscencia de las cápsulas.

Por otro lado, la prueba de Duncan, nos revela que en el primer mes de almacenamiento las semillas empacadas en polipropileno, a temperatura ambiente y de 16°C, tienen un mayor índice de peróxido, de 7,62 y 7,79 meq O₂/Kg de aceite, respectivamente. Mientras que las cápsulas y semillas empacadas en yute a ambas temperaturas tienen un valor de 6,59 y 6,49.

Para el cuarto mes, las semillas empacadas en polipropileno a temperatura ambiente (28±2°C) siguen presentando el mayor índice de peróxido, 11,09 meq O₂/Kg de aceite. Y las cápsulas empacadas en yute a temperatura de 16°C tienen un valor de 9,09 meq O₂/Kg de aceite.

En las figuras 8 y 9 podemos observar las variaciones del índice de peróxido durante el tiempo de almacenamiento, para ambas presentaciones del producto.

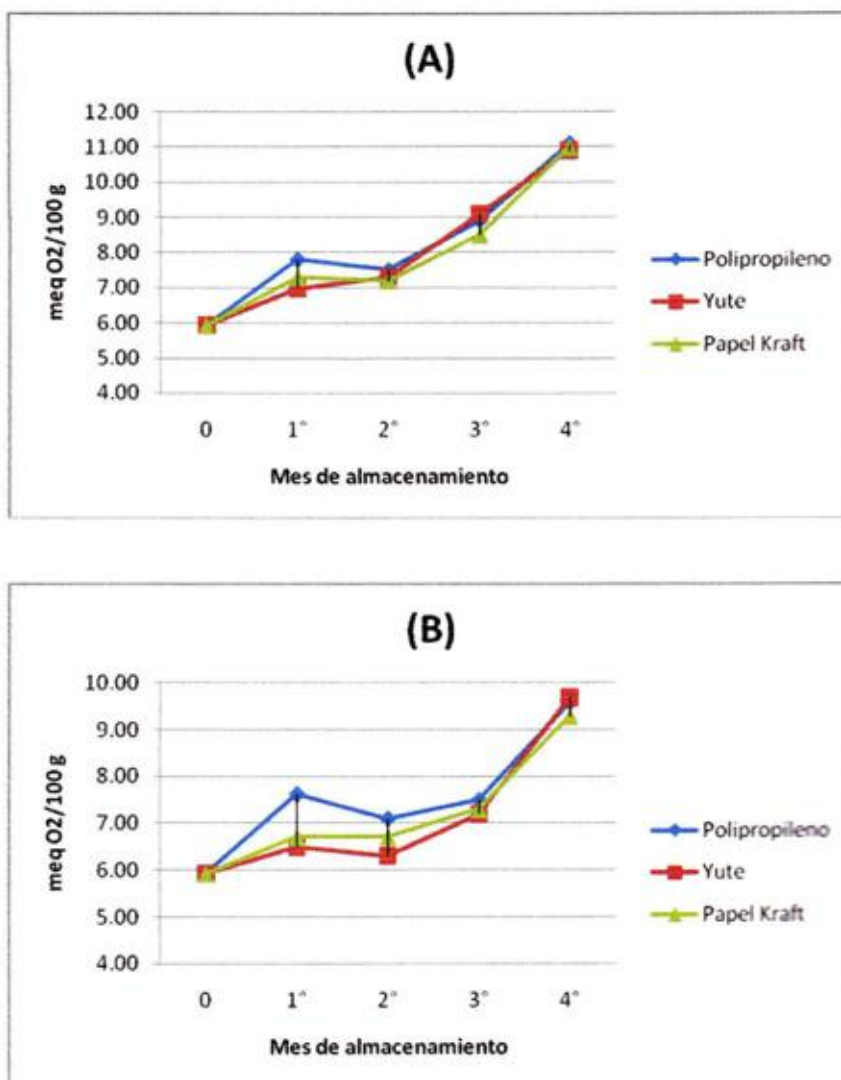


Figura 8. Variación del índice de peróxido en semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28±2 °C (B) temperatura de 16°C.

En la figura 8, notamos un incremento del índice de peróxido para todos los tratamientos. Pero, resalta el mayor valor, en cada mes, de las semillas empacadas en polipropileno. Sin embargo no superan el 11,09 meq O₂/Kg de aceite.

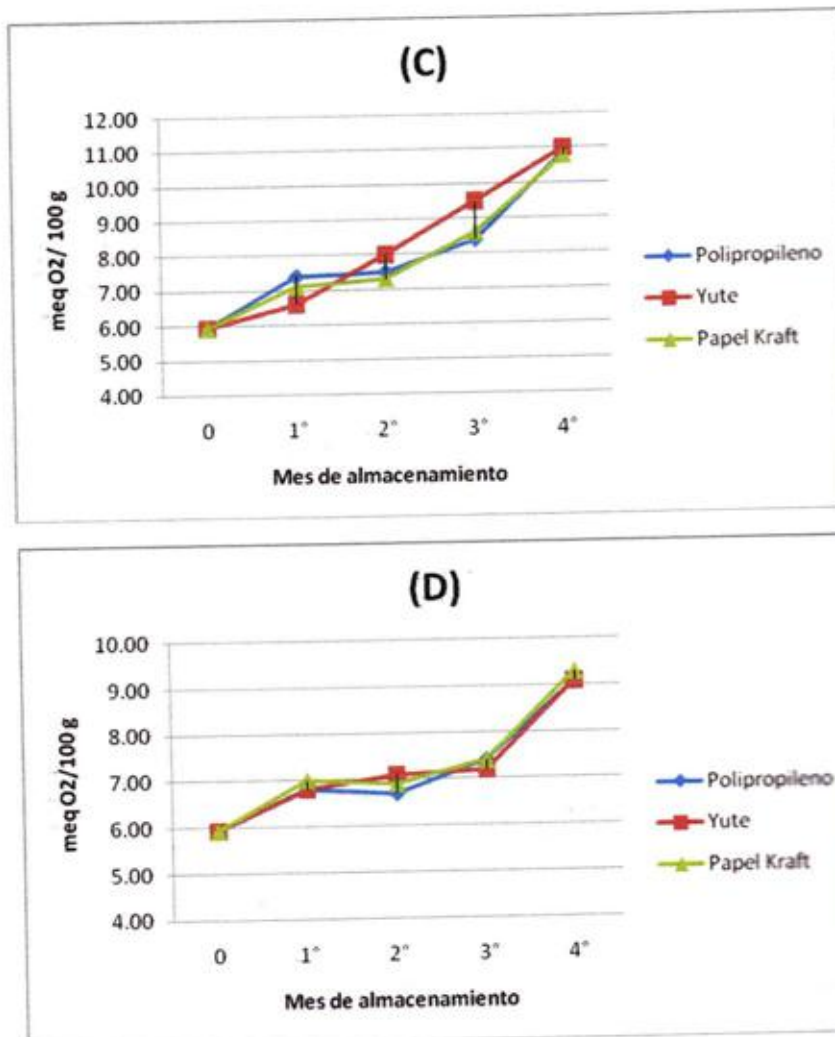


Figura 9. Variación del índice de peróxido en cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.

Las figuras 8 y 9, grafican la tendencia de incremento del índice de peróxido. La variación en el caso de semillas es parecida para ambas temperaturas, alcanzando un 10,99 meq O₂/Kg aceite. Mientras que en el caso de las cápsulas, su valor más alto es de 11 meq O₂/Kg aceite. Valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible en el Codex alimentarius, que es de 15 meq O₂/Kg aceite para aceite de consumo humano.

4.7.3.- ÍNDICE DE IODO

El índice de iodo se obtuvo por ecuación, utilizando el contenido de omegas presente en cuatro de los tratamientos, los mismos que fueron seleccionados considerando que presentaron mejores resultados en los análisis físico-químicos. Estos tratamientos correspondieron a las semillas y cápsulas empacadas en yute. Por lo tanto, en el análisis de índice de yodo se tuvo en cuenta los factores A (presentación del producto) y C (temperatura de almacenamiento).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, se mantuvieron en un rango de 187 g I₂/100 g de aceite (para la muestra fresca) a 190 g I₂/100 g de aceite. Este resultado se explica por la alta insaturación del aceite de Sacha Inchi. Además que este rango corresponde a un aceite del tipo secante. En comparación con el índice de iodo obtenido por Vela (1995) que tuvo valores de 165 y 158 g I₂/100 g de aceite y lo obtenido por Bondioli (2006) con un valor de 198,8 g I₂/100 g de aceite, nos indica que de acuerdo al ecotipo, el porcentaje de omegas y por tanto el índice de yodo, puede alcanzar valores altos, gracias a la insaturación de sus ácidos.

Al ser el índice de iodo una medida de la insaturación de una grasa, se debe considerar que al disminuir el índice de iodo es porque los ácidos grasos se están desnaturalizando y están saturándose debido a factores externos de almacenamiento.

Para efectos de medir la influencia de la temperatura y el tipo de presentación, las figuras 10 y 11 nos muestran el comportamiento del índice de iodo durante los cuatro meses de almacenamiento.

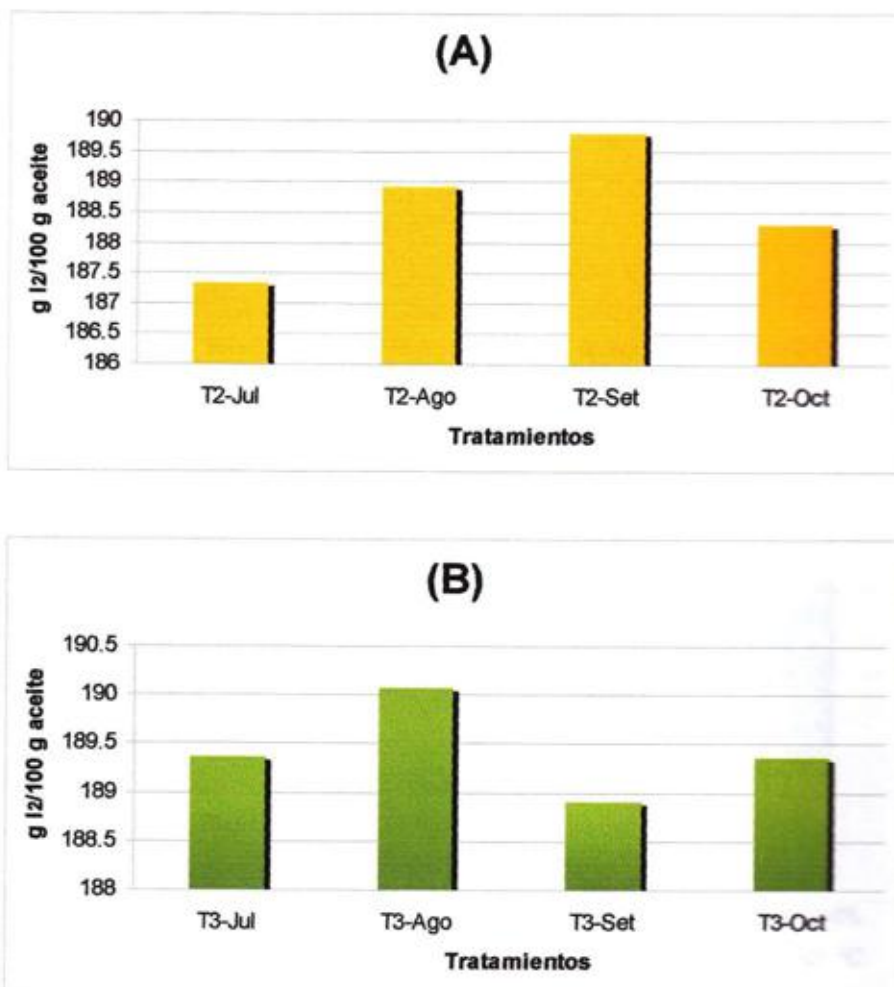


Figura 10. Variación del índice de iodo en semillas Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28 ± 2 °C (B) temperatura de 16°C.

En la Figura 10 se puede observar una diferencia marcada en cuanto a los valores del índice de yodo que se grafica tanto en (A) y (B), lo que puede explicarse como la influencia de la temperatura en la variación del índice de iodo presente en el aceite contenido en semillas almacenadas.

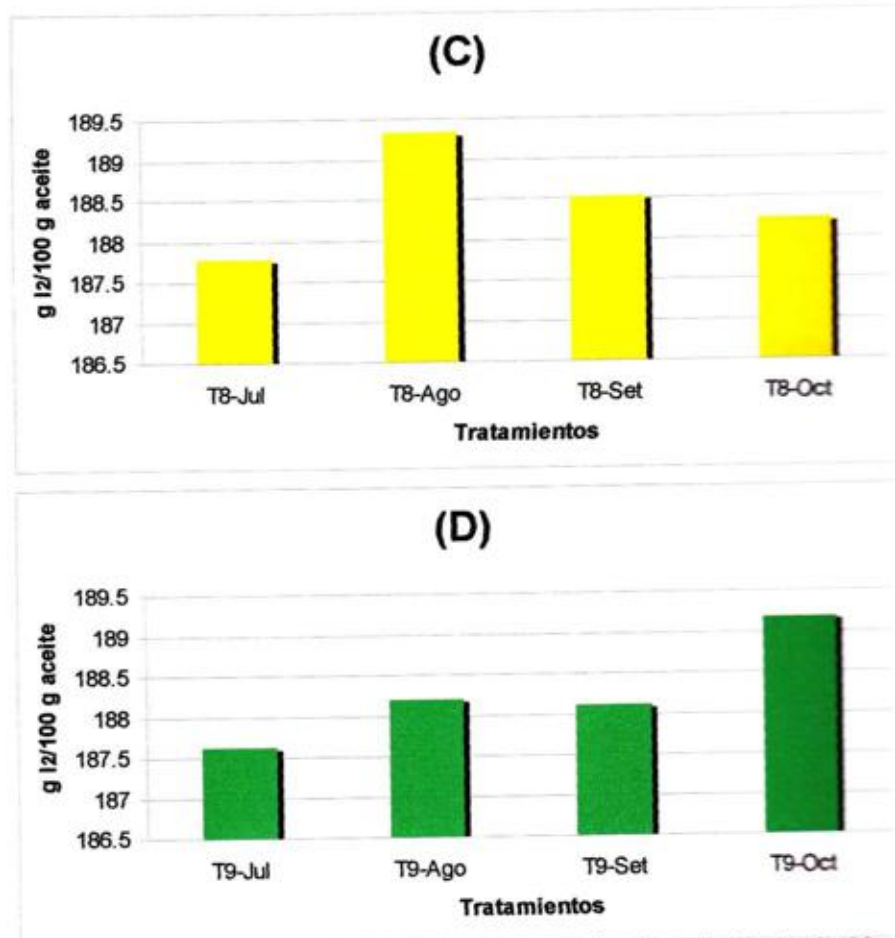


Figura 11. Variación del índice de yodo en cápsulas de Sacha Inchi, durante cuatro meses de almacenamientos: © temperatura de 28 ± 2 °C (D) temperatura de 16°C.

En la Figura 11 se observa un aparente incremento en el tercer mes, esto significaría una mayor concentración de ácidos grasos insaturados.

Para ambas Figuras, las variaciones del índice de yodo encontrados, considerando su alta instauración, se deberá a que no todos los ácidos grasos insaturados tienen la misma reactividad frente al halógeno. Cuando los dobles enlaces están conjugados reaccionan más lentamente que cuando no lo están y por lo tanto en este caso el índice de yodo no representa el verdadero grado de instauración del aceite (Bayley, 1961).

4.8.- ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos se obtuvieron del análisis de cuatro tratamientos en estudio, esto se debió al alto costo de los análisis en el equipo de cromatografía. Los factores tomados en cuenta fueron la temperatura y la presentación de la materia prima almacenada. Seleccionándose los tratamiento empacados en yute, por presentar los mejores resultados durante almacenamiento.

El análisis de contenido de ácidos grasos en la muestra fresca de Sacha Inchi presenta un contenido de 41,039% de ácido linolénico (ω -3), 41,26% de ácido linoleico (ω -6) y 9,85% de ácido oleico (ω -9).

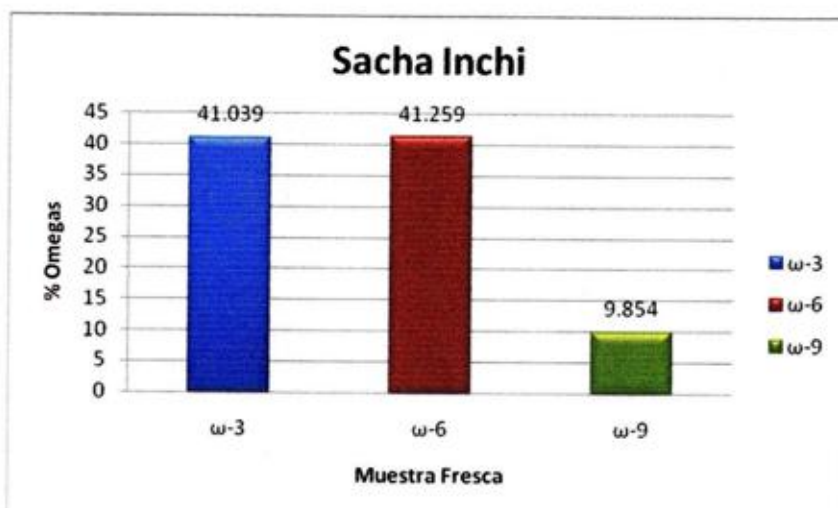


Figura 12. Contenido de Omegas 3, 6 y 9 en Sacha Inchi, muestras fresca.

El análisis de tendencias indican que hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, debido a la variación que se observa en cada mes. Sin embargo no representa una acción desfavorable pues el contenido es mantiene su porcentaje en promedio, durante los cuatro meses evaluados. Ver anexo 15.

Los resultados obtenidos se grafican en las figuras 12 y 13, las mismas que presentan el comportamiento de los omegas bajo estas condiciones.

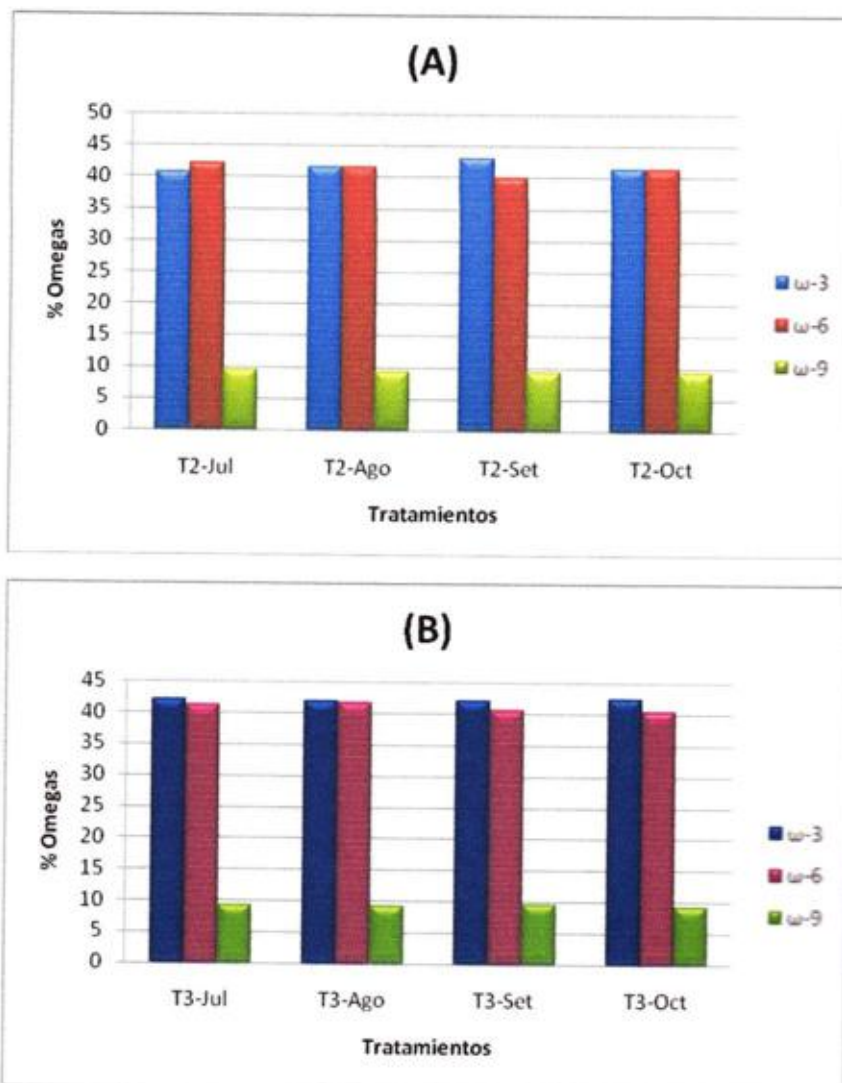


Figura 13. Variación de contenido del ácido α-linolénico (ω-3), ácido linoleico (ω-6) y ácido oleico (ω-9) en semillas almacenadas: (A) temperaturas de 28±2°C (B) temperatura de 16°C.

La Figura 12, muestra una estabilidad en relación al contenido de ácidos grasos durante almacenamiento. La variación en el porcentaje es mínima y aun observando un pico creciente en el tercer mes a temperatura de 28±2°C, se debe considerar que los ácidos grasos se mantienen estables. Los valores promedio fueron 41.69% de ácido α-linolénico (ω-3), 41.26% de ácido linoleico (ω-6) y 9,37% de ácido oleico (ω-9). Para las semillas a temperatura de 16°C, los promedios fueron 41.20% (ω-3), 41.02% (ω-6) y 9,29% (ω-9).

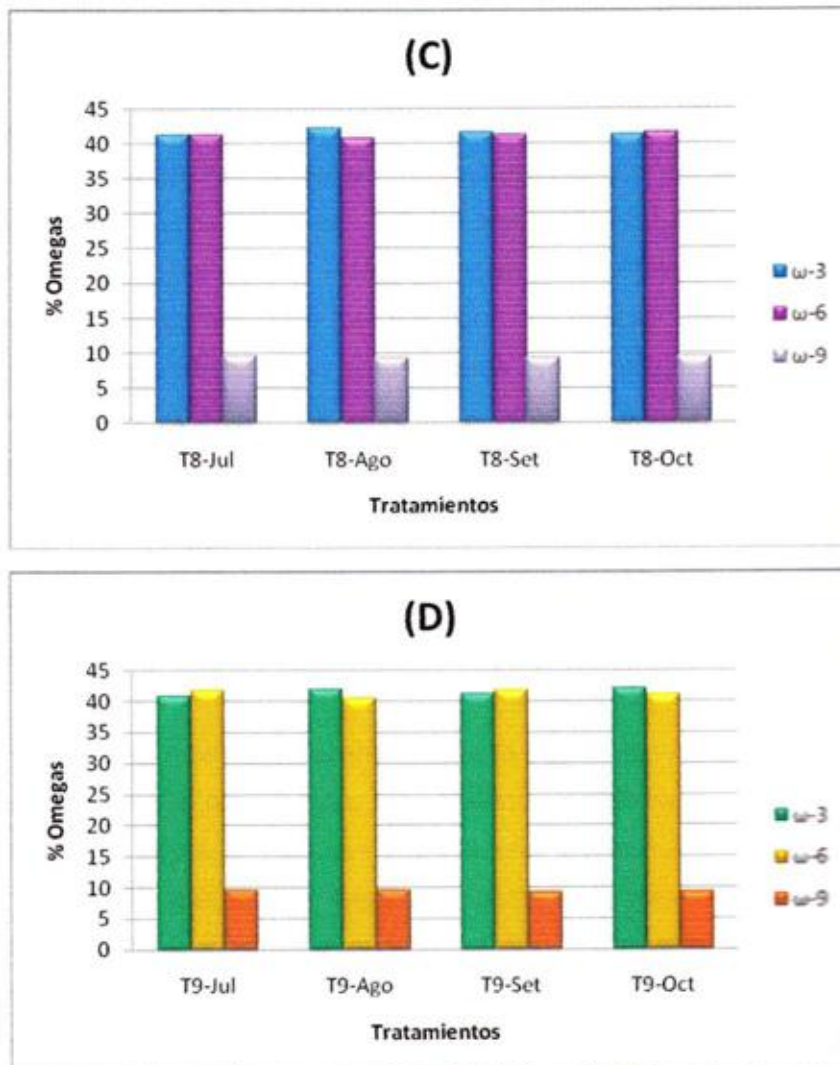


Figura 14. Variación de contenido del ácido α -linolénico (ω -3), ácido linoleico (ω -6) y ácido oleico (ω -9) en cápsulas almacenadas: (C) temperaturas de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ (D) temperatura de 16°C .

Para el caso de las cápsulas almacenadas a temperatura $28 \pm 2^\circ\text{C}$, gráfico © de la figura 13, podemos decir que los ácidos grasos se muestran estables durante almacenamiento. Reportando valores de 41.64% de ω -3, 41.23% de ω -6 y 9,39% de ω -9. La misma estabilidad se presenta en las cápsulas almacenadas a temperatura de 16°C , que presenta promedios de 41,52% de ω -3, 41,31% de ω -6 y 9,43% de ω -9.

4.9.- ANÁLISIS DE PROTEÍNAS

Al ser el Sacha Inchi una semilla con alto contenido de grasa y proteínas, es más susceptible al deterioro durante almacenamiento. Sin embargo las evaluaciones realizadas durante los meses de almacenamiento nos muestran variación en el contenido proteico. Considerando que el con contenido de proteínas del Sacha Inchi en estudio presentó inicialmente un 42.29%, podemos decir que para el caso del ecotipo Apangura su porcentaje de proteínas se encuentra entre los más altos en relación con otros ecotipos, como el ecotipo Shanao que estudió Vela (1995) y que tiene 26,7% de proteínas. O en el caso del la semilla evaluada por Manco (2008) que contiene 29,00% de proteínas.

Para el primer mes el análisis de varianza indica que hay diferencia significativa en el factor A (presentación del producto). Ver cuadro 10 y Gráfica 2.

Para el segundo mes de almacenamientos la interacción de la presentación y el tipo de empaque resultó tener una diferencia significativa en el análisis de varianza. Sin embargo, Duncan reporta una diferencia mínima entre los tratamientos, lo que puede explicarse como una menor actividad en el metabolismo de los carbohidratos presentes. Pero para el caso de las semillas almacenadas en polipropileno a 16°C, podemos decir que posiblemente el metabolismo de los carbohidratos convirtió los almidones en aminoácidos, lo que incrementó en 1,71% más el contenido de proteínas en éstas semillas. Ver anexo 15.

Mientras que en el tercer y cuarto mes de almacenamiento, el análisis de varianza y Duncan, reportaron diferencia significativa entre tratamientos.

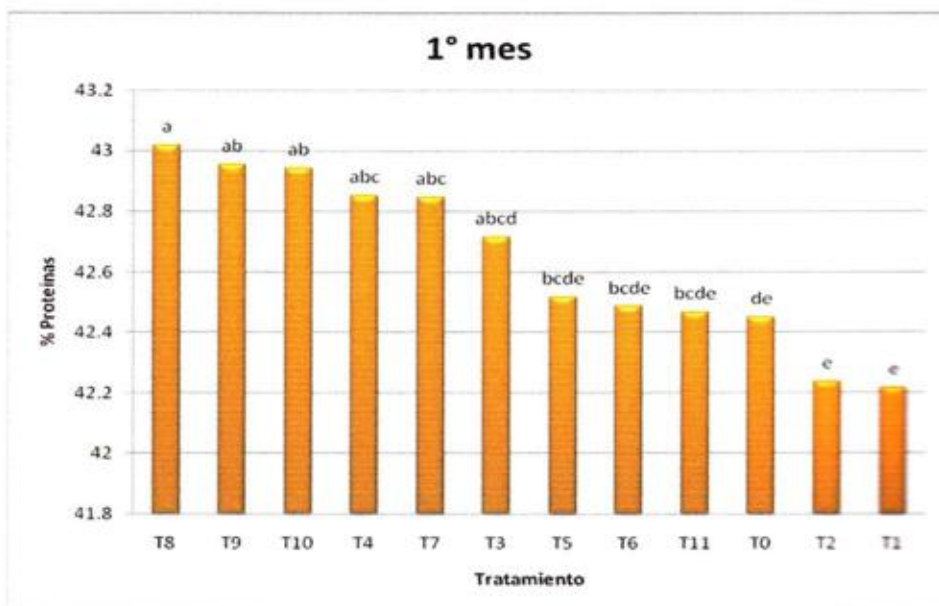
Por tanto, el ANVA, indica que hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero el porcentaje de proteínas se mantuvo en un rango de variación de $\pm 1,26$ puntos, durante los cuatros meses de almacenamiento.

Cuadro 10. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
	11	1.7498	0.1591	4.01037	2.82-4.46	*
A	1	0.499	0.4988	12.57566	4.96-9.65	**
B	2	0.36688	0.1834	4.62484	3.98-7.21	*
C	1	0.1157639	0.1158	2.91860	4.96-9.65	ns
AB	2	0.04986179	0.0249	0.62855	3.98-7.21	ns
BC	2	0.497092	0.2485	6.26626	3.98-7.21	*
AC	1	0.03774295	0.0377	0.95156	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.18360564	0.0918	2.31450	3.98-7.21	ns
Error	11	0.436306	0.0397			
Total	23	2.2782				

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. Prueba de DUNCAN de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.



Fuente Propia

En la Gráfica 3, Duncan nos indica una alta significancia entre tratamientos. Sobresaliendo las cápsulas empacadas en yute a ambas temperaturas, seguidas de las empacadas a en papel Kraft.

A continuación las figuras 15 y 16 nos grafican el comportamiento del contenido proteico en semillas y cápsulas de Sacha Inchi, almacenadas por cuatro meses.

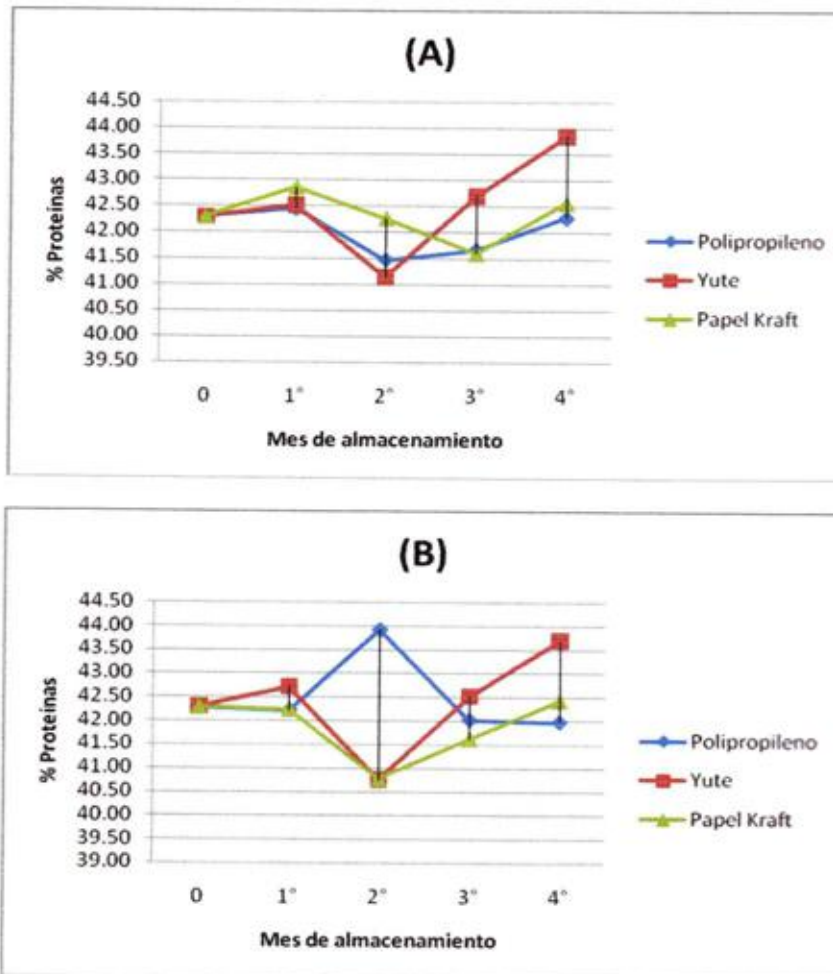


Figura 15. Variación de contenido de proteínas de semillas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (A) temperatura de 28±2 °C (B) temperatura de 16°C.

Para las semillas, el contenido de proteínas revela que el ecotipo en estudio mantiene, en promedio, un 42,27%. Valor significativo en una oleaginosa que además ofrece ácidos grasos esenciales en su contenido.

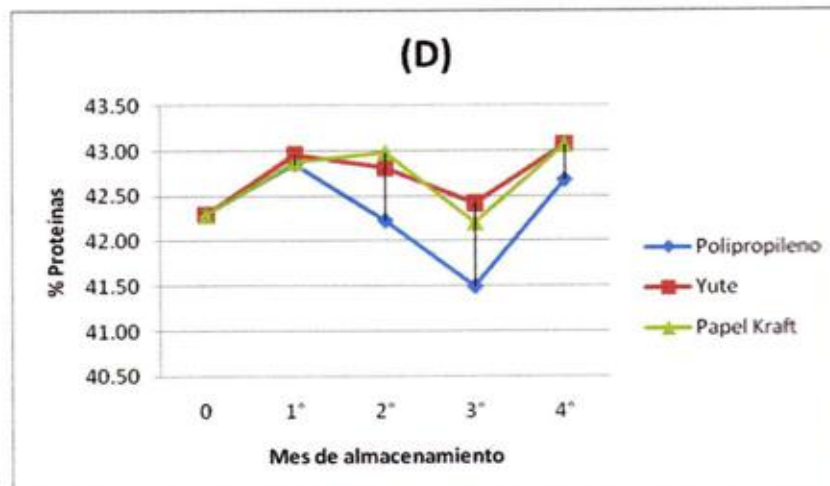
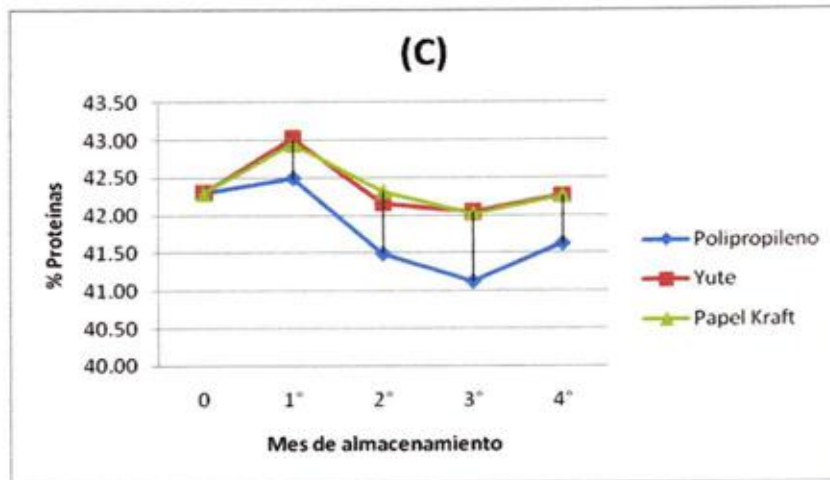


Figura 16. Variación de contenido de proteínas de cápsulas de Sacha Inchi durante cuatro meses de almacenamiento: (C) temperatura de 28±2 °C (D) temperatura de 16°C.

De manera general podemos decir que el contenido de proteínas se mantiene durante los cuatro meses, en promedio, con un 42,32%. Comparando con los resultados encontrados por Hazen y Stowesand (1980) que indica que el Sacha Inchi tiene un 33.3%. Esto nos da una referencia sobre el alto valor proteico del ecotipo Apangura, que se muestra estable en el tiempo de almacenamiento estudiado.

4.10.- ANÁLISIS DE MINERALES

El ecotipo en estudio presentó una composición de minerales rica en Potasio, Magnesio y Calcio.

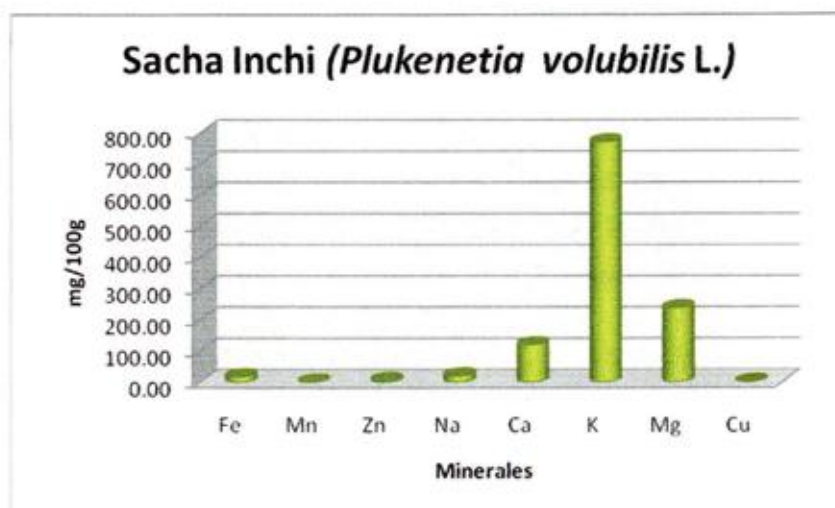


Figura 17. Contenido de minerales en Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Estudios relacionados en otras oleaginosas como el girasol y el piñón, presentan valores de 600 a 800 mg K/100g, mientras que el Sacha Inchi presenta un 772.07 mg K/100g. Siendo superado por la nuez que contiene 900mg K/100g.

En el caso del Magnesio, los frutos secos como las nueces y los maníes aportan 260 mg Mg/100g y el Sacha Inchi aporta 239.45 mg Mg/100 g.

El contenido de Calcio en Sacha Inchi es de 121.16 mg Ca/100 g. un aporte considerable; pero que a su vez no supera el aporte de las almendras, nueces y avellanas que contienen de 200 a 270 mg de Calcio/100 g, (**Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación,**)

Estos resultados nos demuestran que el Sacha Inchi es una importante fuente de minerales como el Potasio que contribuye al metabolismo de las células y el funcionamiento muscular. El Magnesio que aporta y Calcio proporciona la masa y densidad adecuada a los huesos para su funcionamiento mecánico y es mediador en la transmisión nerviosa.

4.11.- EVALUACIONES SENSORIALES

Los resultados de las evaluaciones sensoriales, identificaron las tendencias de la influencia de los factores analizados en las almendras crudas de sachá inchi. De esta manera se midió la interacción de los factores con cada parámetro evaluado, de acuerdo a la hoja de evaluación. (Ver anexo X).

4.11.1.- SABOR

Para el parámetro de sabor, los rangos se mantuvieron entre 4,2 y 4,8. Puntaje que corresponde a un sabor intenso a Sachá Inchi. A continuación las figuras 18, 19 y 20 describen las interacciones.

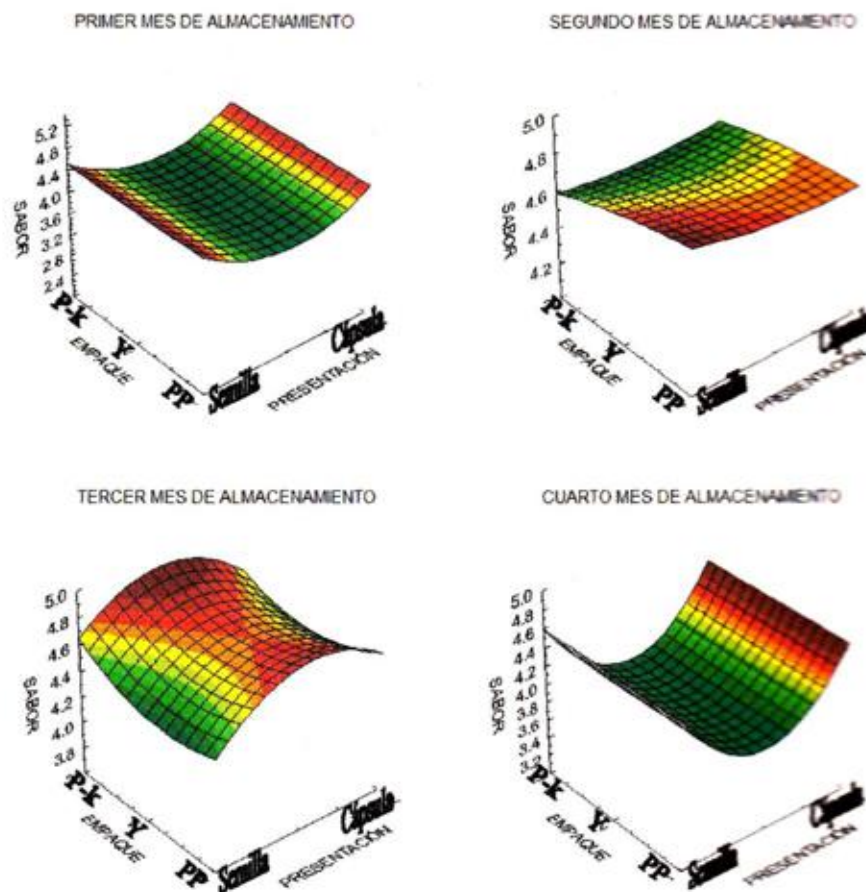


Figura 18. Interacción del empaque y la presentación en el sabor del sachá inchi, almacenado durante cuatro meses.

ou

En la figura 18 se observa la interacción del empaque y la presentación en el sabor del Sacha Inchi. Los valores definidos en la prueba sensorial, se mantienen entre 4,2 y 4,6 puntos. Rango que expresa el sabor intenso a Sacha Inchi. Esta tendencia nos muestra que la interacción del empaque y la presentación no tiene significancia sobre el sabor del Sacha inchi, almacenado durante cuatro meses.

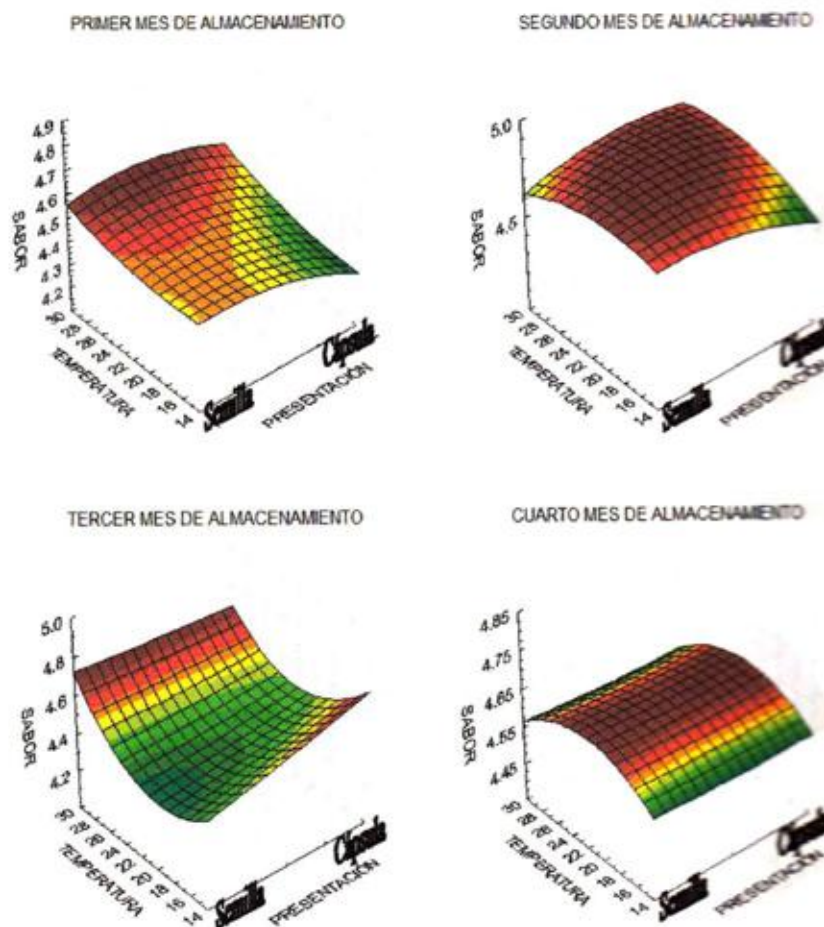


Figura 19. Interacción de la temperatura y la presentación en el sabor del sachá inchi, almacenado durante cuatro meses.

En esta evaluación, los resultados de la interacción de la temperatura y la presentación, muestran una ligera tendencia a concentrar el sabor a mayor temperatura ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) teniendo como rango desde 4,4 y 4,8 puntos, que corresponde a un sabor intenso a Sacha inchi. Mientras que a temperatura de 16°C el sabor se mantiene intenso entre 4,2 y 4,6.

Para ambas temperaturas se puede considerar que el rango de sabor es de 4,2 a 4,8 y se define como un sabor intenso a Sacha Inchi, durante los cuatro meses de almacenamiento.

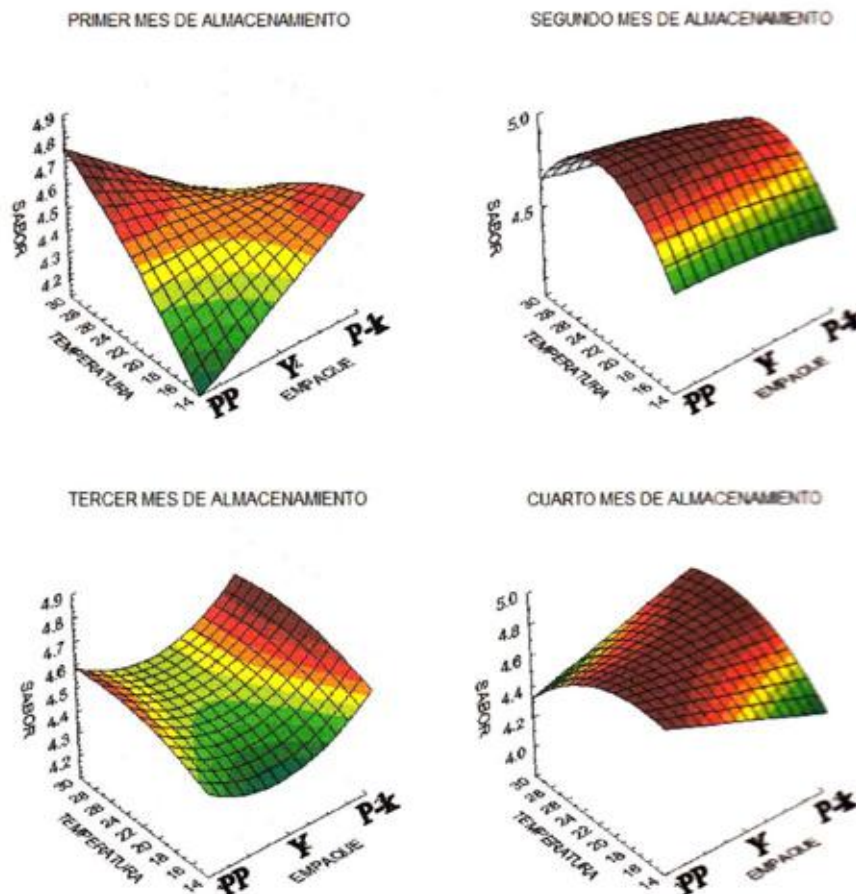


Figura 20. Interacción de la temperatura y el empaque en el sabor del sachá inchi, almacenado durante cuatro meses.

En esta interacción, podemos observar que el factor de temperatura influye en la intensidad del sabor. Para la temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ el sabor tiene un rango de 4,2 a 4,8 dentro de este rango, durante el primer mes, el empaque de polipropileno (PP) presenta un diferencia no significativa. En esta interacción, el sabor se mantiene intenso durante los cuatro meses de almacenamiento. Al igual que en las anteriores interacciones.

4.13.2.- CROCANTEZ

El parámetro de crocantez se midió según el crujido emitido durante el primer mordisco a la almendra de Sacha Inchi. Determinando de ésta manera la frescura de la misma. Las figuras 21,22 y 23 nos dibujan las tendencias.

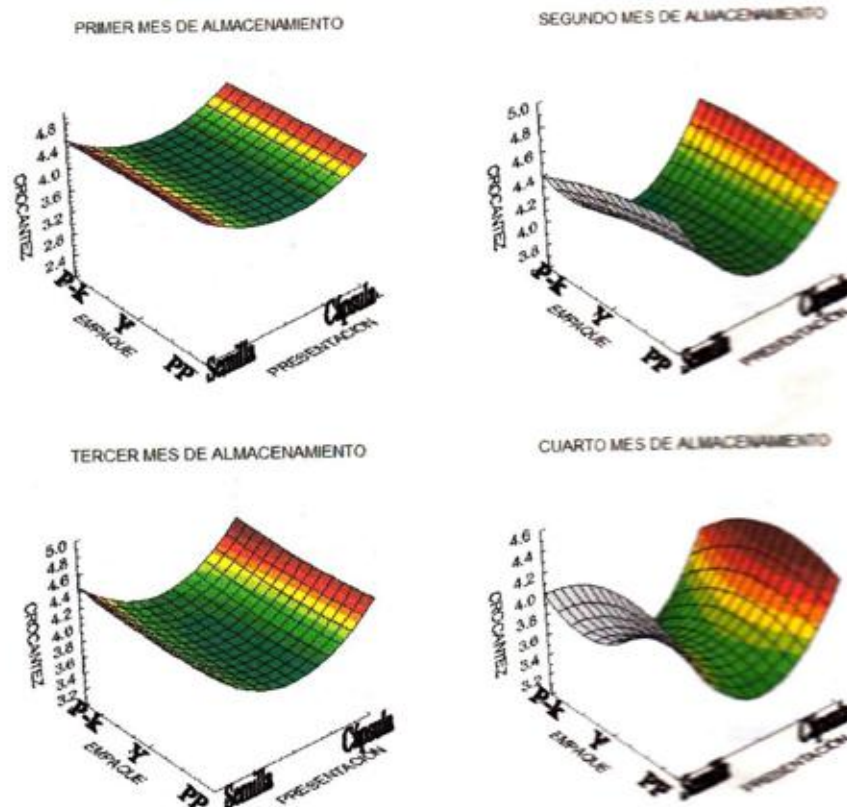


Figura 21. Interacción del empaque y la presentación en la crocantez del sachá in almacenado durante cuatro meses.

Los resultados obtenidos en éste parámetro nos muestran un rango de 4 a 4,8 puntos para todos los tratamientos. La tendencia se comporta estable con un nivel de muy crocante, para los cuatro meses de almacenamiento

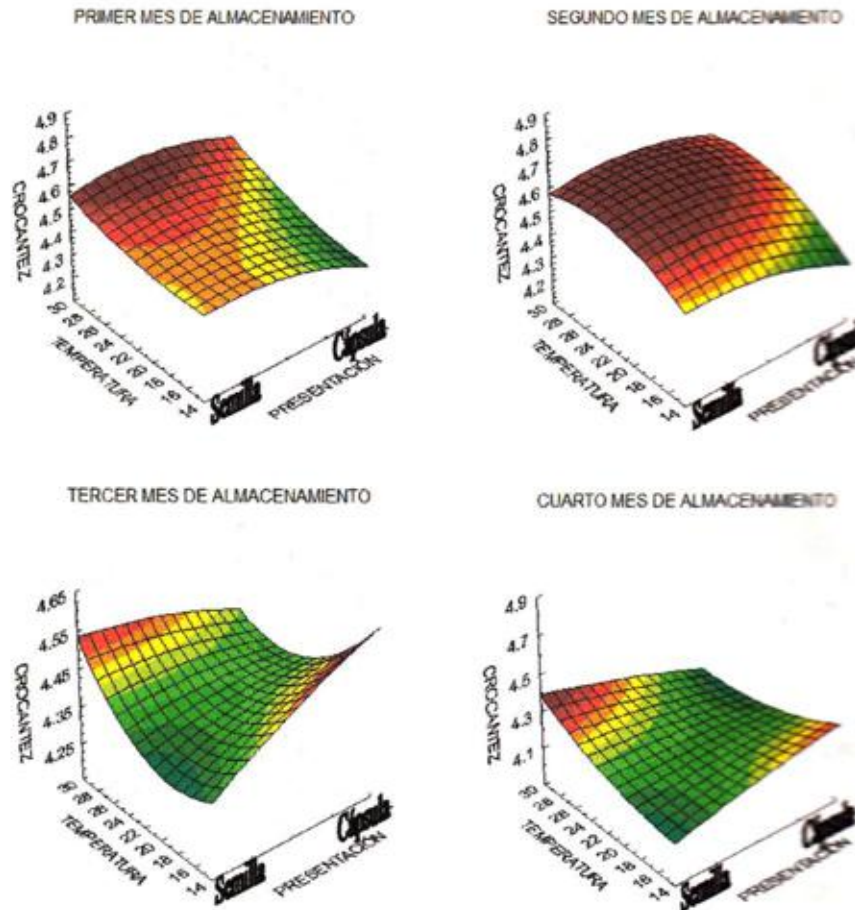


Figura 22. Interacción de la temperatura y la presentación en la crocancia del sachá inchi, almacenado durante cuatro meses

Para esta interacción, la crocancia es estable con un nivel de muy crocante. El rango se mantiene entre 4,2 y 4,6. Sin embargo para el tercer y cuarto mes de almacenamiento la temperatura baja indica una tendencia de valores bajos, pero que afectan significativamente a la crocancia.

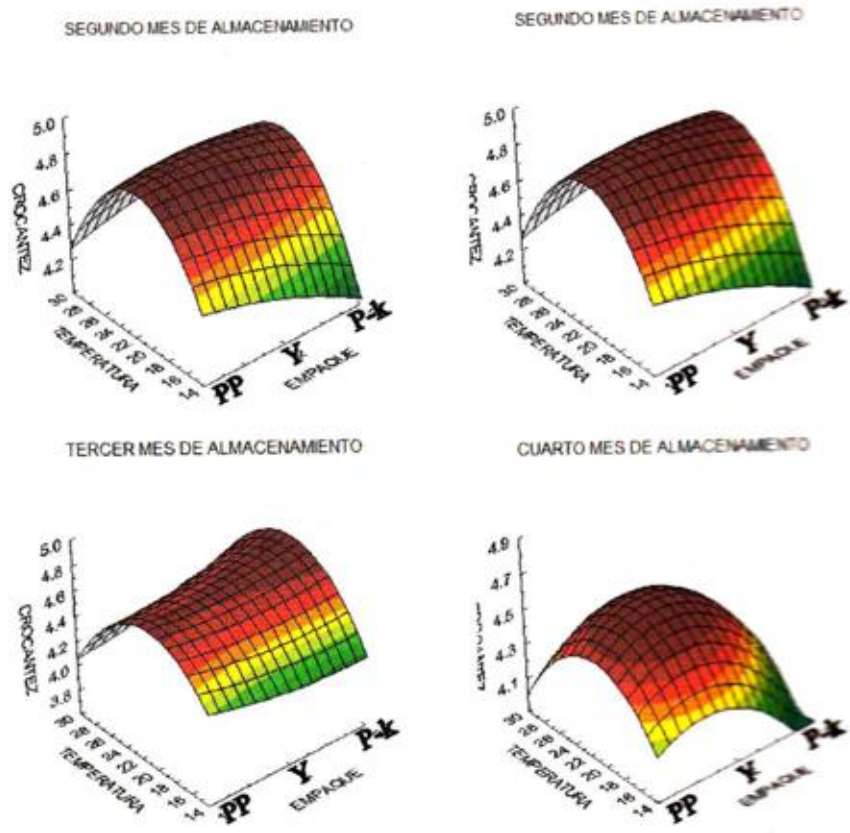


Figura 23. Interacción de la temperatura y el empaque en la crocantez del sachá inchi, almacenado durante cuatro meses

En esta interacción, la tendencia se muestra con un ligero descenso en los valores de la crocantez en relación al factor temperatura (tanto de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ y 16°C). Pero la crocantez se mantiene en un nivel de muy crocante, durante los cuatro meses de almacenamiento.

4.13.3.- RANCIDEZ

El parámetro de rancidez fue cuidadosamente evaluado en las pruebas sensoriales. Pues se tomó en consideración el sabor a rancio que comúnmente se siente cuando un producto que contiene aceite se oxida por diferentes factores. Las figuras 24, 25 y 26 muestran las tendencias.

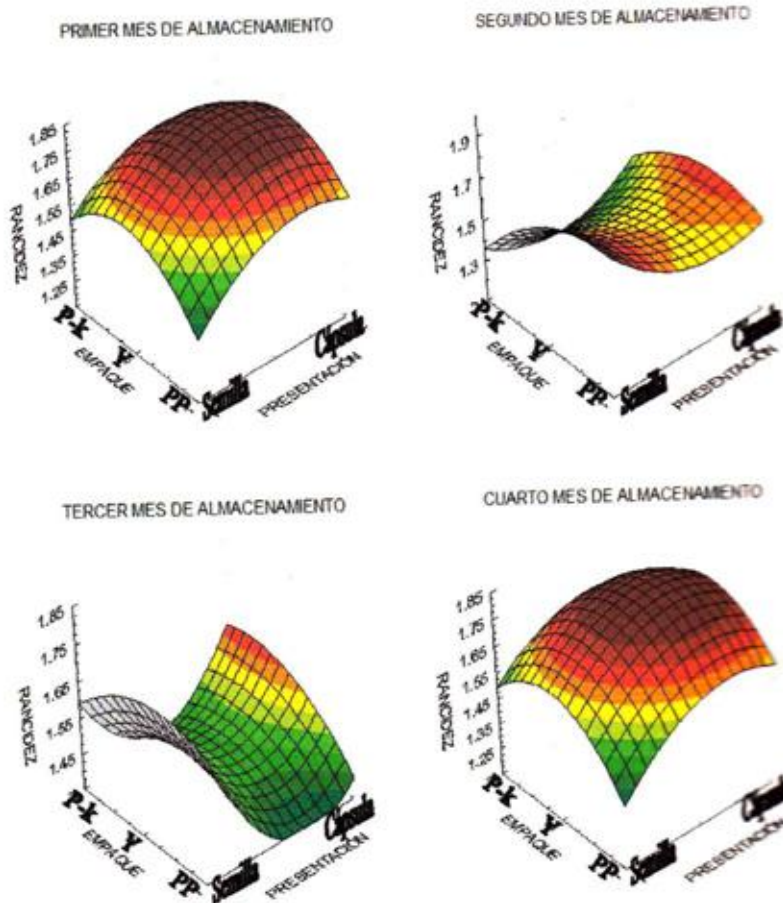


Figura 24. Interacción del empaque y la presentación en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

En la relación a la rancidez, la figura 22 grafica la interacción del empaque con la presentación, en el caso de las almendras de semillas, la tendencia es de no rancidez con valores que no superan el 1,8; también para las almendras de cápsulas se presentan los mismos valores de 1,2 a 1,8 puntos de aceptación.

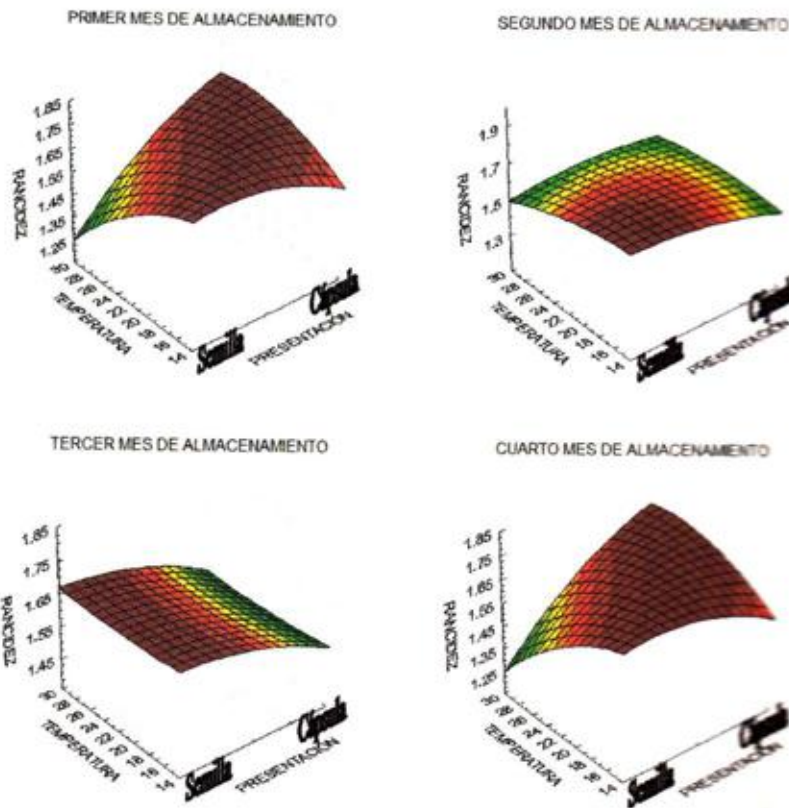


Figura 25. Interacción de la temperatura y la presentación en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

La tendencia en ésta figura nos indica que la rancidez tuvo ligero incremento en su valor de aceptación en el cuarto mes y puede explicarse como la influencia de la temperatura en las cápsulas, tanto en el primer mes como en el cuarto. Esto tendría una posible explicación en la sensibilidad del gusto de los panelistas, que estaban iniciando una evaluación y que para la última evaluación ya había definido el sabor a rancidez. A pesar que los gráfico son parecidos los valores varían en milésima, pero a su vez no pasan de 1,8 puntos; esto significa que no hubo presencia de rancidez.

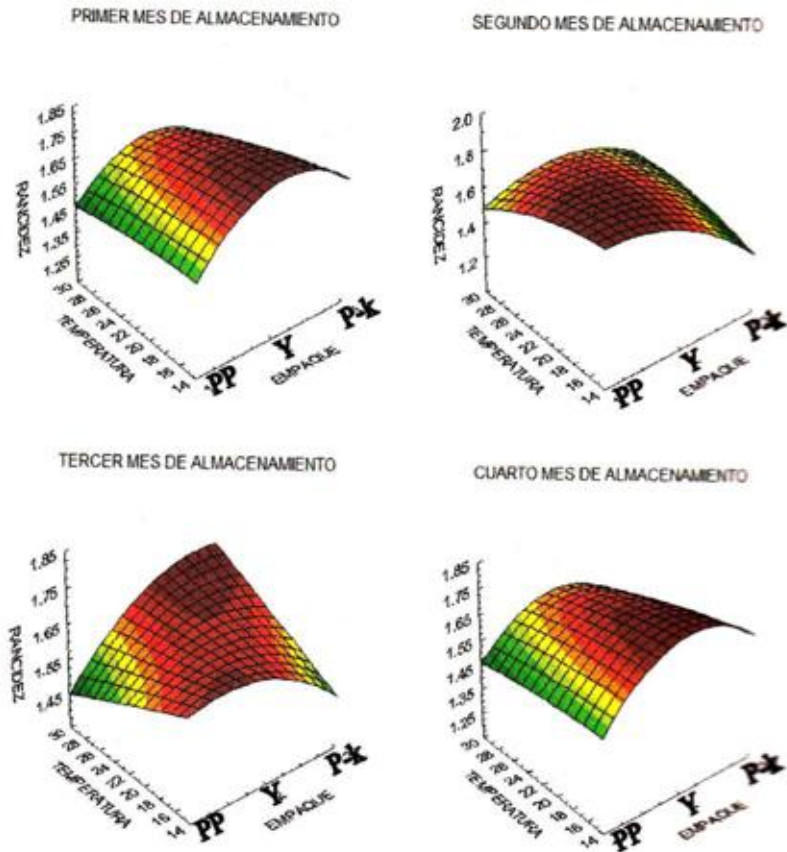


Figura 26. Interacción de la temperatura y el empaque en la rancidez del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

En la Figura 26, la interacción de la temperatura y el empaque tiene un comportamiento similar en las gráficas. Sin embargo sólo podemos confirmar la influencia de la temperatura en la característica de rancidez, tanto en semillas como en cápsulas. Pero al igual que las figuras 22 y 23, los resultados nos indican que no hubo presencia de rancidez en las almendras evaluadas.

4.13.4.- ASTRINGENCIA

Para evaluar sensorialmente ésta característica se tuvo en cuenta el sabor comúnmente conocido como "patco" o "pático", presente en las semillas de sabor astringente que contienen taninos o compuestos polifenólicos.

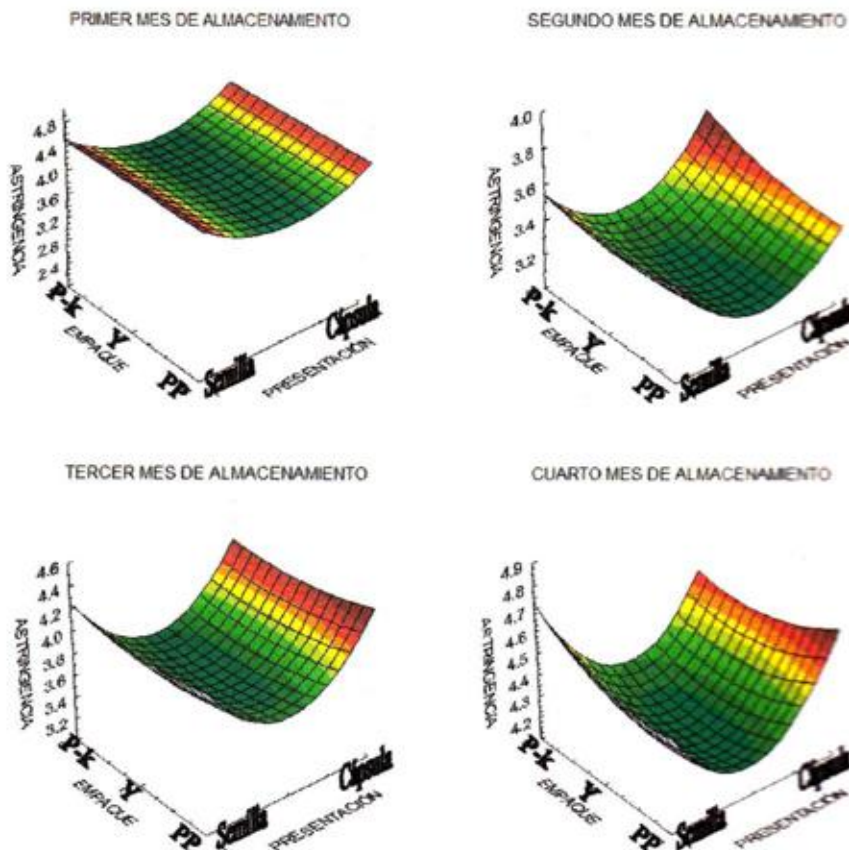


Figura 27. Interacción del empaque y la presentación en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

Los valores obtenidos fueron altos, con un rango de 3,6 y 4,8; describiendo así una característica de muy astringente en las semillas y las cápsulas. La tendencia en la interacción de la presentación y el empaque, mostró independencia en el resultado, pues no se observó una influencia marcada por alguno de los dos factores.

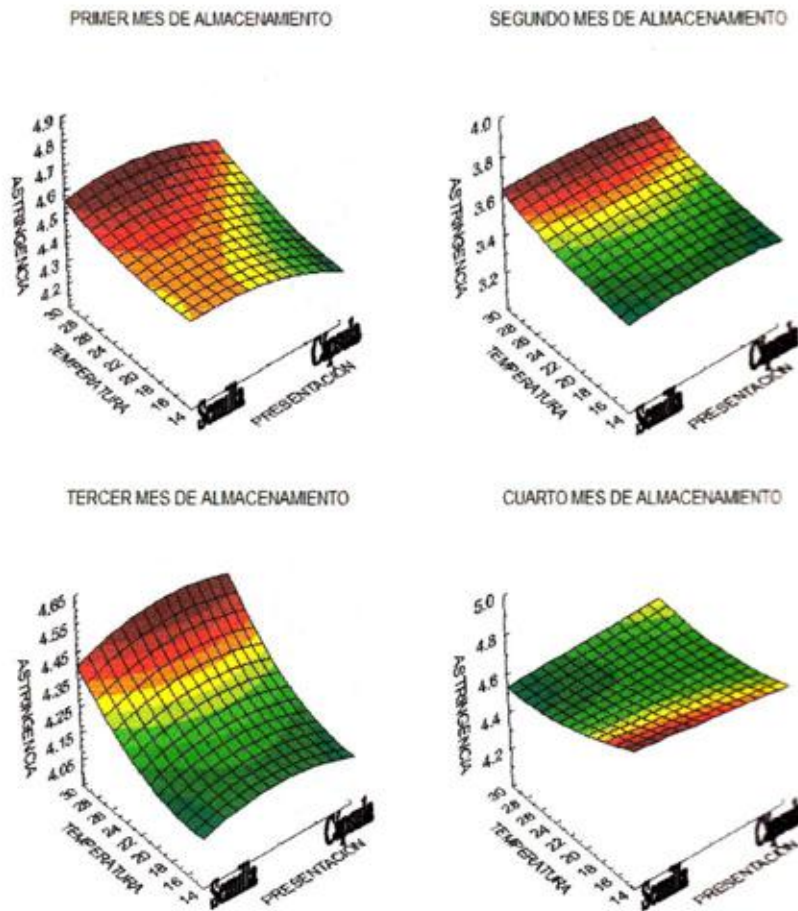


Figura 28. Interacción de la temperatura y la presentación en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

La interacción de la temperatura y la presentación, nos muestra una tendencia de que las semillas a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ presentan una astringencia mayor en comparación que las semillas a temperatura de 16°C .

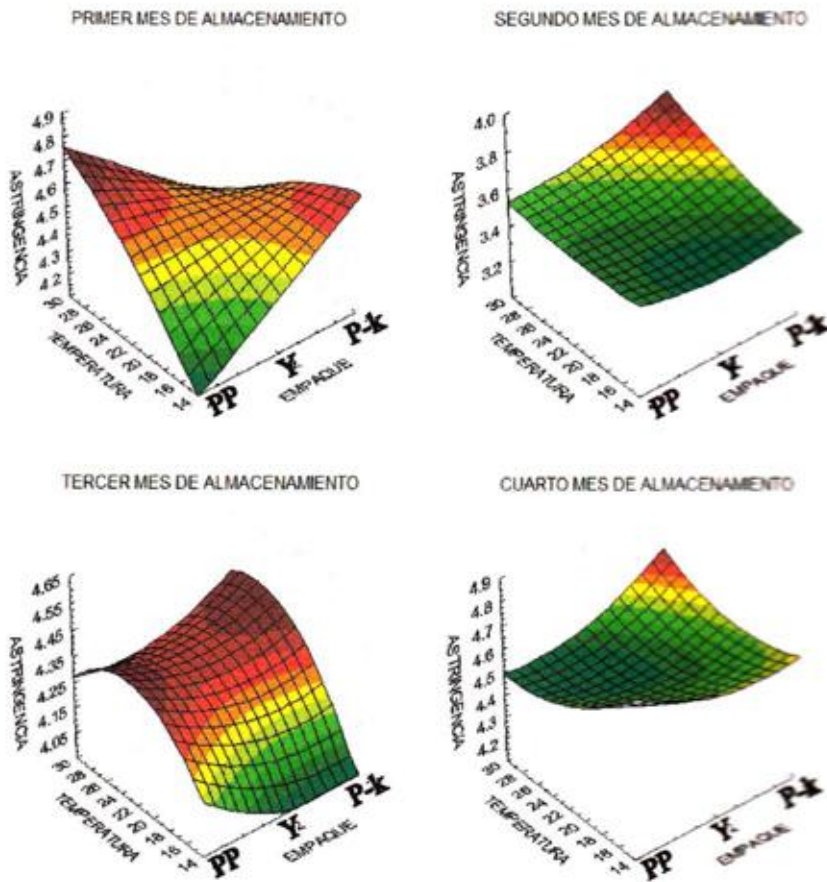


Figura 29. Interacción de la temperatura y el empaque en la astringencia del Sacha Inchi, almacenado durante cuatro meses.

En la interacción de la temperatura y el empaque podemos notar una clara influencia de la temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ en la astringencia, de manera independiente al tipo de empaque, las almendras de semillas y cápsulas se mantienen en un rango de 3,6 a 4,8 puntos; describiendo una tendencia de muy astringente.

V.- CONCLUSIONES

- Las mejores condiciones de almacenamiento, fueron las semillas en cápsulas a una temperatura de 16°C; hasta los cuatro meses de evaluación.
- El empaque que permitió expresar las mejores características físico-químicas en cápsulas de Sacha Inchi, fue el yute (fibra vegetal) durante los cuatro meses de almacenamiento.
- El índice de acidez de los diferentes tratamientos no superó el 1%. Sin embargo, el índice de peróxido se incrementó hasta 9 meq O₂/ Kg. Finalmente, el índice de iodo tuvo en promedio 189 g I/100 g grasa hasta el cuarto mes de almacenamiento. Lo que nos expresa la alta estabilidad de la composición de las semillas de Sacha Inchi.
- Sensorialmente, los tratamientos en estudio, expresaron un sabor intenso, muy crocantes, sin rancidez y muy astringentes hasta el cuarto mes de almacenamiento.

VI.- RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar los estudios bromatológicos del ecotipo **Apangura**, en la determinación de tocoferoles y aminoácidos.
- ✓ Realizar estudios de caracterización físico-química de los ecotipos **Chazuta**, Habana, Pinto Recodo y Chipaota.
- ✓ Realizar un estudio de un tiempo mayor a los cuatro meses de almacenamiento de semilla y cápsulas para determinar la calidad del aceite de Sacha Inchi.

VII.-BIBLIOGRAFÍA

- **ARÉVALO, G. (1989-1995).** Informes de Resultados de Investigación Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. E.E. "El Porvenir". 20 p.
- **BAILEY, A. E. (1961).** Aceites y Grasas industriales, Ed. Reverté, España, 4-13, 18-32, 59-82, 425-448 p.
- **BONDIOLI, et al (2066).** "Alpha Linolenic acid rich oils. Composition of *Plukenetia volubilis* (Sacha Inchi) oil from Perú" . *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 83 (3), 120 – 123.
- **CAMARENA, M. F., MONTALVO, R. (1981).** Diagnóstico, aceites y grasas, cultivo del maní, ajonjolí, girasol, Lima – Perú, 10,12 p.
- **CEROVICH, M.; MIRANDA F. (2004):** Almacenamiento de semillas, estrategia básica para la seguridad alimentaria. Revista Digital del Centro de Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela (CENIAP HOY). N°004.
- **CHEFTEL, J.C. ()** Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, volumen I, Ed. Acribia, España, 218 p.
- **CORDERO (1989),**"Clarification of Pineapple Juice (*Ananas comosus* L. Ferry) by Ultrafiltration and Microfiltration : Physicochemical Evaluation of Clarified Juices, Softdrink Formulation, and Sensorial Evaluation". *Journal of Agricultural and food*
- **DE EMPAQUE** Universidad Nacional Agraria La Molina LIMA – 2006
- **DE LUCIA M. Y ASSENNATO D., (1993).** La ingeniería en el desarrollo - Manejo y tratamiento de granos poscosecha, FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00100 Roma, Italia 1993.
- **EGAN, H., KIRK, R., & SAWYER, R., (1991).**"Análisis Químico de Alimentos de Pearson", 4^{ta} edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1991, p. 13-17, 19-39.

- **GUERRERO, J. (2006).** Investigaciones Realizadas del Sacha Inchi en San Martín. Boletín Técnico. Facultad de Ciencias Agrarias –UNSM. Perú. 6 - 10 p.
- **HAMAKER, B.R. (1990).** Perfiles de aminoácidos y ácidos grasos del "Maní del Inca" (*Plukenetia volubilis* L.), Universidad de Arkansas, Estados Unidos. Guidelines for the establishment and operation of vegetal oil factories, Cornell, Estados Unidos, 116 p.
- **HERNÁNDEZ, J. Y PUENTES, L. (2005).** Manejo Postcosecha de Granos A nivel del Pequeño Agricultor, Universidad Nacional de Colombia Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico CINDEC.
- **HIGUCHI, S. (2004).** PROYECTO DE LEY: Ley que Declara al Sacha Inchi como Patrimonio Genético Nacional y Producto Alternativo en la lucha contra la pobreza. Lima 08 setiembre 2004.
- **LEHNINGER, A., (1985),** "Bioquímica", 2^{da} edición, Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, 1985, p. 59-68, 285-289
- **MANCO, E. (2006).** Situación y Avances del Cultivo de Sacha Inchi en el Perú. Dirección Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. 30 p.
- **MARTÍN, D. W., RODWELL, V.W.; MAYES, P.A. (1984)** Bioquímica de Harper, 9na Edición, Edi. Manual Moderno S.A., México, 213 p.
- **MEDINA M., CORONADO J., GARCÍA N., CUEVA A. (2008).** Informe final "Manejo Postcosecha, Caracterización físico-química, secado y almacenamiento de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), cultivado en tres pisos ecológicos de la Región San Martín". Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú.
- **MIRANDA A., G. (2003).** Tesis Doctoral "Influencia de la temperatura, el envase y la atmósfera en la conservación de uvas pasas y de albaricoques deshidratados". Universidad de Valencia. Facultad de Ingeniería Química. España.
- **PELAYO, Z. C. (1992).** Perdidas de poscosecha: Significancia, estimación y control. pp. 25 - 29. En: E. M. Yahia e I. Higuera (eds.) Simposio Nacional de Fisiología y tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas en México. Editorial Limusa, México. 351 p.

- PEÑA, S. *et al.*, (2008), CULTIVO DEL SACHA INCHI Manual de Capacitación - HUANCAYO Febrero 2008.
- PERUAGROFORESTRY., (2002). Agroforestería y Reforestación – Sistemas y tecnología. Pagina Internet: <http://wwwperuagroforestry.com/>.
- POTTER, N. (1973). La ciencia de los alimentos, Ed. Edutex, México, 504 p.
- PROMPEXPERU, (2006). Diagnóstico del Programa Regional de Biocomercio en la Amazonía. Lima, Junio 2006.
- PROYECTO OMEGA (2002). El Inca Inchi. Agroindustrias Amazónicas. Boletín Técnico. Lima –Perú. 6 p.
- SALAS, W. (2007). Centro de Investigación y Capacitación de Envases y Embalajes. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- SEVILLA, R. Y HOLLE, M (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Edición Luis León Asociados S.R.L. 1ra Edición. Pág. 257 – 261. Lima - Perú.
- VALLES, C. (1995). El Sacha Inchi, Planta Nativa de Importancia Proteica y Aceitera para la Selva Alta. Separatas. 8 p.
- VELA, L. (1995). Ensayos para la extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en el departamento de San Martín. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín – Perú.
- <http://www.andina.com.pe/Espanol/SedraOnLine.aspx>
- <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/INIA/inia-i5/inia-i5-05.htm#TopOfPage>

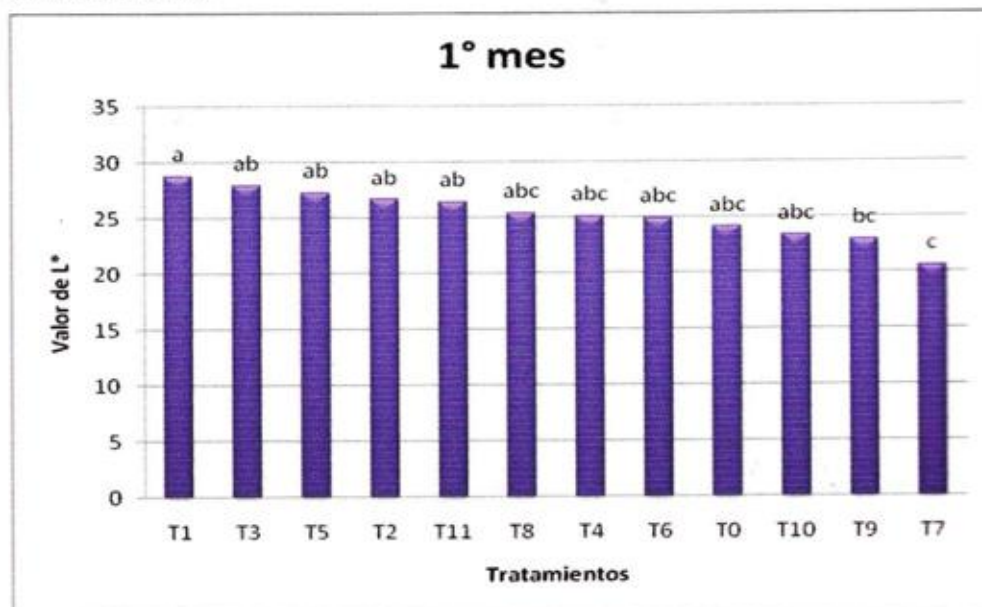
VII.- ANEXOS

Anexo 1

Cuadro 1. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	117.1542	10.6504	2.15298	2.82-4.46	ns
A	1	43.041	43.0408	8.70074	4.96-9.65	**
B	2	5.85382	2.9269	0.59168	3.98-7.21	ns
C	1	3.1974000	3.1974	0.64636	4.96-9.65	ns
AB	2	6.47375833	3.2369	0.65434	3.98-7.21	ns
BC	2	11.470825	5.7354	1.15942	3.98-7.21	ns
AC	1	22.854016	22.8540	4.61996	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	24.263555	12.1318	2.45245	3.98-7.21	ns
Error	11	54.414783	4.9468			
Total	23	190.6150				

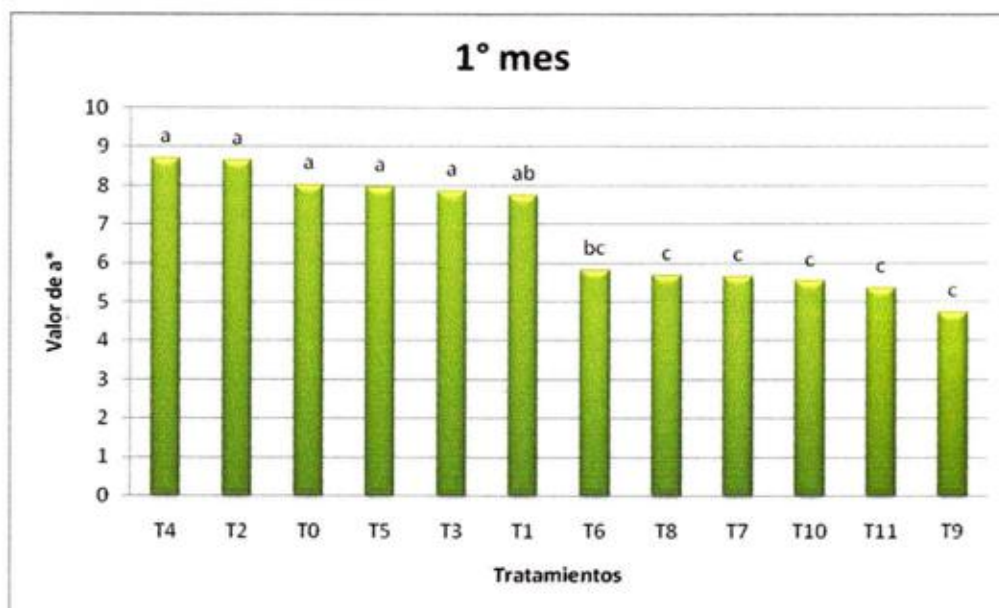
Cuadro 2. Prueba de DUNCAN L* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento



Cuadro 3. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	47.1884	4.2899	16.62299	2.82-4.46	**
A	1	43.875	43.8751	170.01386	4.96-9.65	**
B	2	0.11401	0.0570	0.22089	3.98-7.21	ns
C	1	1.6485042	1.6485	6.38787	4.96-9.65	*
AB	2	0.92650833	0.4633	1.79509	3.98-7.21	ns
BC	2	0.456058	0.2280	0.88360	3.98-7.21	ns
AC	1	0.04083750	0.0408	0.15824	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.12742500	0.0637	0.24688	3.98-7.21	ns
Error	11	2.838746	0.2581			
Total	23	50.5884				

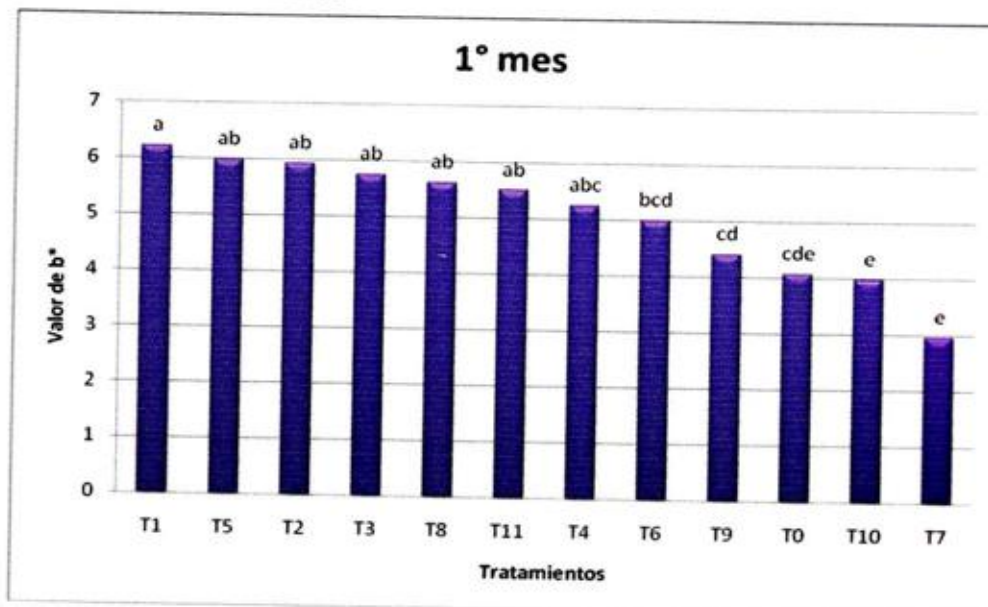
Cuadro 4. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.



Cuadro 5. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	21.9166	1.9924	11.60873	2.82-4.46	**
A	1	5.463	5.4626	31.82753	4.96-9.65	**
B	2	3.17543	1.5877	9.25073	3.98-7.21	**
C	1	0.1488375	0.1488	0.86719	4.96-9.65	ns
AB	2	0.13813333	0.0691	0.40241	3.98-7.21	ns
BC	2	3.385200	1.6926	9.86183	3.98-7.21	**
AC	1	3.23400417	3.2340	18.84273	4.96-9.65	**
Int. ABC	2	6.37243333	3.1862	18.56429	3.98-7.21	**
Error	11	1.887946	0.1716			
Total	23	24.9883				

Cuadro 6. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el primer de almacenamiento.

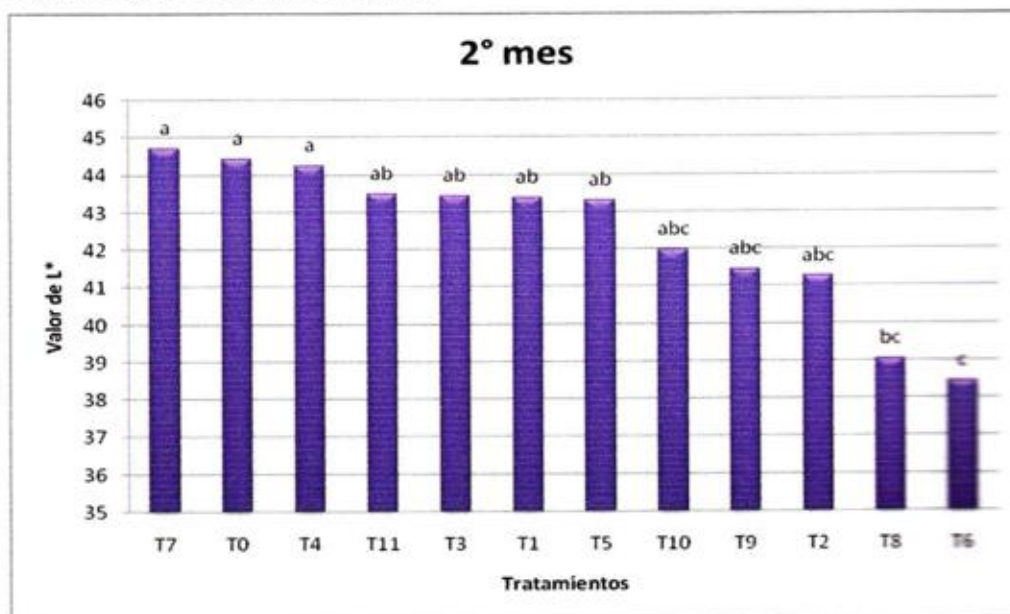


Anexo 2

Cuadro 7. ANVA del parámetro L* del color ten almendras de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	92.1174	8.3743	2.74908	2.82-4.46	ns
A	1	19.893	19.8926	6.53026	4.96-9.65	*
B	2	16.39441	8.1972	2.69094	3.98-7.21	ns
C	1	17.9055375	17.9055	5.87795	4.96-9.65	*
AB	2	1.88790833	0.9440	0.30988	3.98-7.21	ns
BC	2	6.303225	3.1516	1.03460	3.98-7.21	ns
AC	1	16.65000	16.6500	5.46579	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	13.0837583	6.5419	2.14754	3.98-7.21	ns
Error	11	33.508413	3.0462			
Total	23	134.3019				

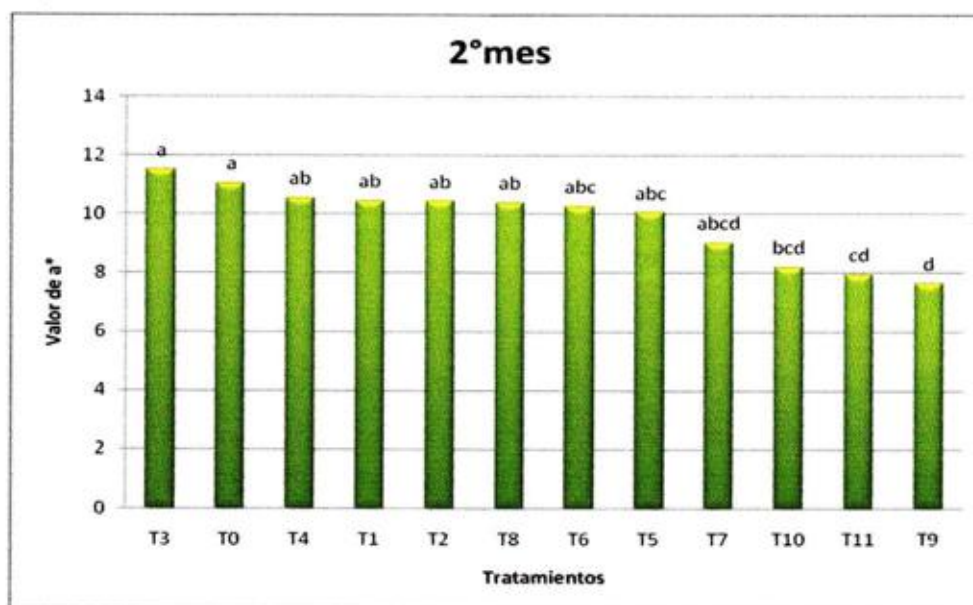
Cuadro 8. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.



Cuadro 9. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	35.6465	3.2406	3.44536	2.82-4.46	**
A	1	18.727	18.7267	19.90998	4.96-9.65	**
B	2	4.59276	2.2964	2.44148	3.98-7.21	ns
C	1	3.0246000	3.0246	3.21572	4.96-9.65	*
AB	2	1.39750833	0.6988	0.74291	3.98-7.21	ns
BC	2	0.339325	0.1697	0.18038	3.98-7.21	ns
AC	1	2.98215000	2.9821	3.17059	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	4.58347500	2.2917	2.43655	3.98-7.21	ns
Error	11	10.346233	0.9406			
Total	23	46.7560				

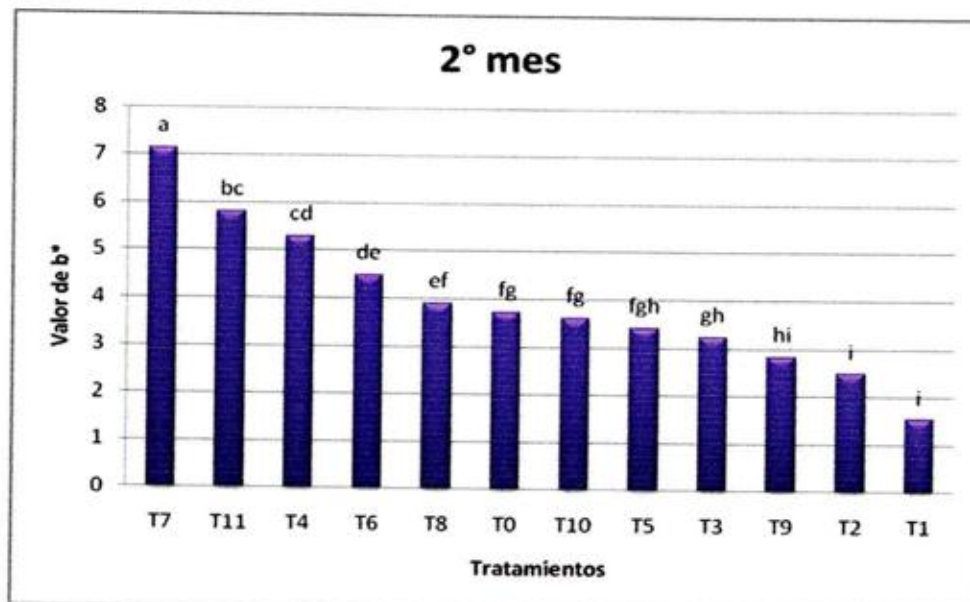
Cuadro 10. . Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.



Cuadro 11. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	52.0271	4.7297	64.56216	2.82-4.46	**
A	1	10.949	10.9485	149.44986	4.96-9.65	**
B	2	9.03666	4.5183	61.67634	3.98-7.21	**
C	1	0.0315375	0.0315	0.43049	4.96-9.65	ns
AB	2	10.0875083	5.0438	68.84852	3.98-7.21	**
BC	2	0.173125	0.0866	1.18160	3.98-7.21	ns
AC	1	8.43720417	8.4372	115.16998	4.96-9.65	**
Int. ABC	2	13.3126083	6.6563	90.86024	3.98-7.21	**
Error	11	0.805846	0.0733			
Total	23	52.8755				

Cuadro 12. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

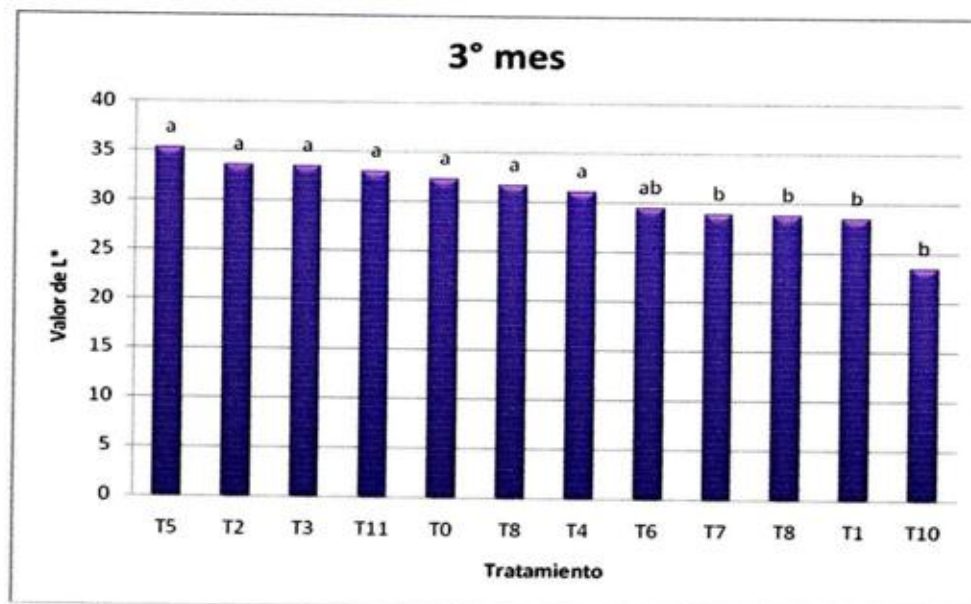


Anexo 3

Cuadro 13. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	224.1365	20.3760	2.32919	2.82-4.46	ns
A	1	59.189	59.1890	6.76592	4.96-9.65	*
B	2	17.63777	8.8189	1.00809	3.98-7.21	ns
C	1	6.7522042	6.7522	0.77185	4.96-9.65	ns
AB	2	14.4469083	7.2235	0.82572	3.98-7.21	ns
BC	2	102.837608	51.4188	5.87770	3.98-7.21	*
AC	1	5.57770417	5.5777	0.63759	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	17.6953083	8.8477	1.01138	3.98-7.21	ns
Error	11	96.229246	8.7481			
Total	23	344.2260				

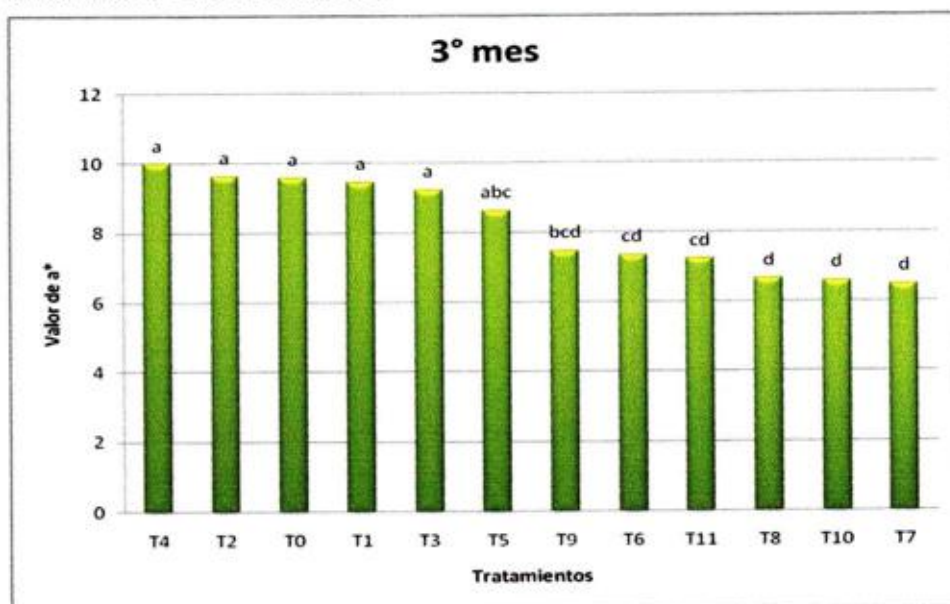
Cuadro 14. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.



Cuadro 15. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	40.3992	3.6727	8.87905	2.82-4.46	**
A	1	36.408	36.4081	88.02047	4.96-9.65	**
B	2	0.07521	0.0376	0.09091	3.98-7.21	ns
C	1	0.2773500	0.2774	0.67052	4.96-9.65	ns
AB	2	0.06340833	0.0317	0.07665	3.98-7.21	ns
BC	2	0.570325	0.2852	0.68941	3.98-7.21	ns
AC	1	1.03335000	1.0334	2.49824	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	1.97152500	0.9858	2.38319	3.98-7.21	ns
Error	11	4.549950	0.4136			
Total	23	45.5073				

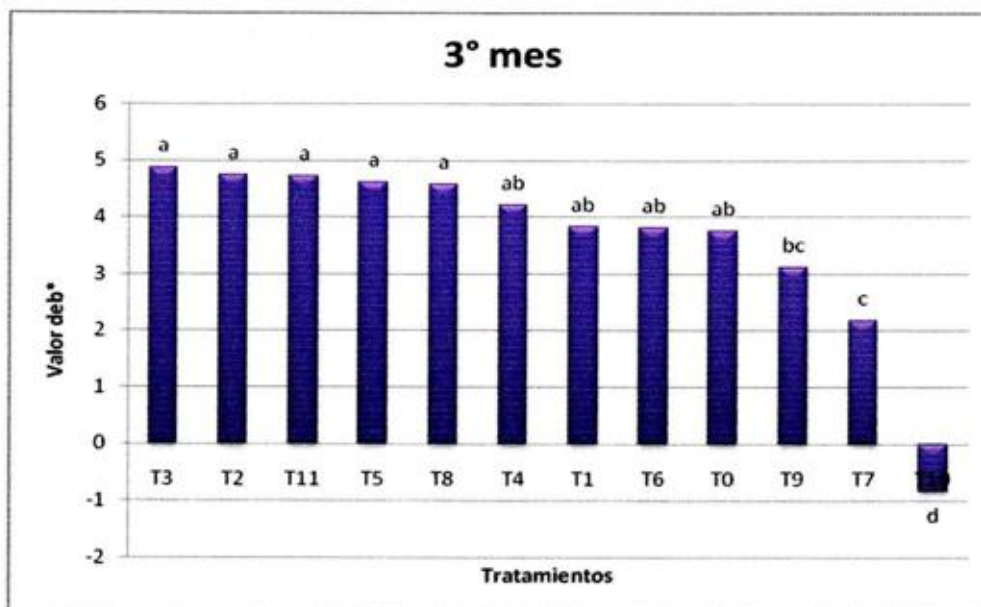
Cuadro 16. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.



Cuadro 17. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	57.1270	5.1934	16.21402	2.82-4.46	**
A	1	11.915	11.9145	37.19782	4.96-9.65	**
B	2	5.97211	2.9861	9.32265	3.98-7.21	**
C	1	1.5555042	1.5555	4.85638	4.96-9.65	ns
AB	2	3.41605833	1.7080	5.33257	3.98-7.21	**
BC	2	18.290108	9.1451	28.55143	3.98-7.21	ns
AC	1	0.56120417	0.5612	1.75211	4.96-9.65	**
Int. ABC	2	15.4175583	7.7088	24.06729	3.98-7.21	**
Error	11	3.523313	0.3203			
Total	23	60.6549				

Cuadro 18. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

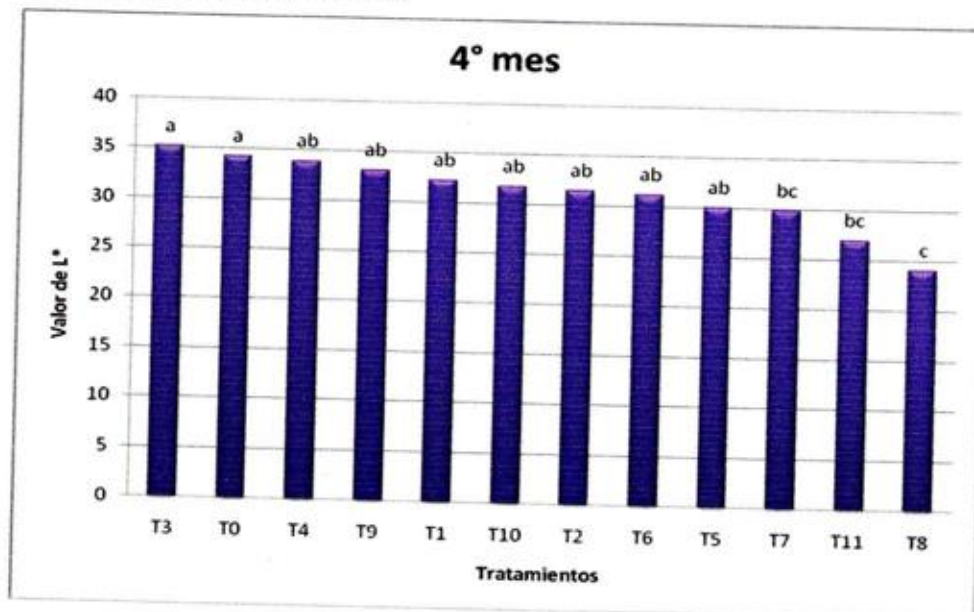


Anexo 4

Cuadro 19. ANVA del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	216.0221	19.6384	2.31558	2.82-4.46	ns
A	1	66.234	66.2340	7.80971	4.96-9.65	*
B	2	6.57592	3.2880	0.38769	3.98-7.21	ns
C	1	0.0900375	0.0900	0.01062	4.96-9.65	ns
AB	2	5.7189250	2.8595	0.33716	3.98-7.21	ns
BC	2	122.58452	61.2923	7.22702	3.98-7.21	**
AC	1	4.092004	4.0920	0.48249	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	10.726658	5.3633	0.63239	3.98-7.21	ns
Error	11	93.290813	8.4810			
Total	23	331.2589				

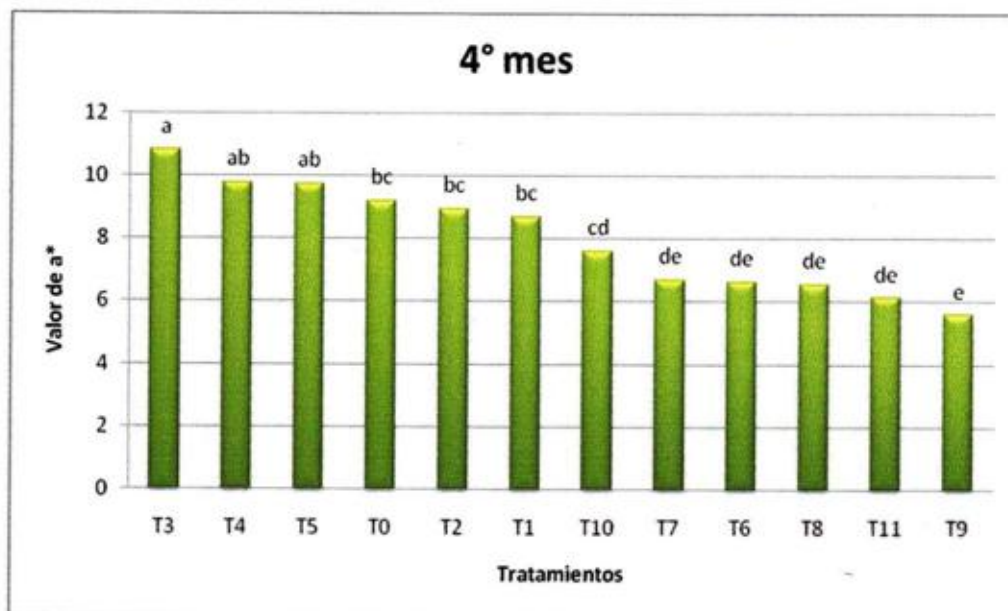
Cuadro 20. Prueba de DUNCAN del parámetro L* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.



Cuadro 21. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	63.9387	5.8126	13.57565	2.82-4.46	**
A	1	53.611	53.6107	125.21045	4.96-9.65	**
B	2	1.08603	0.5430	1.26824	3.98-7.21	ns
C	1	0.1820042	0.1820	0.42508	4.96-9.65	ns
AB	2	2.34453333	1.1723	2.73789	3.98-7.21	ns
BC	2	1.507633	0.7538	1.76058	3.98-7.21	ns
AC	1	2.28763750	2.2878	5.34336	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	2.92000000	1.4600	3.40990	3.98-7.21	ns
Error	11	4.709813	0.4282			
Total	23	72.3224				

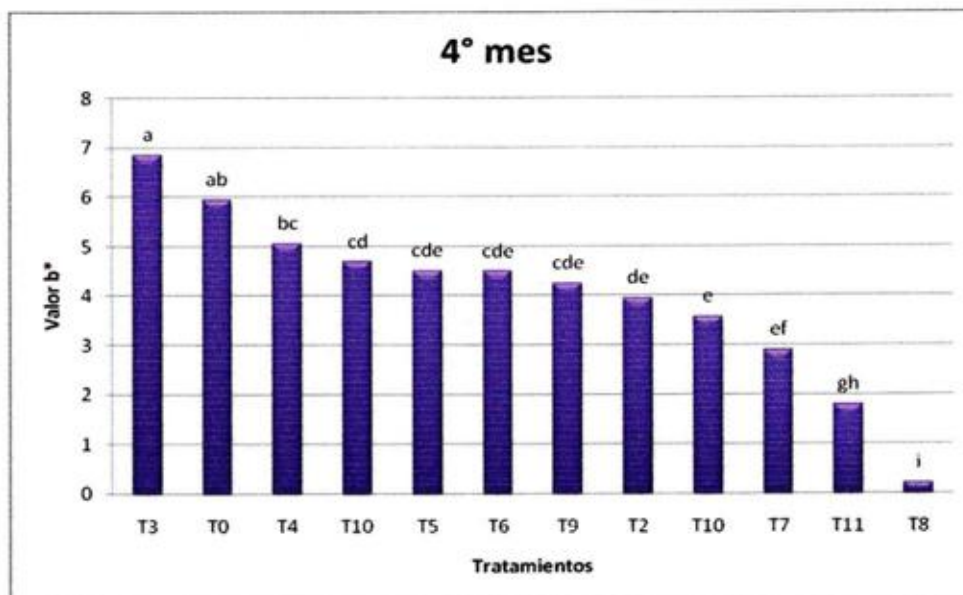
Cuadro 22. Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.



Cuadro 23. ANVA del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	69.4038	6.3094	35.15127	2.82-4.46	**
A	1	22.195	22.1953	123.65469	4.96-9.65	**
B	2	0.67293	0.3365	1.87453	3.98-7.21	**
C	1	0.0384000	0.0384	0.21393	4.96-9.65	ns
AB	2	4.88343333	2.4417	13.60334	3.98-7.21	**
BC	2	37.979100	18.9896	105.79494	3.98-7.21	**
AC	1	0.03226667	0.0323	0.17976	4.96-9.65	**
Int. ABC	2	3.60243333	1.8012	10.03497	3.98-7.21	**
Error	11	1.974433	0.1795			
Total	23	71.3825				

Cuadro 24. Prueba de DUNCAN del parámetro b* del color de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

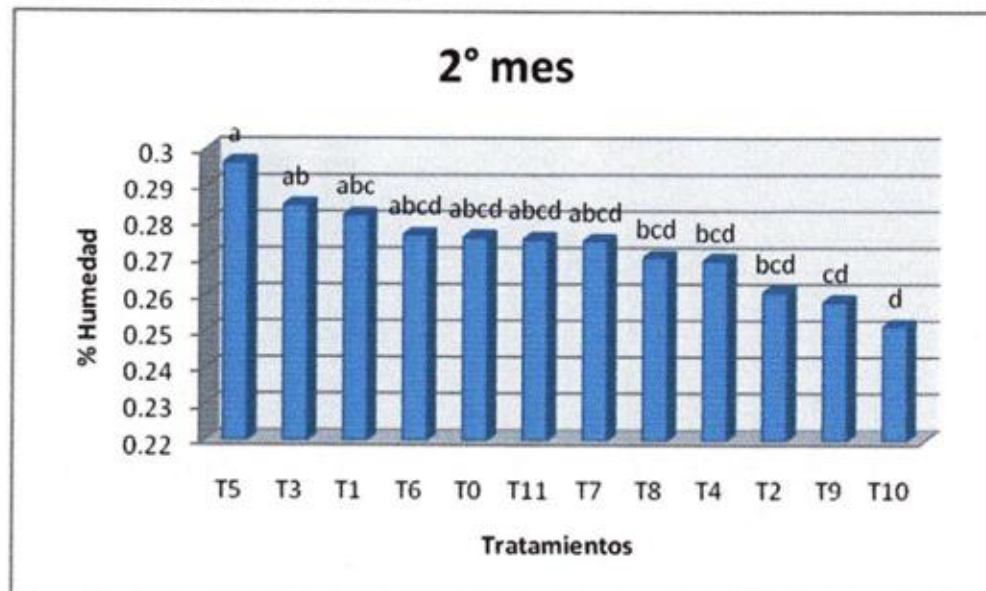


Anexo 5

Cuadro 25. ANVA de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0031	0.0003	2.63933	2.82-4.46	ns
A	1	0.001	0.0007	6.94120	4.96-9.65	*
B	2	0.00025	0.0001	1.15534	3.98-7.21	ns
C	1	0.0006671	0.0007	6.18950	4.96-9.65	*
AB	2	0.00026498	0.0001	1.22933	3.98-7.21	ns
BC	2	0.000674	0.0003	3.12597	3.98-7.21	ns
AC	1	0.00026037	0.0003	2.41587	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.00026564	0.0001	1.23238	3.98-7.21	ns
Error	11	0.001186	0.0001			
Total	23	0.0044				

Cuadro 26. Prueba de DUNCAN de la humedad en almendras de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento

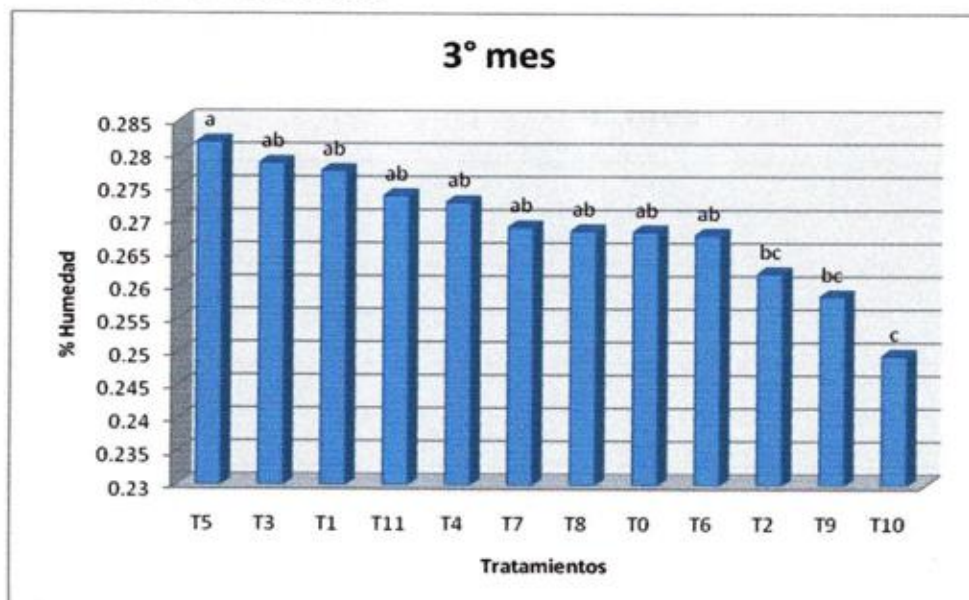


Anexo 6

Cuadro 27. ANVA de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0018	0.0002	3.31147	2.82-4.46	*
A	1	0.000	0.0005	9.77102	4.96-9.65	**
B	2	0.00006	0.0000	0.59203	3.98-7.21	ns
C	1	0.0004244	0.0004	8.55049	4.96-9.65	*
AB	2	0.00013739	0.0001	1.38396	3.98-7.21	ns
BC	2	0.000206	0.0001	2.07835	3.98-7.21	ns
AC	1	0.00006385	0.0001	1.28630	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.00043231	0.0002	4.35483	3.98-7.21	ns
Error	11	0.000546	0.0000			
Total	23	0.0024				

Cuadro 28. Prueba de DUNCAN de la humedad en almendras de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento

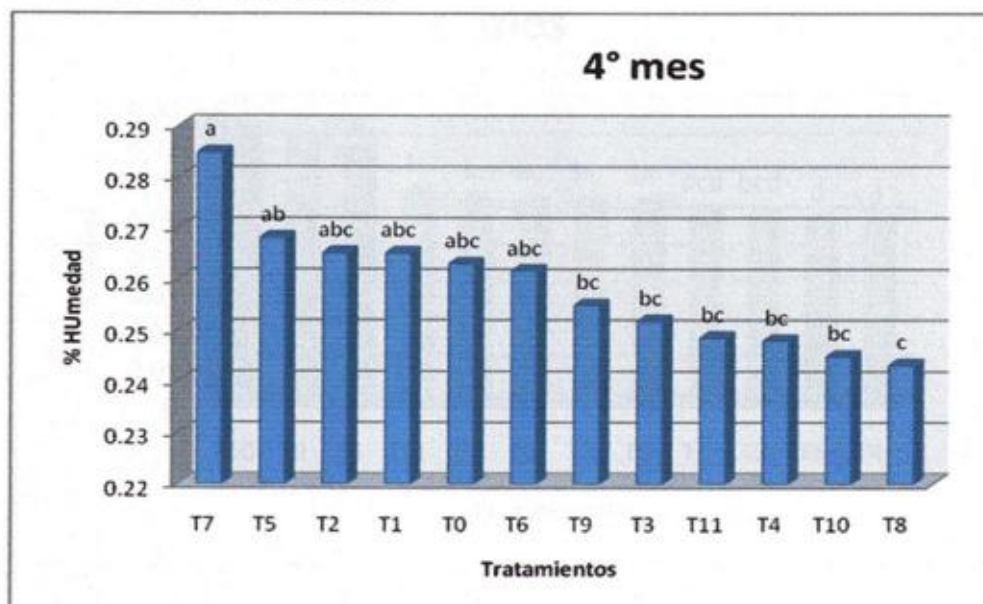


Anexo 7

Cuadro 29. ANVA de la humedad de almendras de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0032	0.0003	3.05046	2.82-4.46	*
A	1	0.000	0.0001	0.94604	4.96-9.65	ns
B	2	0.00130	0.0006	6.86199	3.98-7.21	*
C	1	0.0003736	0.0004	3.95243	4.96-9.65	ns
AB	2	0.00051109	0.0003	2.70355	3.98-7.21	ns
BC	2	0.000229	0.0001	1.21271	3.98-7.21	ns
AC	1	0.00014517	0.0001	1.53588	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.00052594	0.0003	2.78212	3.98-7.21	ns
Error	11	0.001040	0.0001			
Total	23	0.0042				

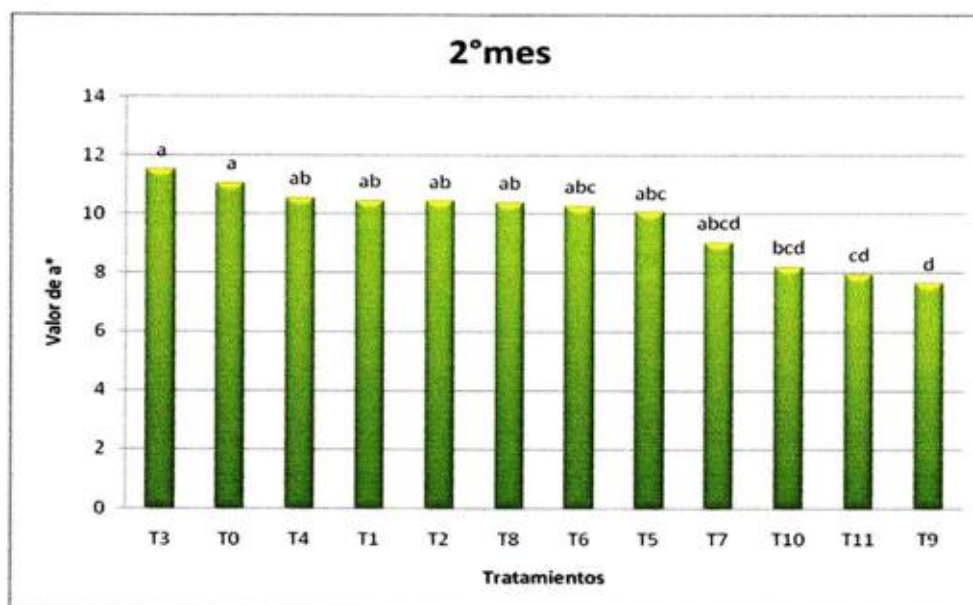
Cuadro 30. Prueba de DUNCAN de la humedad en almendras de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento



Cuadro 9. ANVA del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	35.6465	3.2406	3.44536	2.82-4.46	**
A	1	18.727	18.7267	19.90998	4.96-9.65	**
B	2	4.59276	2.2964	2.44148	3.98-7.21	ns
C	1	3.0246000	3.0246	3.21572	4.96-9.65	*
AB	2	1.39750833	0.6988	0.74291	3.98-7.21	ns
BC	2	0.339325	0.1697	0.18038	3.98-7.21	ns
AC	1	2.98215000	2.9821	3.17059	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	4.58347500	2.2917	2.43655	3.98-7.21	ns
Error	11	10.346233	0.9406			
Total	23	46.7560				

Cuadro 10. . Prueba de DUNCAN del parámetro a* del color de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

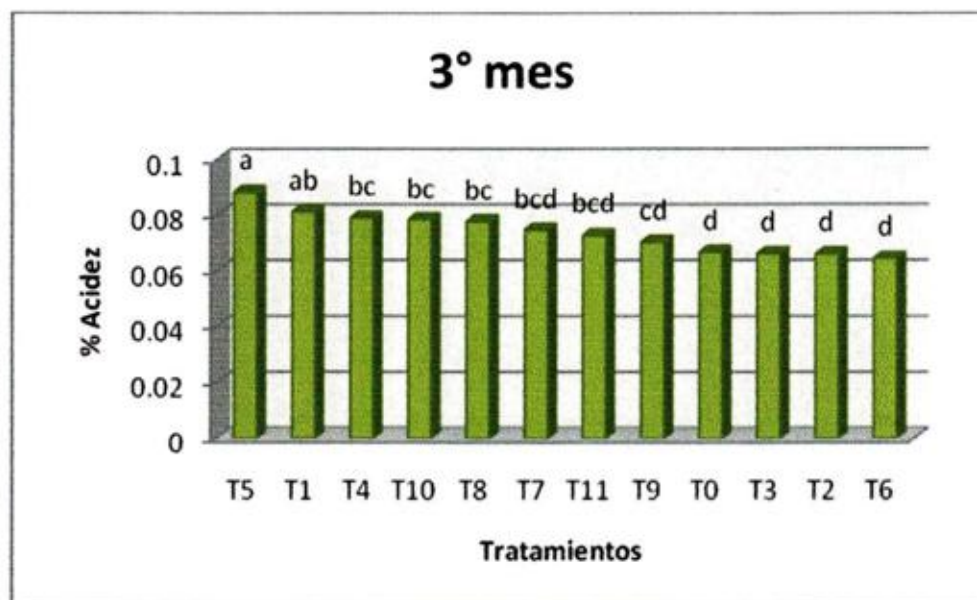


Anexo 9

Cuadro 33. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0012	0.0001	6.02275	2.82-4.46	**
A	1	0.000	0.0000	0.78942	4.96-9.65	Ns
B	2	0.0004094	0.0002	11.45029	3.98-7.21	**
C	1	0.0000735	0.0001	4.11016	4.96-9.65	Ns
AB	2	0.00027637	0.0001	7.73018	3.98-7.21	**
BC	2	0.0002609	0.0001	7.29697	3.98-7.21	**
AC	1	0.00011875	0.0001	6.64278	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	0.00003134	0.0000	0.87649	3.98-7.21	Ns
Error	11	0.000197	0.0000			
Total	23	0.0014				

Cuadro 34. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

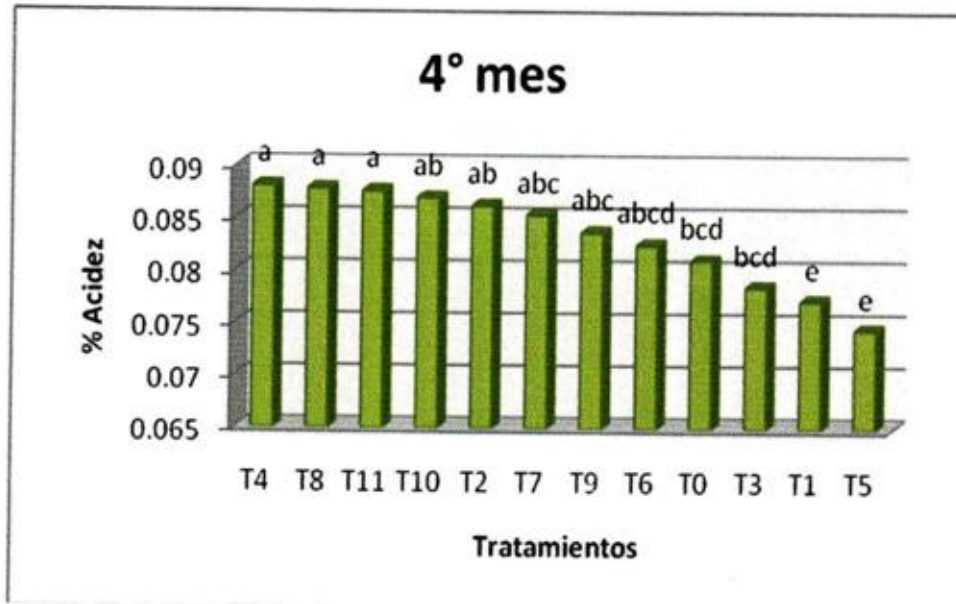


Anexo 10

Cuadro 35. ANVA del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0.0005	0.0000	3.31680	2.82-4.46	*
A	1	0.000	0.0001	10.59832	4.96-9.65	**
B	2	0.00004	0.0000	1.47016	3.98-7.21	ns
C	1	0.0001116	0.0001	8.72689	4.96-9.65	*
AB	2	0.0000665	0.0000	0.26002	3.98-7.21	ns
BC	2	0.000044	0.0000	1.71462	3.98-7.21	ns
AC	1	0.00010050	0.0001	7.85750	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	0.00003086	0.0000	1.20628	3.98-7.21	ns
Error	11	0.000141	0.0000			
Total	23	0.0006				

Cuadro 36. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

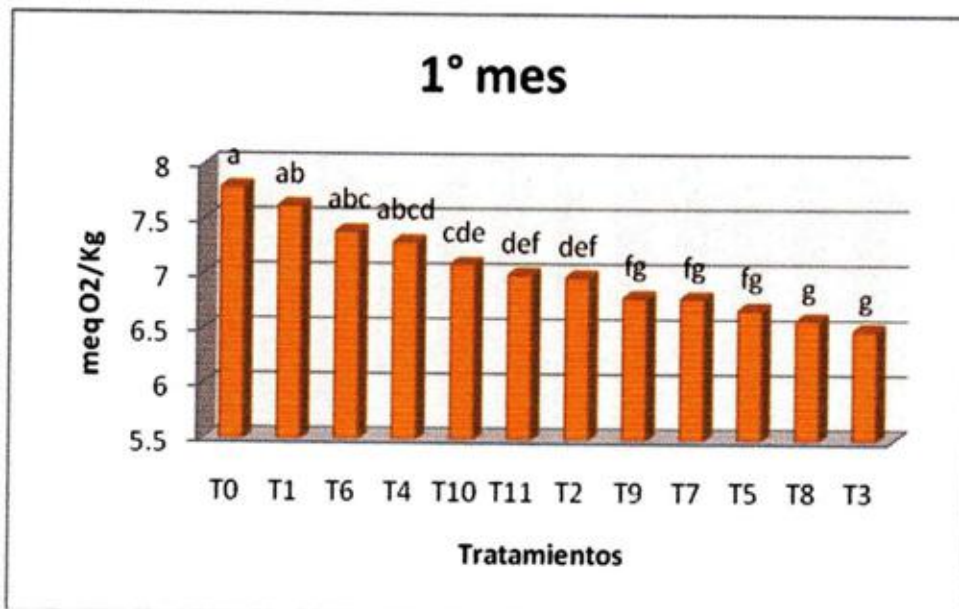


Anexo 11

Cuadro 37. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	3.6804	0.3346	14.70125	2.82-4.46	**
A	1	0.244	0.2442	10.72900	4.96-9.65	**
B	2	1.87169	0.9358	41.12023	3.98-7.21	**
C	1	0.5158991	0.5159	22.66822	4.96-9.65	**
AB	2	0.52515572	0.2626	11.53747	3.98-7.21	**
BC	2	0.071057	0.0355	1.56110	3.98-7.21	ns
AC	1	0.09577659	0.0958	4.20835	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.35664108	0.1783	7.83527	3.98-7.21	**
Error	11	0.250346	0.0228			
Total	23	3.9309				

Cuadro 38. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el primer mes de almacenamiento.

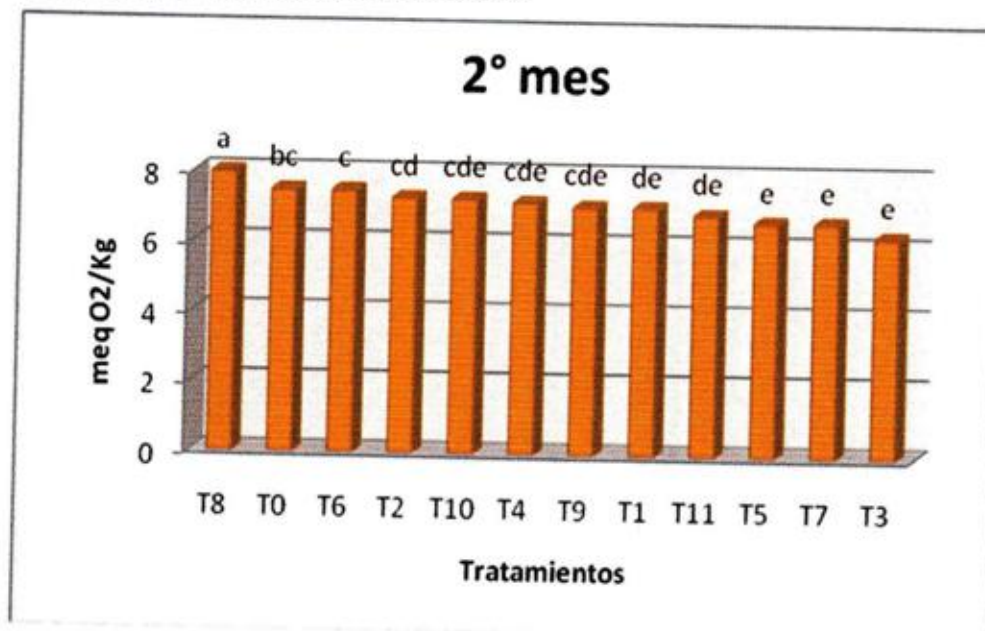


Anexo 12

Cuadro 39. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	4.4038	0.4003	31.40341	2.82-4.46	**
A	1	0.320	0.3196	25.07131	4.96-9.65	**
B	2	0.14381	0.0719	5.64011	3.98-7.21	*
C	1	2.6661863	2.6662	209.13545	4.96-9.65	**
AB	2	0.92158245	0.4608	36.14443	3.98-7.21	**
BC	2	0.262227	0.1311	10.28453	3.98-7.21	**
AC	1	0.00601522	0.0060	0.47183	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.08440594	0.0422	3.31040	3.98-7.21	ns
Error	11	0.140235	0.0127			
Total	23	4.6038				

Cuadro 40. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

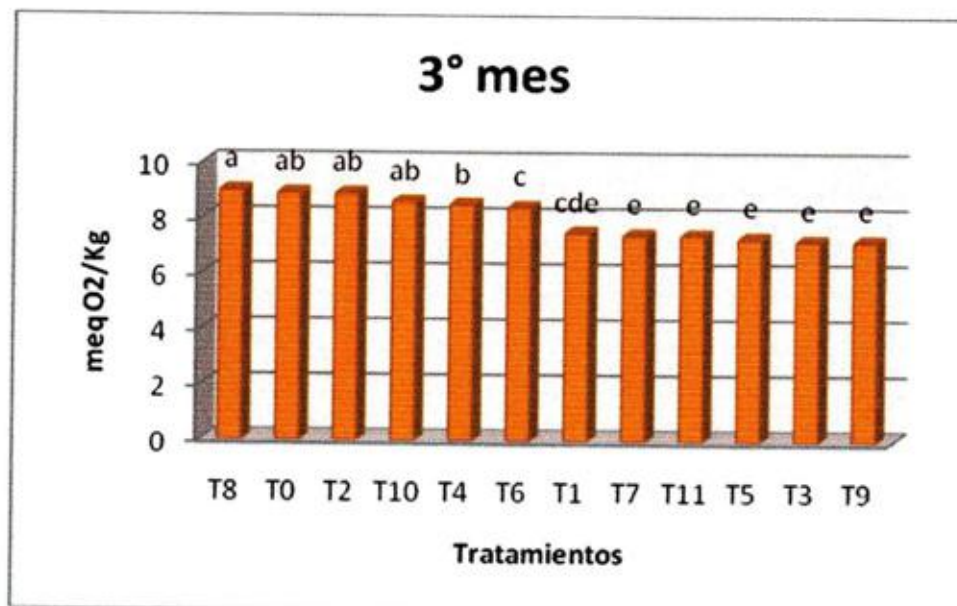


Anexo 13

Cuadro 41. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	12.2465	1.1133	29.62746	2.82-4.46	**
A	1	0.013	0.0127	0.33826	4.96-9.65	**
B	2	0.07156	0.0358	0.95219	3.98-7.21	ns
C	1	11.4790003	11.4790	305.47701	4.96-9.65	**
AB	2	0.19062570	0.0953	2.53645	3.98-7.21	ns
BC	2	0.402361	0.2012	5.35377	3.98-7.21	*
AC	1	0.01452880	0.0145	0.38664	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.07573174	0.0379	1.00768	3.98-7.21	ns
Error	11	0.413350	0.0376			
Total	23	12.7422				

Cuadro 42. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

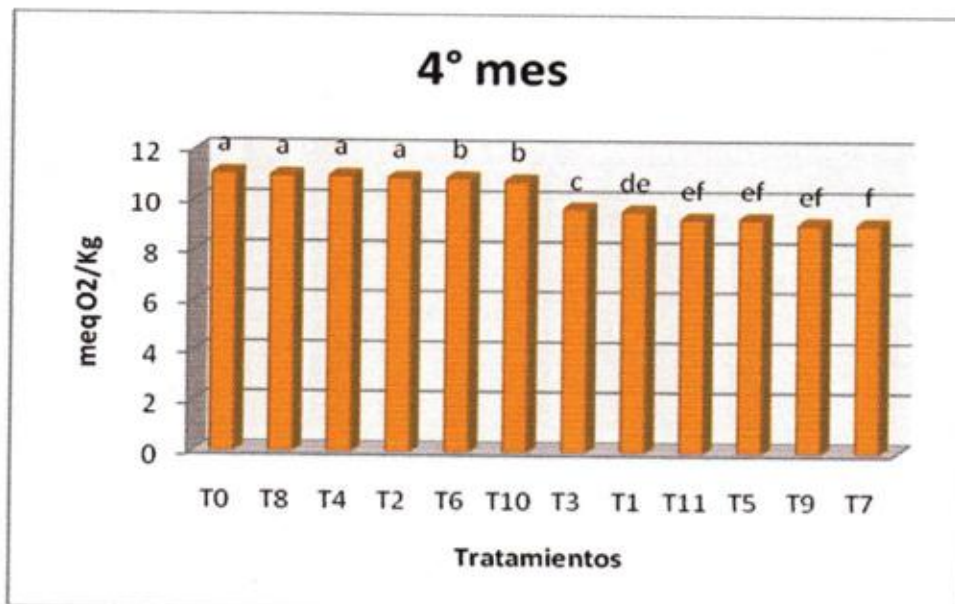


Anexo 14

Cuadro 43. ANVA del índice de peróxido del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	16.1155	1.4650	40.80174	2.82-4.46	**
A	1	0.323	0.3235	9.00837	4.96-9.65	*
B	2	0.03391	0.0170	0.47215	3.98-7.21	Ns
C	1	15.3776671	15.3777	428.27074	4.96-9.65	**
AB	2	0.06679908	0.0334	0.93018	3.98-7.21	Ns
BC	2	0.008821	0.0044	0.12283	3.98-7.21	Ns
AC	1	0.10563986	0.1056	2.94209	4.96-9.65	Ns
Int. ABC	2	0.19919621	0.0996	2.77382	3.98-7.21	Ns
Error	11	0.394971	0.0359			
Total	23	16.5170				

Cuadro 44. Prueba de DUNCAN del índice de acidez del aceite de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

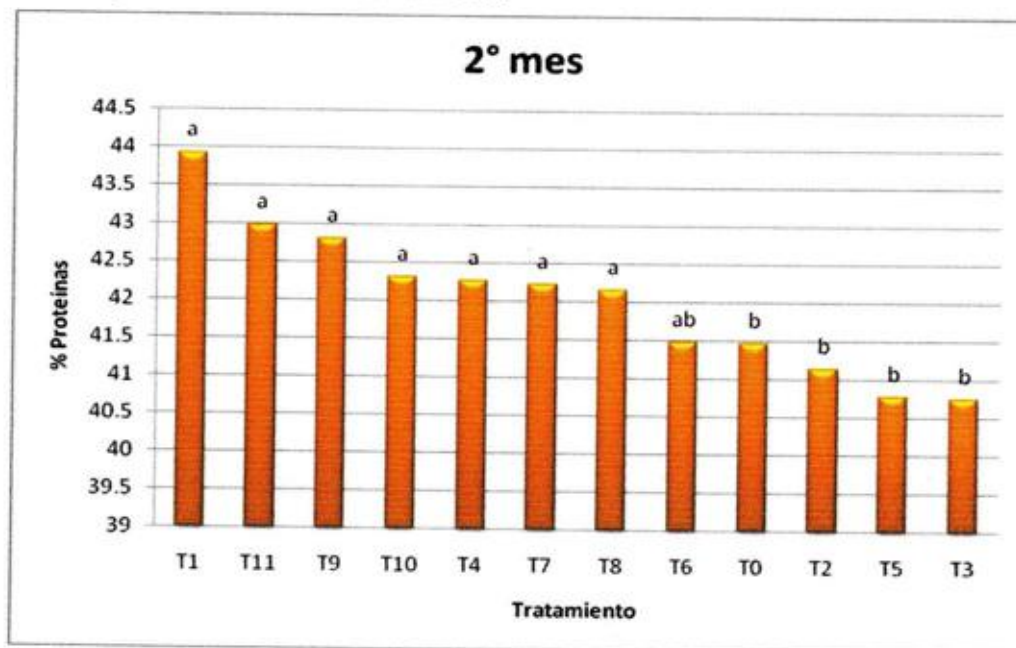


Anexo 15

Cuadro 45. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	19.7398	1.7945	5.93287	2.82-4.46	**
A	1	2.197	2.1966	7.26226	4.96-9.65	*
B	2	1.29035	0.6452	2.13301	3.98-7.21	ns
C	1	1.1595048	1.1595	3.83343	4.96-9.65	ns
AB	2	6.45705694	3.2285	10.67382	3.98-7.21	**
BC	2	4.307052	2.1535	7.11976	3.98-7.21	*
AC	1	0.35852773	0.3585	1.18533	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	3.97067517	1.9853	6.56371	3.98-7.21	*
Error	11	3.327190	0.3025			
Total	23	23.0761				

Cuadro 46. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el segundo mes de almacenamiento.

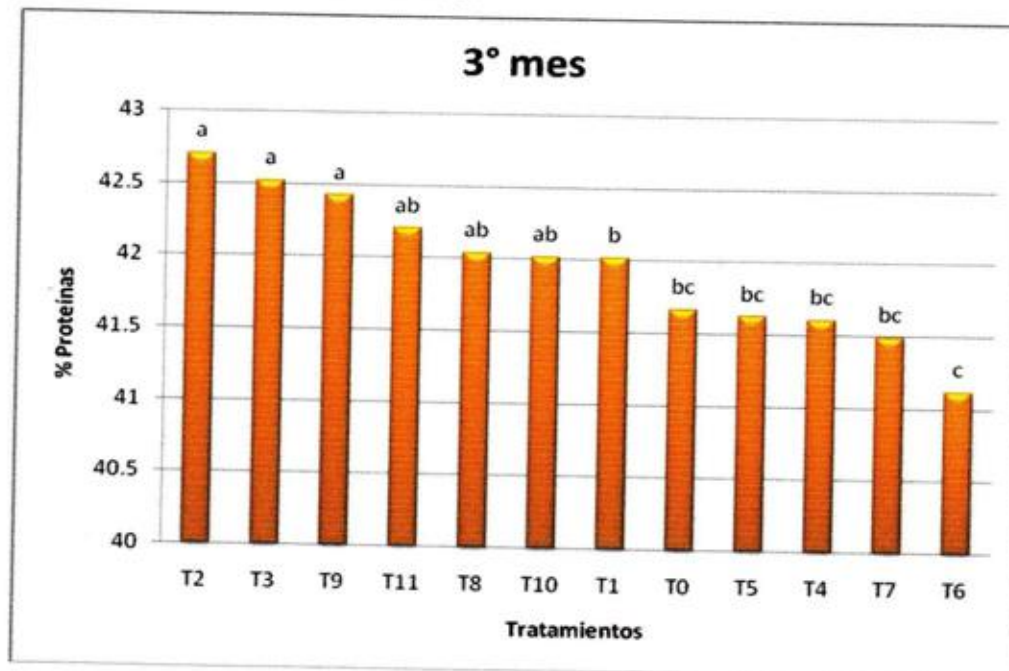


Anexo 16

Cuadro 47. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	4.8128	0.4375	4.84213	2.82-4.46	**
A	1	0.119	0.1189	1.31613	4.96-9.65	ns
B	2	2.97218	1.4861	16.44655	3.98-7.21	ns
C	1	0.2117765	0.2118	2.34373	4.96-9.65	ns
AB	2	1.24259382	0.6213	6.87588	3.98-7.21	*
BC	2	0.091974	0.0460	0.50894	3.98-7.21	ns
AC	1	0.09437289	0.0944	1.04442	4.96-9.65	ns
Int. ABC	2	0.08100125	0.0405	0.44822	3.98-7.21	ns
Error	11	0.993948	0.0904			
Total	23	5.8238				

Cuadro 48. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el tercer mes de almacenamiento.

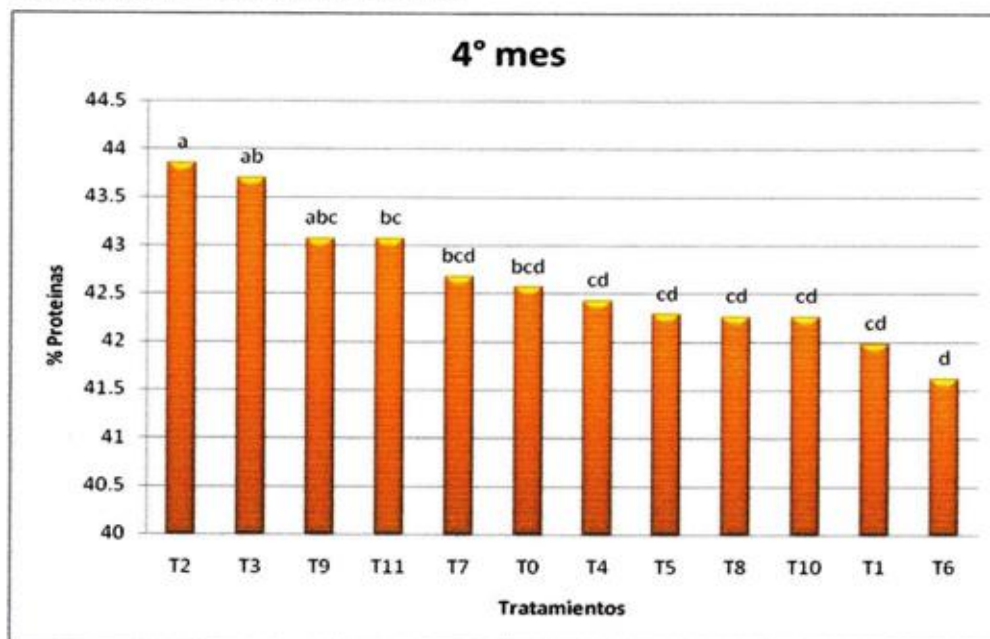


Anexo 17

Cuadro 49. ANVA del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	9.8245	0.8931	4.08102	2.82-4.46	*
A	1	0.588	0.5882	2.68745	4.96-9.65	ns
B	2	4.72923	2.3646	10.80472	3.98-7.21	*
C	1	0.7063679	0.7064	3.22763	4.96-9.65	ns
AB	2	1.95603383	0.9780	4.46888	3.98-7.21	*
BC	2	0.002882	0.0014	0.00658	3.98-7.21	ns
AC	1	1.78578761	1.7858	8.15985	4.96-9.65	*
Int. ABC	2	0.05601828	0.0280	0.12798	3.98-7.21	ns
Error	11	2.407355	0.2189			
Total	23	12.3935				

Cuadro 50. Prueba de DUNCAN del porcentaje de proteínas de Sacha Inchi en el cuarto mes de almacenamiento.



Anexo 18

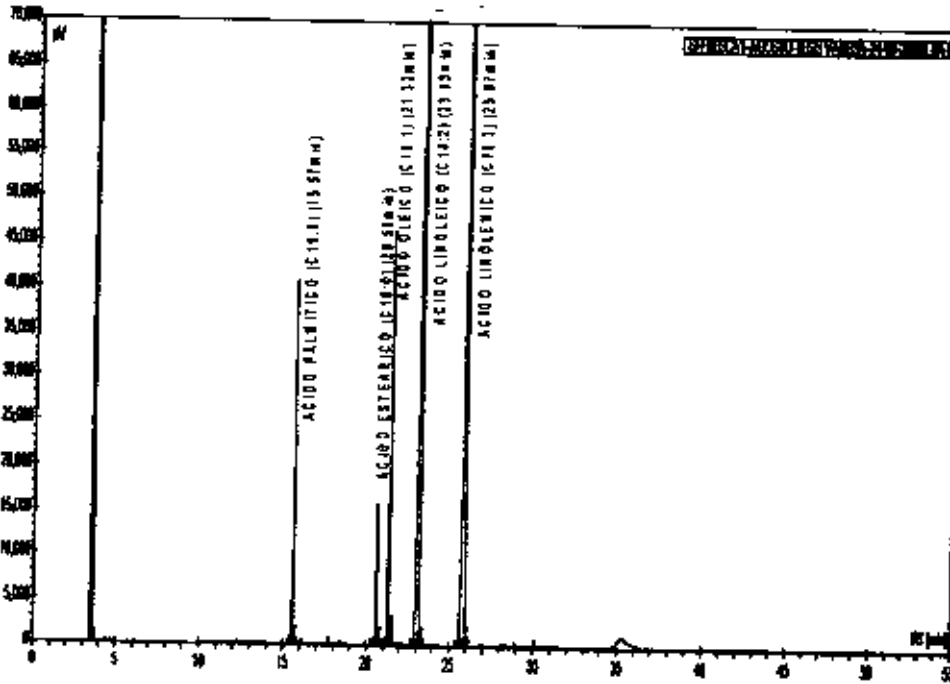
Análisis de Omegas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIODACTIVAS

ANALISTA: VICTOR BOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AQAC-IAP C8-C24 -10-08-08
 SECURIDAD: SACHA INCHU - JULIO-AGOSTO-24-08-2008
 MUESTRA: BI-FRESCA1-AGOSTO- TESIS VANESA-24-08-20081
 FECHA: 24/08/2008 12:41:33 p.m.

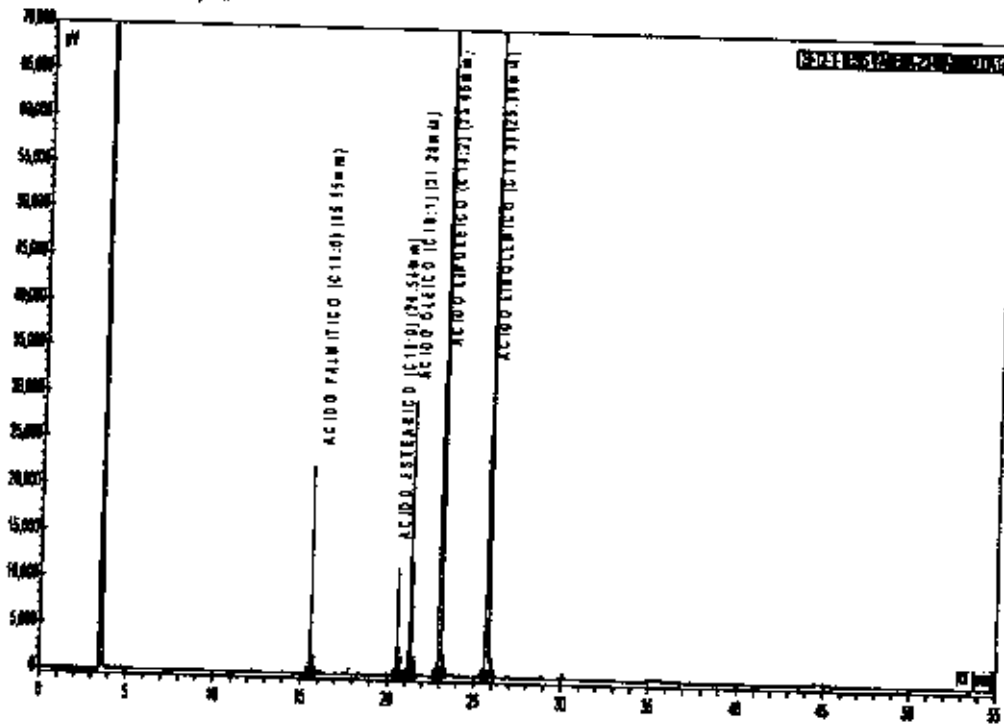


BI-FRESCA1-AGOSTO- TESIS VANESA-24-08-20081.DATA (FID1)

Time	Area	%Area	Height	Width	Integration
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.87	0.88	4.842	3720.8
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.55	0.87	3.208	1108.4
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.32	2.05	8.854	2682.4
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.13	8.71	41.288	15092.1
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.87	8.92	41.038	15211.0
Total		21.31	190.000	37088.3	332728.0

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
PROYECTO: ACIDOS GRASOS
METODO: ACIDOS GRASOS ACAC-IAP C8-C24 -10-08-08
SECUENCIA: SACHA INCIS- TESIS VANESA-T3-23-08-2006 *joia*
MUESTRA: SI-T2-1- TESIS VANESA-23-08-20062
FECHA: 23/08/2008 12:57:49 p.m.



SI-T2-1- TESIS VANESA-23-08-20062.DAT (FID) (FID)

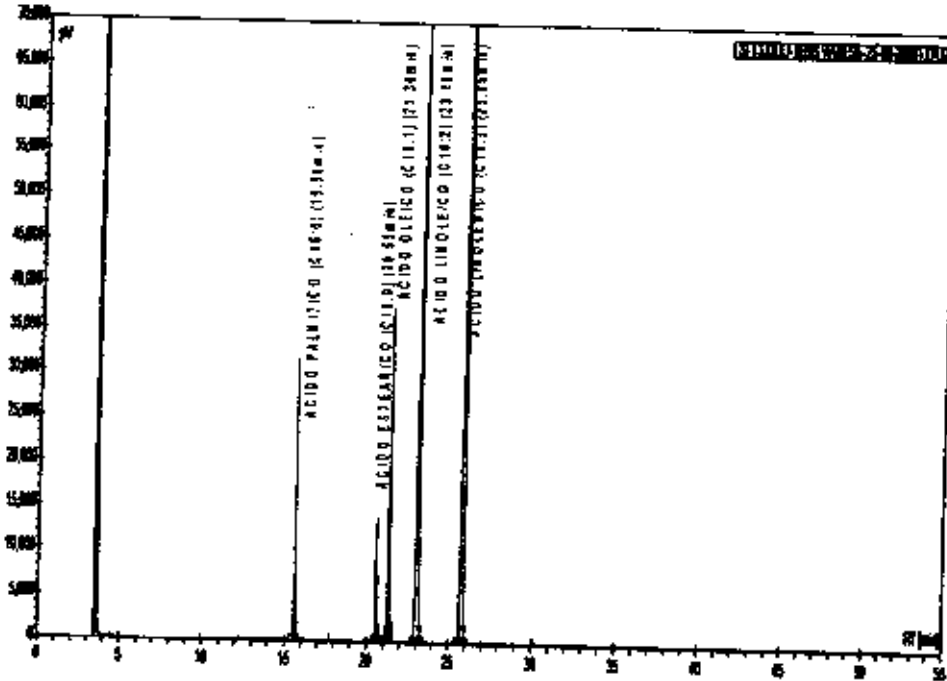
Peak #	Retention Time (min)	Area	Height	Width	Weight	
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	16.56	0.52	4.192	927.3	22315.2
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.44	0.46	3.596	512.8	11838.4
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.28	1.21	9.506	2149.2	26698.8
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.90	6.41	42.065	8806.1	89138.0
6	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.90	5.40	40.730	9206.3	75580.8
Total		12.89	100.000	22893.5	229298.3	

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOLACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS ADAC-RAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: SACHA INCHA- TESIS VANESA-25-09-2008
 MUESTRA: S1-T3JULIO- TESIS VANESA-25-09-20081
 FECHA: 25/09/2008 12:27:21 p.m.



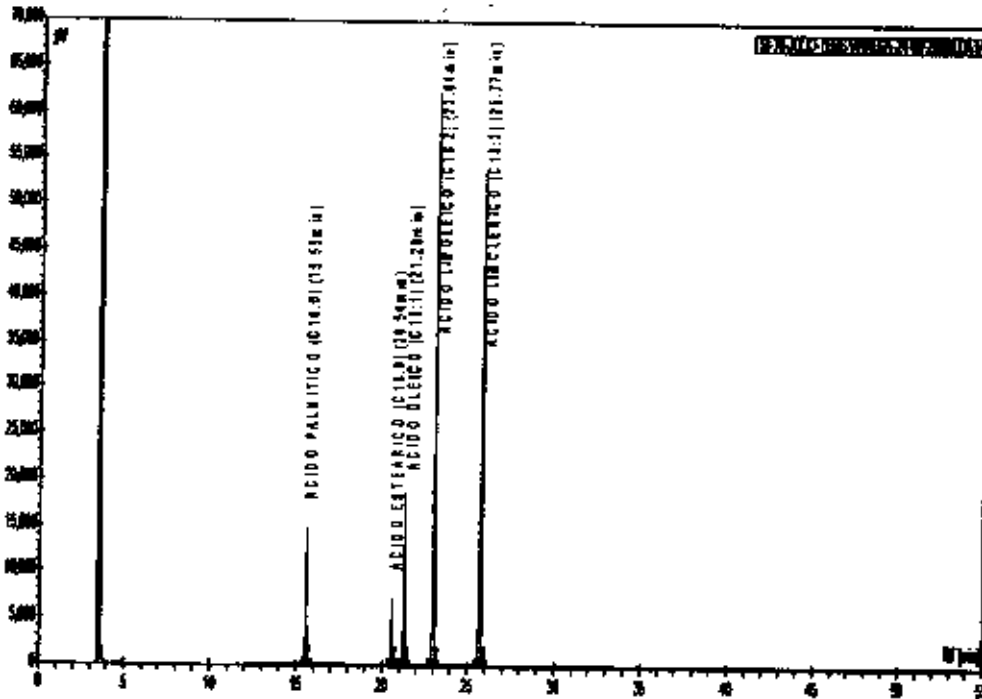
S1-T3JULIO- TESIS VANESA-25-09-20081.DAT4 (Front) (FID)

Peak	Retention Time (min)	Area	Height			
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.54	0.74	4.278	1334.0	31842.8
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.53	0.57	3.253	1014.3	14261.3
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.90	1.81	8.201	2888.3	37439.7
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.10	7.31	41.148	12837.5	110116.4
5	ACIDO UNOLEICO (C18:3)	25.08	7.71	42.127	13126.6	98030.4
Total			17.84	100.000	31165.8	281429.6



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
PROYECTO: ACIDOS GRASOS
METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-RMF C8-C24 - 10-08-08
SECUENCIA: SACHA INCHI JULIO-AGOSTO-24-08-2008
MUESTRA: S1-TB-JULIO-TESES VANESA-24-08-2008
FECHA: 24/08/2008 04:51:16 p.m.



S1-TB-JULIO-TESES VANESA-24-08-2008(1).DATA [Front (FID)]

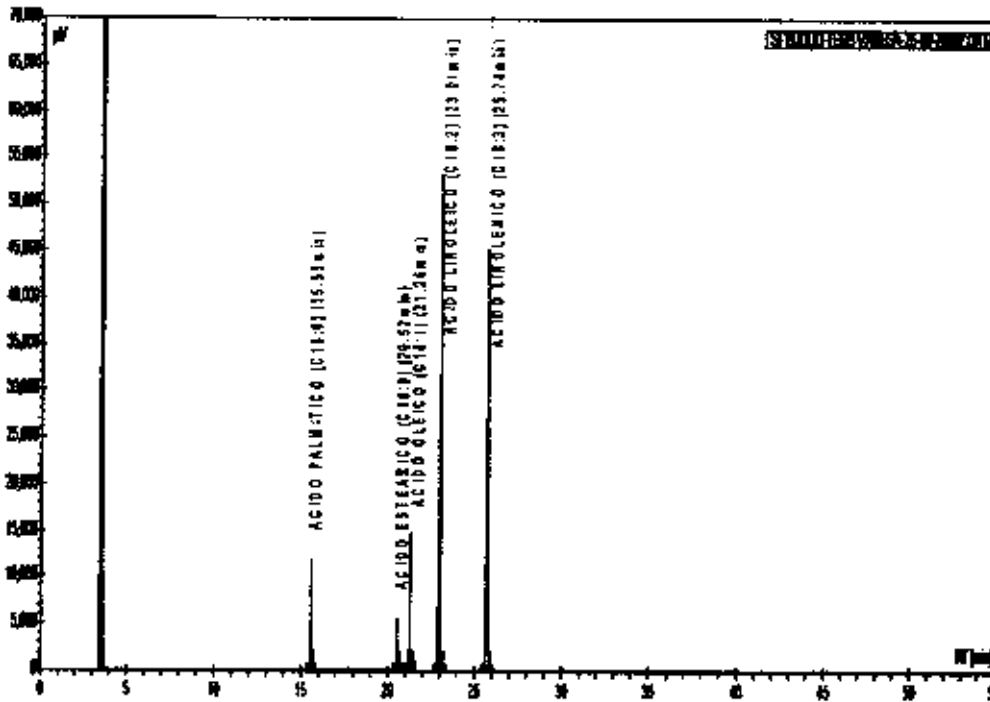
Peak	Retention Time (min)	Area	Height	Area%	Height%	
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	16.96	0.34	4.400	816.1	14908.4
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.54	0.27	3.463	484.9	7283.9
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.29	0.78	9.575	1340.6	18712.9
4	ACIDO LINOLENICO (C18:2)	23.04	3.29	41.230	5773.0	82994.2
5	ACIDO LINOLENICO (C18:2)	25.77	3.40	41.832	5787.3	83000.6
Total			8.06	100.000	14001.9	189498.0

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS ADAC-IAP C8-C24 - 10-09-08
 SECUENCIA: SACHA INCHI- TESIS VANESA-25-09-2008
 MUESTRA: SI-TARAJIO- TESIS VANESA-25-09-20082
 FECHA: 25/09/2008 11:04:05 a.m.



SI-TARAJIO- TESIS VANESA-25-09-20082 DATA (FROM FID)

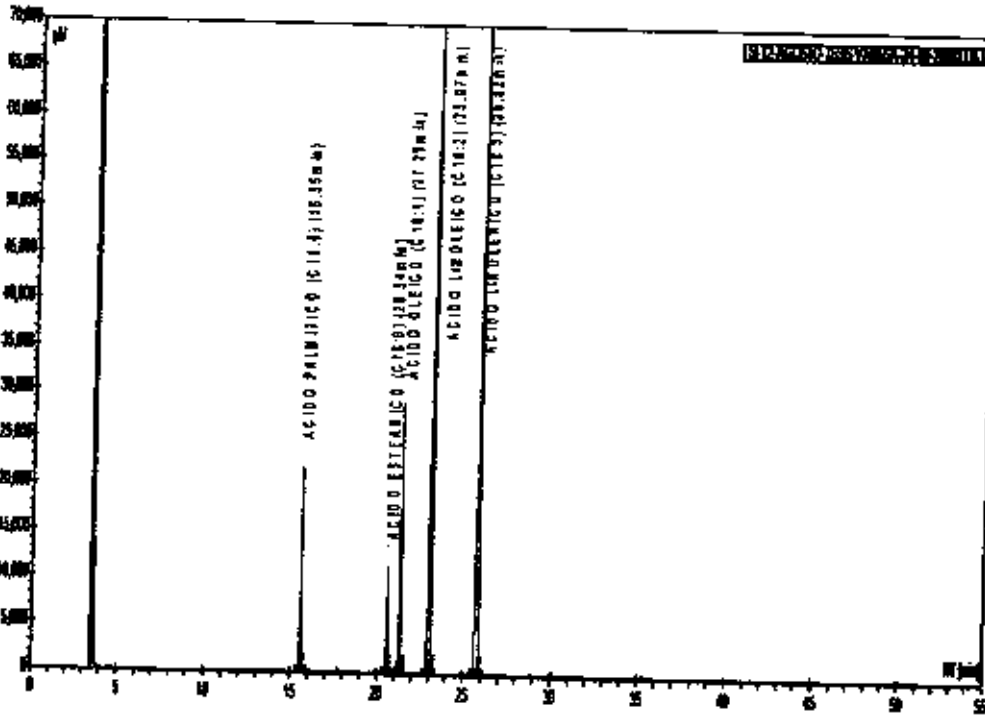
Peak #	Retention Time (min)	Area	Height	Width	Weight %	Area %
1	15.55	0.22	4.400	487.2	11.673.4	
2	20.57	0.21	3.349	374.4	6813.8	
3	21.26	0.51	8.561	1086.3	14636.9	
4	23.01	2.99	41.780	4718.3	53189.3	
5	25.74	2.71	40.950	4624.6	45124.3	
TOTAL		0.50	100.000	11286.7	150748.6	

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AQAC-IAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: BACHA INCHI-JULIO-AGOSTO-24-09-2008
 MUESTRA: S1-T2-AGOSTO-TESIS VANESA-24-09-20081
 FECHA: 24/09/2008 02:04:46 p.m.



S1-T2-AGOSTO-TESIS VANESA-24-09-20081.DATA [From: FID]

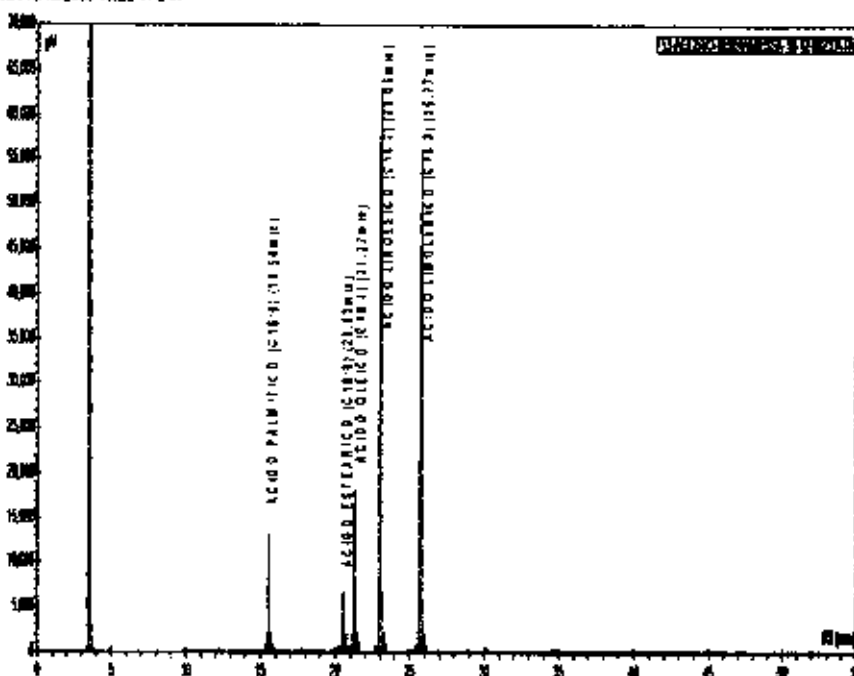
PKT	Time (min)	Area	%	Area	%	
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.55	0.82	4.012	833.4	21911.8
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.54	0.45	3.451	801.2	11853.3
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.29	1.22	8.338	2187.8	29943.6
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.07	5.49	41.667	8849.2	89824.0
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	26.82	5.97	41.632	8884.2	78899.9
Total			13.95	100.000	28213.7	230892.4

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS ADAC-RAP C9-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-VSS
 MUESTRA: T3-AGOSTO-YESHIVANESSA-16-12-082
 FECHA: 16/12/2008 10:22:41 a.m



T3-AGOSTO-YESHIVANESSA-16-12-082.DATA (FID)

Peak	Retention Time (min)	Area	Height	Width	Height	Area	Area%
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.50	0.30	3.776	545.5	13128.0	
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.80	0.26	3.254	488.9	8811.6	
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.27	0.75	8.237	1331.2	18136.5	
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.00	3.42	41.733	8014.6	80221.6	
5	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	25.77	3.55	41.891	8061.8	59721.0	
Total			8.28	100.000	14412.2	196728.7	

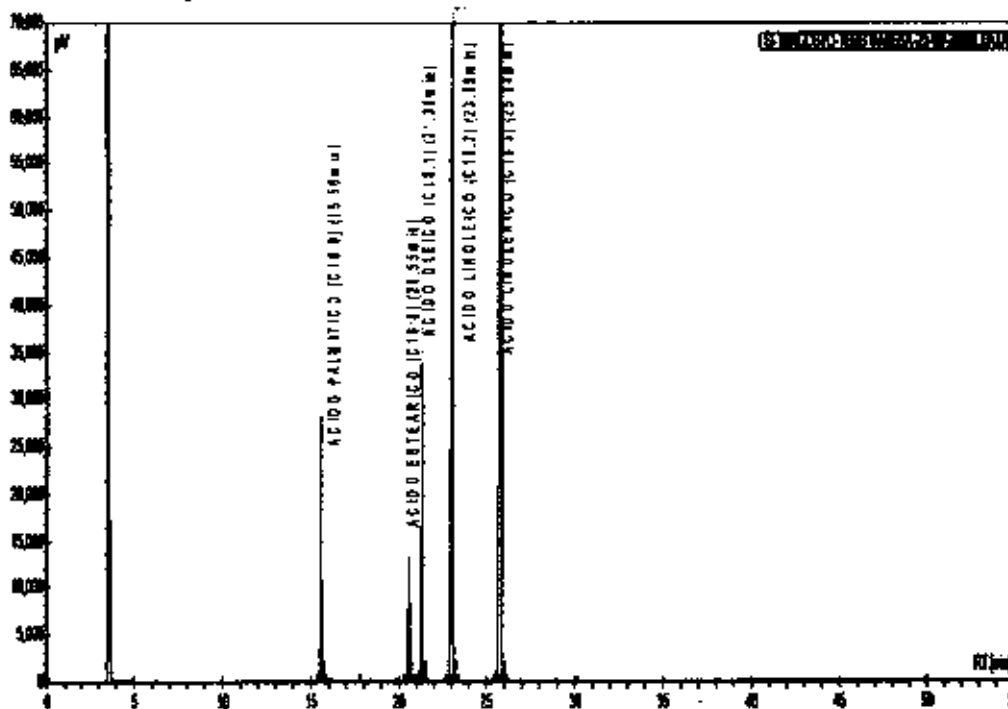


INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR BOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOCG-BAP C6-C24 -10-08-08
 SECUENCIA: BACHA INCHI- TESIS VANESA-25-09-2008
 MUESTRA: 64-TBAGOSTO- TESIS VANESA-25-09-20081
 FECHA: 25/09/2008 01:50:31 p.m.



64-TBAGOSTO- TESIS VANESA-25-09-20081.DATA [Front: FID1]

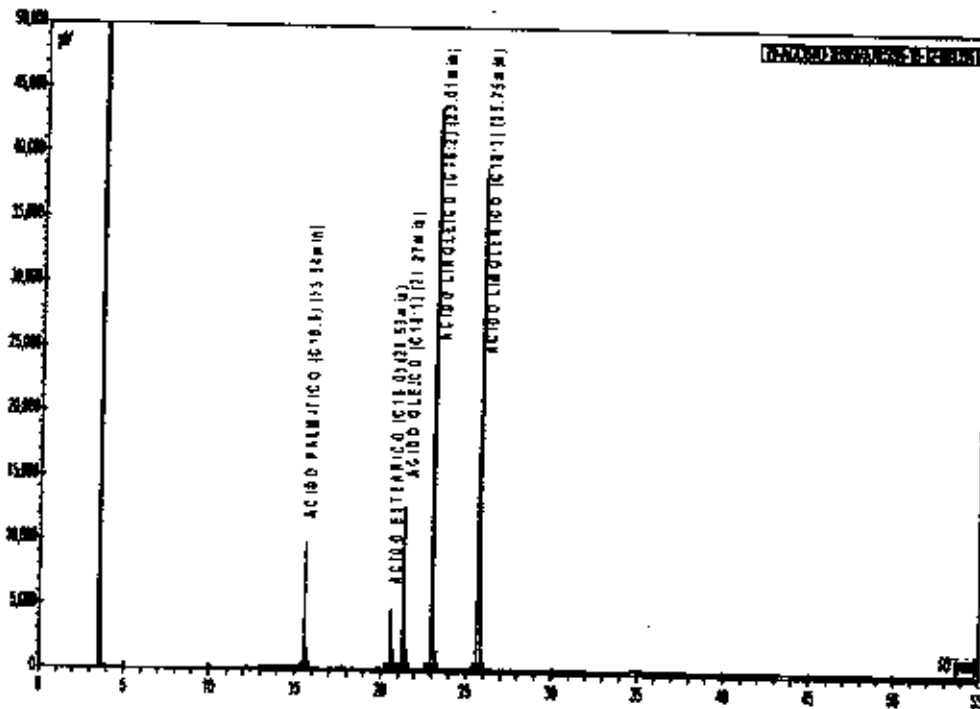
PKT	NAME	RT	AREA	PERCENT	CONC	CONC
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.68	0.65	4.266	1170.8	28118.2
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.56	0.62	3.340	918.7	13187.8
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.30	1.43	9.287	2548.2	33837.2
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.09	8.40	40.857	11236.0	100589.3
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.84	0.82	42.280	11630.7	89312.1
Total			15.62	100.000	27508.4	267892.3

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VÁSQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-IAP C8-C24 - 10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-YES
 MUESTRA: TB-AGOSTO-TESESVANESSA-16-12-081
 FECHA: 16/12/2008 11:45:56 a.m.



TB-AGOSTO-TESESVANESSA-16-12-081.DATA (F-001) (FID)

Peak	Retention Time (min)	Area (%)	Area (µV)	Height (µV)		
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.54	0.23	4.389	410.7	9757.2
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.53	0.18	3.475	326.0	4802.1
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.27	0.57	9.645	902.5	12738.8
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.07	2.19	40.698	3798.0	48410.2
5	ACIDO LINOLEICO (C18:3)	25.75	2.30	41.997	3920.6	38911.2
Total		5.36	100.000	8397.7		109630.0

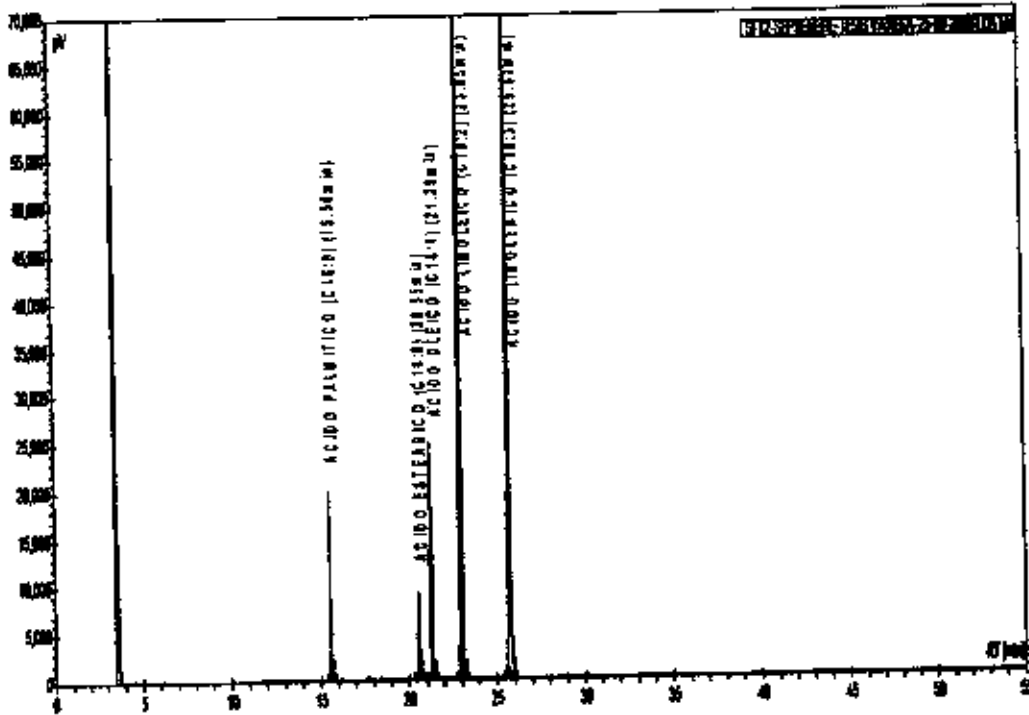


INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOTERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-NAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: SACHA INCHI- TESIS VANESA-25-09-2008
 MUESTRA: S1-T2-SEPTIEMBRE- TESIS VANESA-25-09-2008
 FECHA: 25/09/2008 03:13:48 p.m.



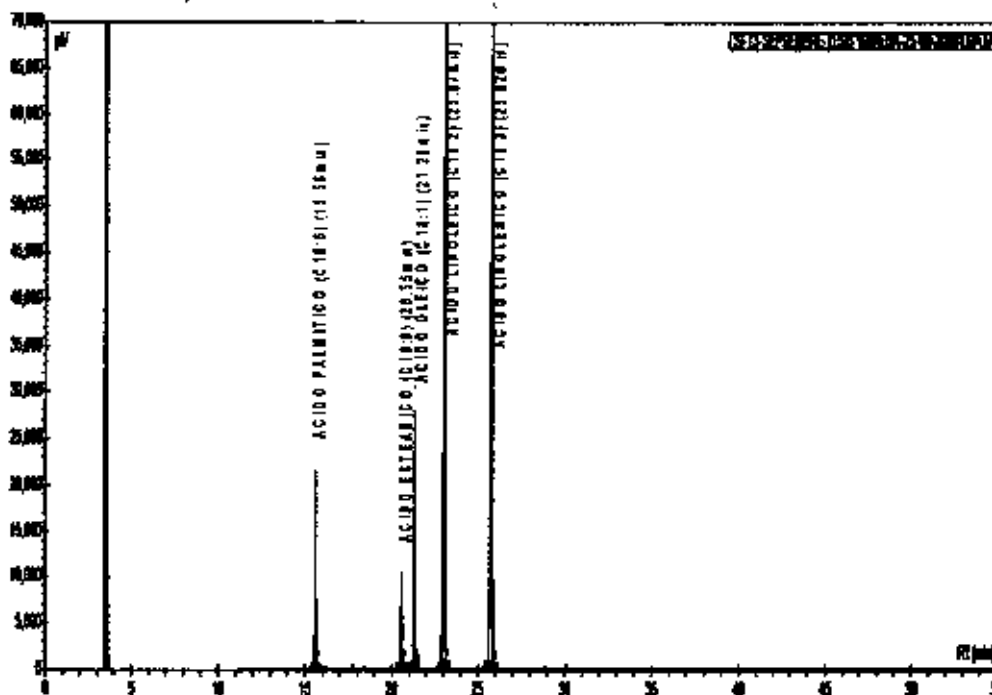
S1-T2-SEPTIEMBRE- TESIS VANESA-25-09-20081.DATA (FID1)					
	Area	%Area	Area	%Area	Area
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	19.56	0.40	4.294	831.0
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.55	0.39	3.355	649.4
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.28	1.02	9.353	1812.2
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.05	4.41	39.993	7739.8
5	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	26.81	9.89	45.005	8323.7
Total			19.13	100.000	18096.2

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: VICTOR SOYERO
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AGAC-RAP C8-C24 -10-08-05
 SEQUENCIA: SACHA INCHI- TESIS VANESA-25-09-2008
 MUESTRA: S1-T3-SEPTIEMBRE- TESIS VANESA-25-09-20081
 FECHA: 25/09/2008 04:37:01 p.m.



S1-T3-SEPTIEMBRE- TESIS VANESA-25-09-20081 DATA (FID1)

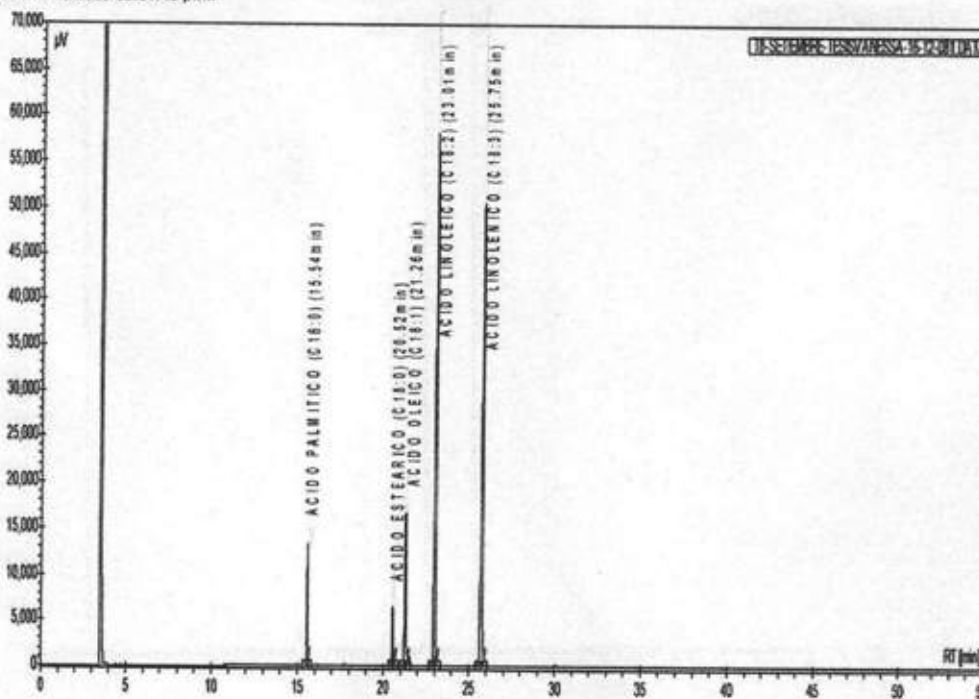
Peak	Compound	Retention Time (min)	Area	Height	Width	Integration
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.58	0.50	4.227	0.033	21859.0
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.85	0.41	3.436	0.034	10619.4
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.29	1.18	8.540	0.032	27936.8
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.07	4.84	40.003	0.030	83867.7
5	ACIDO LINOLEICO (C18:3)	25.82	5.29	42.194	0.030	76267.7
Total			12.22	100.000		21375.1

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-IIAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-VSS
 MUESTRA: T8-SETIEMBRE-TESISVANESSA-16-12-081
 FECHA: 17/12/2008 02:31:45 p.m.



T8-SETIEMBRE-TESISVANESSA-16-12-081 DATA (Front (FID))

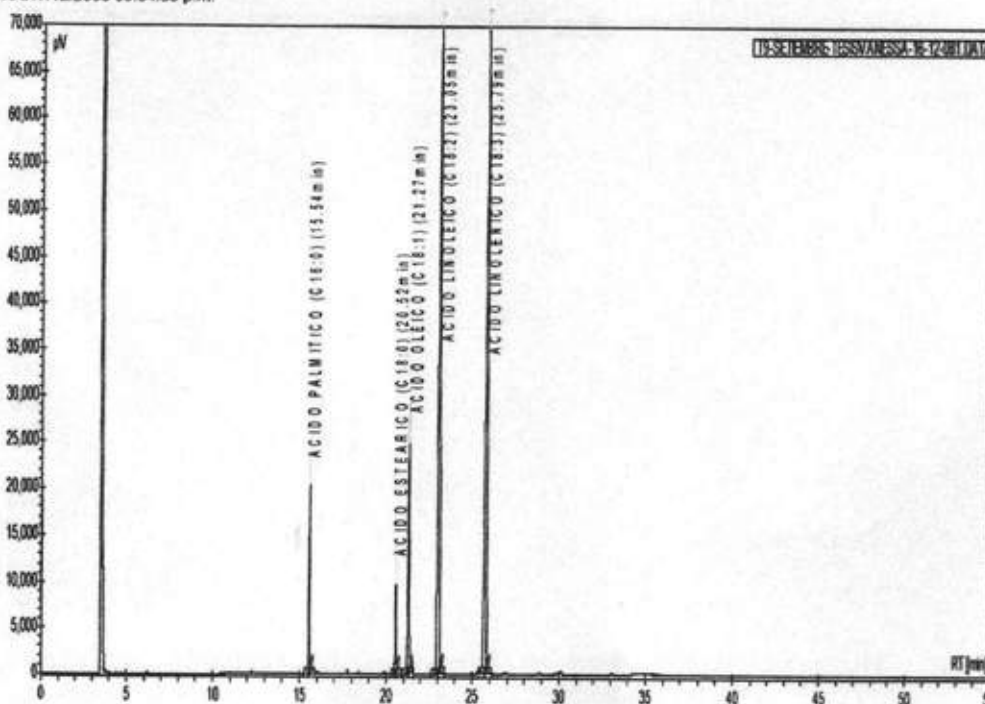
Index	Name	Time [Min]	Quantity [mg /100mg]	Area % [%]	Area [µV.Min]	Height [µV]
1	ACIDO PALMITICO (C18:0)	15.54	0.31	4.355	564.3	13472.2
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.52	0.25	3.376	437.6	6481.6
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.26	0.68	9.315	1207.1	16782.1
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.01	3.05	41.283	5349.4	58079.1
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.75	3.17	41.671	5399.7	50609.0
Total:			7.45	100.000	12957.9	145424.0

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-IAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-VSS
 MUESTRA: T9-SETIEMBRE-TESSIVANESSA-16-12-081
 FECHA: 17/12/2008 03:54:59 p.m.



T9-SETIEMBRE-TESSIVANESSA-16-12-081 DATA [Front (FID)]

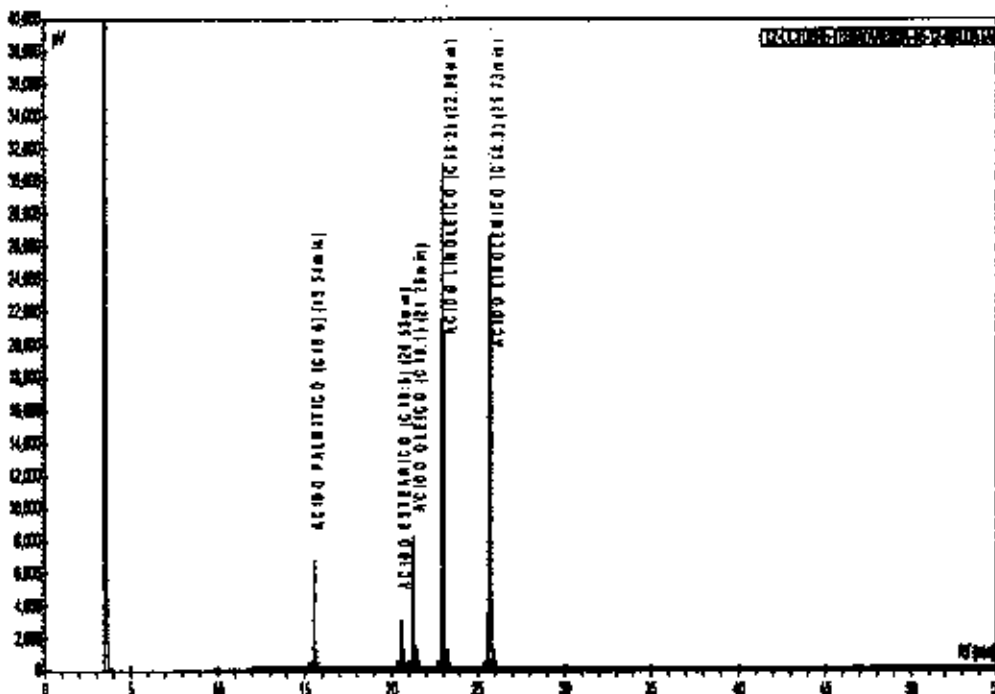
Index	Name	Time [Min]	Quantity [mg /100mg]	Area [%]	Area [µV.Min]	Height [µV]
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.54	0.47	4.309	850.3	20350.8
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.52	0.38	3.425	675.9	9768.1
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.27	1.03	9.268	1828.8	24815.5
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	23.05	4.70	41.831	8254.6	81637.0
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.79	4.77	41.167	8123.6	69434.6
Total				11.35	19733.2	206005.9

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS ACAC-BAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-YSS
 MUESTRA: T2-OCTUBRE-TESS/VANESSA-16-12-081
 FECHA: 16/12/2008 01:09:07 p.m.



T2-OCTUBRE-TESS/VANESSA-16-12-081.DATA (FID)

Peak	Retention Time (min)	Area	Height	Width	Integration	Response
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.64	0.16	4.507	277.1	6957.1
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.63	0.11	3.275	201.4	2991.1
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.26	0.32	9.293	671.4	8081.6
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	22.99	1.46	41.419	2646.7	20080.2
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.73	1.50	41.506	2652.0	20840.6
Total			3.54	100.000	6146.6	75380.9

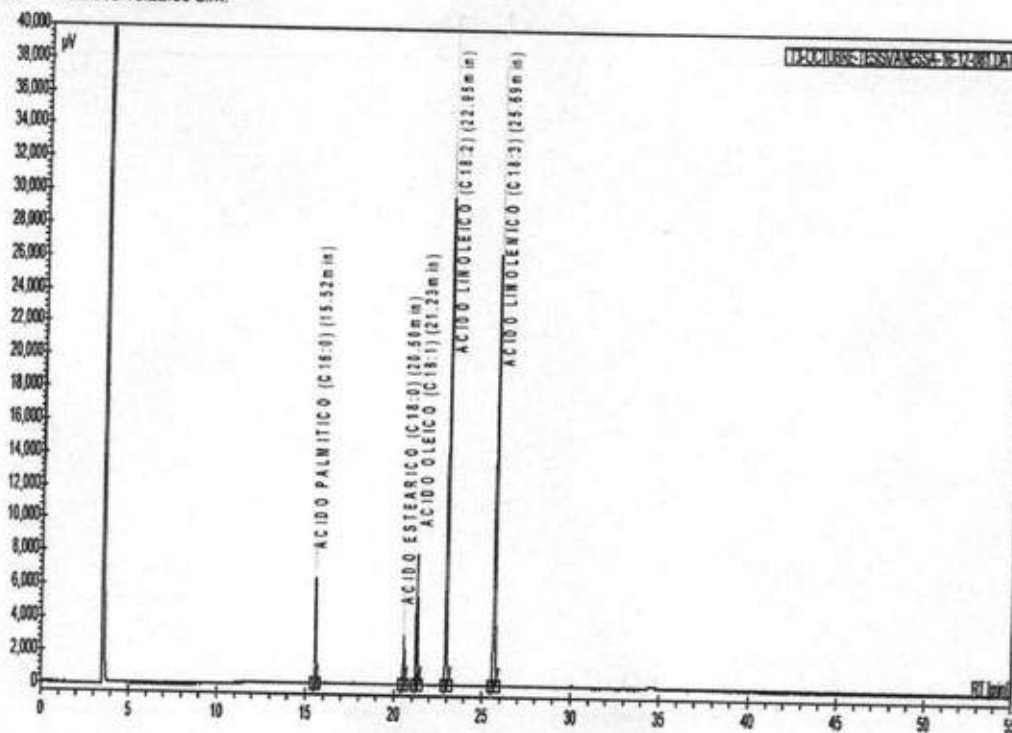


INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS AOAC-IAP C8-C24 -10-09-08
 SECUENCIA: AG-SACHA INCHI-VSS
 MUESTRA: T3-OCTUBRE-TESISVANESSA-16-12-081
 FECHA: 17/12/2008 10:22:08 a.m.

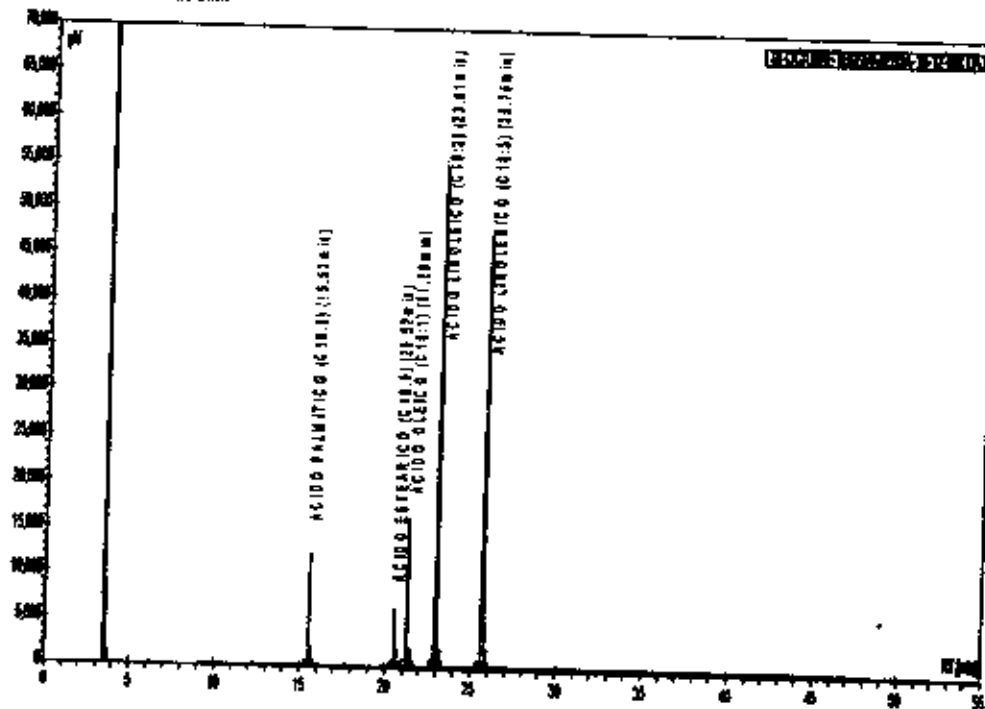


T3-OCTUBRE-TESISVANESSA-16-12-081 DATA (Front (FID))

Index	Name	Time (Min)	Quantity (mg /100mg)	Area (%)	Area (µV.Min)	Height (µV)
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.52	0.15	4.418	269.9	6430.3
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.50	0.11	3.310	202.2	3047.6
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.23	0.32	9.185	561.0	7941.0
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	22.95	1.41	40.589	2479.3	29736.4
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.69	1.52	42.498	2595.9	26255.6
Total			3.51	100.000	6108.4	73410.9

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
PROYECTO: ACIDOS GRASOS
METODO: ACIDOS GRASOS ADAC-KAP C8-C24 - 10-09-08
SECUENCIA: AD-SACH-M INCH-VSS
MUESTRA: 78-OCTUBRE-TESSIVANESSA-15-12-081
FECHA: 17/12/2008 11:45:20 a.m.



78-OCTUBRE-TESSIVANESSA-15-12-081.DAT1.FID1

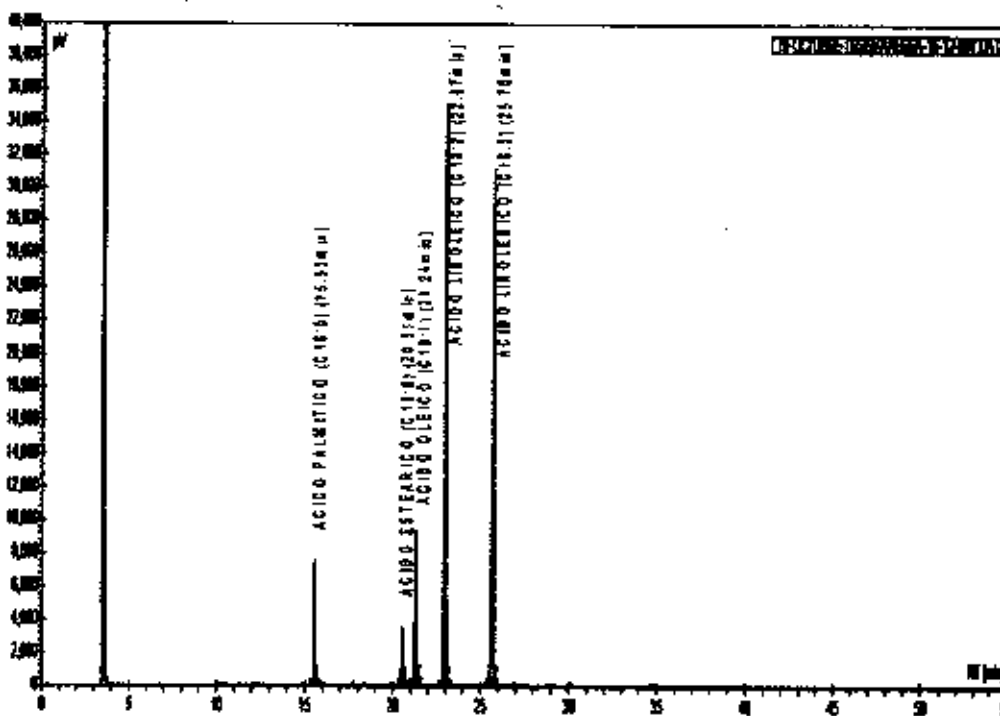
Peak	Retention Time (min)	Area (AU)	Height (AU)	Width (min)	Mass
1	15.63	0.28	4.231	511.8	12406.7
2	20.82	0.23	3.434	415.2	6767.3
3	21.26	0.64	6.433	1140.6	19096.8
4	23.01	2.86	41.686	5028.2	54981.0
5	25.75	2.93	41.318	4885.8	47319.8
Total		6.96	100.000	12391.0	137048.4

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA

AREA DE SUSTANCIAS NATURALES BIOACTIVAS

ANALISTA: PEDRO VASQUEZ
 PROYECTO: ACIDOS GRASOS
 METODO: ACIDOS GRASOS ADAC-MAP C8-C24 -10-08-08
 SECUENCIA: AG-SACHA MCH-VSS
 MUESTRA: 10-OCTUBRE-TEREVANESSA-16-12-081
 FECHA: 17/12/2008 01:08:32 p.m.



10-OCTUBRE-TEREVANESSA-16-12-081.DATA (FID) (FID)

Peak	Nombre	Ret.	Area	Area %	Area Normalizada	Area Integrada
1	ACIDO PALMITICO (C16:0)	15.53	0.17	4.325	314.1	7161.5
2	ACIDO ESTEARICO (C18:0)	20.51	0.13	3.263	238.4	3320.4
3	ACIDO OLEICO (C18:1)	21.24	0.36	9.250	871.8	9361.0
4	ACIDO LINOLEICO (C18:2)	22.97	1.72	41.033	2980.0	35092.8
5	ACIDO LINOLENICO (C18:3)	25.70	1.72	42.100	3059.1	31133.7
Total			4.19	100.000	7262.4	86689.4