

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se describen los resultados experimentales obtenidos en cada etapa, los mismos que fueron analizados e interpretados según el análisis estadístico mencionado en el segundo capítulo del proyecto.

3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.1.1. Primera Etapa: Condición adecuada de la oca para el proceso de fritura

A la oca recién cosechada caracteriza un elevado contenido de ácido oxálico, que le trasmite un sabor agrio, desagradable al paladar. Para disminuir la concentración de este ácido orgánico se ensayaron cuatro tratamientos, a saber:

t1 : Escaldado $80\text{ }^{\circ}\text{C} \times 5\text{ min}$

t2 : Solución Osmótica ($50\text{ }^{\circ}\text{Brix} + \text{Sal } 1\%$) $\times 1\text{ hora a } 65\text{ }^{\circ}\text{C}$

t3 : Escaldado $80\text{ }^{\circ}\text{C} \times 5\text{ min} + \text{Solución Osmótica } (50\text{ }^{\circ}\text{Brix} + \text{Sal } 1\%) \times 1\text{ hora a } 65\text{ }^{\circ}\text{C}$

t4 : Asoleo (4 días)

3.1.1.1. Variable respuesta: Acidez titulable (% ácido oxálico)

La efectividad del tratamiento aplicado se evaluó a través de la determinación de la acidez titulable, expresada como ácido oxálico, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16. Acidez titulable (% ácido oxálico) de la oca sometida a diferentes tratamientos

Repeticiones	Tratamientos			
	t1	t2	t3	t4
1	0,00900	0,01890	0,00675	0,09450
2	0,00900	0,01800	0,00675	0,09450
3	0,00900	0,01845	0,00720	0,09900

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

H_0 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran un similar % de ácido oxálico

H_1 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran diferente % de ácido oxálico

Tabla 17. ANOVA para la acidez titulable (% ácido oxálico) de la oca sometida a diferentes tratamientos

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Tratamientos	0,0163117	3	0,00543723	3098,14	0,0000 **
Error Experimental	0,00001404	8	0,000001755		
Total	0,0163257	11			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

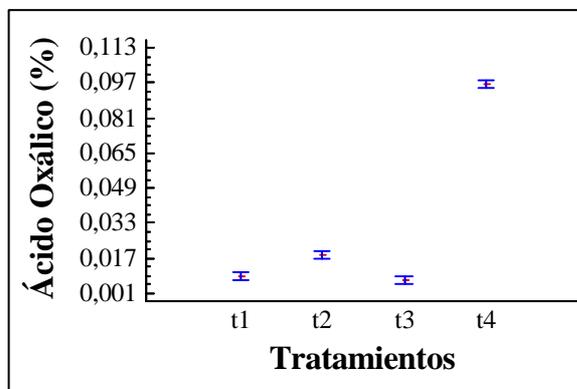
Coefficiente de Variación = 4,07 %

El análisis de varianza para la acidez titulable (% ácido oxálico), Tabla 17, mostró diferencias altamente significativas en el contenido de acidez, por efecto de los diferentes tratamientos aplicados. Por tanto se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa, siendo necesario realizar la prueba de significación para conocer el tratamiento que permite reducir significativamente la acidez titulable de la oca.

Tabla 18. Prueba de Tukey para la acidez titulable (% de ácido oxálico) de la oca sometida a diferentes tratamientos

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
3	0,0069	a
1	0,009	a
2	0,01845	b
4	0,096	c

Mediante la prueba de Tukey (Tabla 18), se estableció que los tratamientos t3 [escaldado 80 °C × 5 min + solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C] y t1 (escaldado 80 °C × 5 min.), provocan una disminución de la acidez titulable, expresada como ácido oxálico, a valores de 0,0069 % y 0,009 % respectivamente, y de entre estos dos tratamientos mayormente el t3, posiblemente debido a la hidrosolubilidad del ácido oxálico, a lo que contribuye también la temperatura de escaldado de la oca. El tratamiento menos efectivo para este propósito resultó el t4 (asoleo del tubérculo por 4 días), dando una concentración de 0,096 % para la acidez titulable.



Fuente: Tabla 18

Figura 11. Efecto de los diferentes tratamientos aplicados sobre la acidez titulable de la oca fresca

3.1.1.2. Variable respuesta: pH

Debido a la estrecha relación entre la acidez y el pH, se procedió a analizar este parámetro, como una alternativa de control de calidad, en caso de que no se pueda evaluar la acidez titulable, obteniéndose los resultados de la Tabla 19.

Tabla 19. pH de la oca sometida a diferentes tratamientos

Repeticiones	Tratamientos			
	t1	t2	t3	t4
1	5,65	5,73	6,18	5,79
2	5,59	5,61	6,24	5,81
3	5,62	5,67	6,21	5,80

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

H_0 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran un similar pH

H_1 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran diferente pH

Tabla 20. ANOVA para el pH de la oca procesada

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Tratamientos	0,6447	3	0,2149	156,29	0,0000 **
Error Experimental	0,011	8	0,001375		
Total	0,6557	11			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

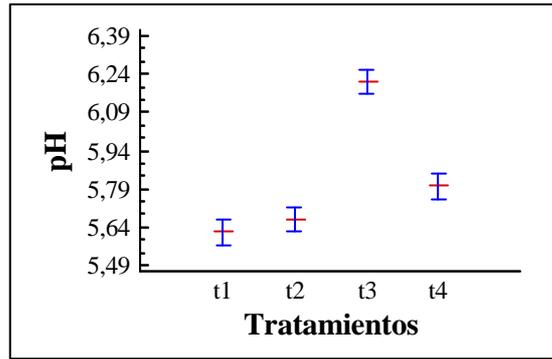
Coefficiente de Variación = 1%

El análisis de varianza para el pH de la oca procesada (Tabla 20), muestra que este parámetro varía por efecto de los tratamientos aplicados, por tanto, se rechazó la H_0 y se realizó la prueba de significación, Tukey al 5 %.

Tabla 21. Prueba de Tukey para el pH de la oca sometida a diferentes tratamientos

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
3	6,21	a
4	5,80	b
2	5,67	c
1	5,62	c

Con la prueba de Tukey (Tabla 21), se determinó que el tratamiento con el que se reduce significativamente el pH (concentración de iones hidrógeno) de la oca es el t3 [escaldado 80 °C × 5 min + solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C]. Parece que el proceso de deshidratación osmótica, ayuda a la eliminación del ácido oxálico, efecto que no se consigue sólo con el escaldado del tubérculo a 80 °C por 5 minutos (t1).



Fuente: Tabla 21

Figura 12. Efecto de los diferentes tratamientos aplicados sobre el pH de la oca fresca

3.1.1.3. Variable respuesta: Azúcares totales (%)

En la Tabla 22, se presenta la variación de los azúcares totales, por efecto de los diferentes tratamientos aplicados para incrementar su contenido.

Tabla 22. Efecto de los tratamientos aplicados a la oca, en el contenido de azúcares totales (%)

Repeticiones	Tratamientos			
	t1	t2	t3	t4
1	0,1564	3,8948	3,6476	2,8284
2	0,1529	3,9018	3,6547	2,7931
3	0,1557	3,8806	3,6476	2,8143

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

H_0 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran un similar % de azúcares totales

H_1 = Los tratamientos aplicados al tubérculo muestran diferente % de azúcares totales

Tabla 23. ANOVA para los azúcares totales (%) de la oca procesada

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Tratamientos	26,378	3	8,79268	77701,90	0,0000 **
Error Experimental	0,000905273	8	0,000113159		
Total	26,379	11			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

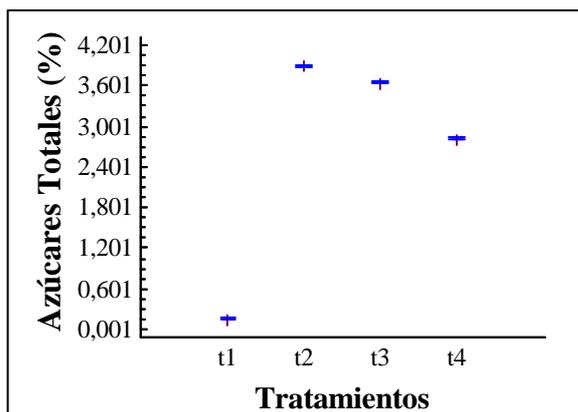
Coefficiente de Variación = 0,4 %

El contenido de azúcares totales de la oca, varió significativamente por efecto de los diferentes tratamientos aplicados (Tabla 23). Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula de igualdad de tratamientos (H_0), se aceptó la hipótesis alternativa y se realizó la prueba de Tukey al 5 %.

Tabla 24. Prueba de Tukey para los azúcares totales (%) de la oca sometida a diferentes tratamientos

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
2	3,8924	a
3	3,64997	b
4	2,81193	c
1	0,155	d

Con una certeza del 95 % se determinó que el tratamiento t2 [solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C] es el que permite alcanzar la mayor concentración de azúcares totales (3,89 %), condición deseable para la elaboración del producto final. Este resultado se alcanzó gracias a la inmersión de la oca en un jarabe a 50 °Brix, propiciando la transferencia de azúcares desde el jarabe a las rodajas del tubérculo, este proceso es facilitado por la temperatura (65 °C) del jarabe. La menor concentración de azúcares totales (rango d), se registró en la oca escaldada a 80 °C por 5 minutos, debido a la migración de los azúcares (hidrosolubles), en especial del almidón al medio acuoso (agua caliente).



Fuente: Tabla 24

Figura 13. Contenido de azúcares totales en la oca sometida a varios tratamientos

En base a los resultados experimentales obtenidos se seleccionó el tratamiento t3, como el más apropiado para la preparación de la oca, previo al proceso de fritura. Este tratamiento permitió disminuir la acidez titulable de la oca, expresada como ácido oxálico hasta un nivel de 0,0069 %, al cual correspondió un valor de pH igual a 6,21; igualmente con la aplicación de este tratamiento se elevó el contenido de azúcares totales a un nivel de 3,65 %, apropiado para mejorar el sabor, sin incrementar la susceptibilidad de los chips al pardeamiento, por efecto de la reacción de Maillard.

3.1.2. Segunda Etapa: Parámetros tecnológicos apropiados para la fritura del chip de oca

Con el tratamiento seleccionado (t3): escaldado 80 °C × 5 min + solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C, en la etapa anterior, se procedió a realizar ensayos de fritura para determinar las condiciones apropiadas a aplicarse en este proceso. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 25.

3.1.2.1. Variable respuesta: Acidez titulable (% ácido oxálico)

Tabla 25. Acidez titulable (% ácido oxálico) de la oca procesada sometida a diferentes condiciones de fritura

Repet.	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	0,00968	0,01125	0,01350	0,01013	0,01125	0,01620	0,01260	0,01350	0,02295
2	0,00945	0,01125	0,01350	0,01035	0,01080	0,01620	0,01238	0,01350	0,02250
3	0,00990	0,01080	0,01350	0,01035	0,01170	0,01665	0,01260	0,01395	0,02295

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

$H_{0(A)}$, $H_{0(B)}$, $H_{0(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada muestran un similar % de ácido oxálico

$H_{1(A)}$, $H_{1(B)}$, $H_{1(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada muestran diferente % de ácido oxálico

Tabla 26. ANOVA para la acidez titulable (% ácido oxálico) de los chips de oca sometidos a diferentes condiciones de fritura

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Factor A (temperatura)	0,00011742	2	0,00005871	951,37	0,0000 **
Factor B (tiempo)	0,000232147	2	0,000116074	1880,92	0,0000 **
Interacción A×B	0,000044625	4	0,0000111563	180,78	0,0000 **
Error experimental	0,0000011108	18	6,17111E-8		
Total	0,000395303	26			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

Coefficiente de Variación = 2 %

Los resultados expuestos en la Tabla 26, muestran un efecto significativo de la temperatura, el tiempo de fritura y la interacción de estos dos factores, sobre la acidez titulable de los chips de oca. Luego se aplicó la prueba de Tukey al 5 % para determinar las condiciones favorables orientadas a disminuir la acidez titulable, expresada como ácido oxálico.

Tabla 27. Prueba de Tukey para la acidez titulable (%) de los chips de oca fritos a diferentes temperaturas

Factor A	Media	Rangos ordenados
1 (160 °C)	0,0114256	a
2 (170 °C)	0,0126256	b
3 (180 °C)	0,0163256	c

Mediante la prueba funcional (Tabla 27), se determinó una menor acidez titulable para los chips de oca sometidos a fritura a 160 °C, incrementándose el valor de este parámetro a medida que aumenta la temperatura, probablemente debido a una mayor eliminación de agua y concentración de sólidos en el chip, a mayor temperatura de fritura.

Tabla 28. Prueba de Tukey para la acidez titulable (%) de los chips de oca sometidos a diferentes tiempos de fritura

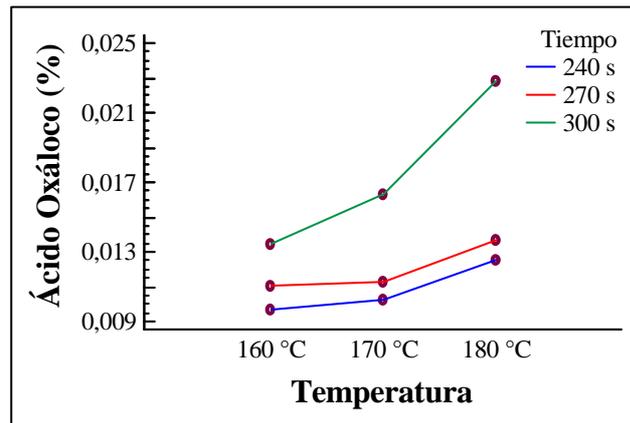
Factor B	Media	Rangos ordenados
1 (240 s)	0,0108267	a
2 (270 s)	0,012	b
3 (300 s)	0,01755	c

Para el tiempo de fritura, con la prueba de Tukey (Tabla 28), se estableció que un proceso de corta duración (240 s) incide en una menor acidez titulable, obteniéndose el efecto contrario a medida que se incrementa el tiempo de fritura, hasta un valor de 0,017 % a los 300 segundos.

Tabla 29. Prueba de Tukey para la acidez titulable (%) de los chips de oca, por efecto de la interacción tiempo – temperatura de fritura

Interacción AxB	Media	Rangos ordenados
1 (160 °C, 240 s)	0,00967667	a
4 (170 °C, 240 s)	0,0102767	a
2 (160 °C, 270 s)	0,0111	b
5 (170 °C, 270 s)	0,01125	b
7 (180 °C, 240 s)	0,0125267	c
3 (160 °C, 300 s)	0,0135	d
8 (180 °C, 270 s)	0,01365	d
6 (170 °C, 300 s)	0,01635	e
9 (180 °C, 300 s)	0,0228	f

La prueba de Tukey (Tabla 29), para la acidez titulable resultante del efecto combinado de los factores (tiempo y temperatura de fritura), ubica a los tratamientos T1 y T4 en el primer rango estadístico (a), obteniéndose el menor valor de acidez (ácido oxálico) cuando los chips son fritos a 160 o 170 °C, por 240 s. Con el tratamiento T9 (180 °C, 300 s) se obtuvo el efecto contrario, registrándose un valor de 0,0228 % para la acidez titulable.



Fuente: Tabla 29

Figura 14. Efecto de los factores temperatura y tiempo de fritura sobre la acidez titulable de los chips de oca

3.1.2.2. Variable respuesta: pH

Tabla 30. pH de la oca procesada sometida a diferentes condiciones de fritura

Repeticiones	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	4,34	6,17	5,63	6,45	5,96	5,26	6,26	6,01	5,05
2	4,33	6,18	5,63	6,45	5,96	5,28	6,27	6,02	5,05
3	4,34	6,16	5,62	6,46	5,97	5,27	6,25	6,01	5,06

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

$H_{0(A)}$, $H_{0(B)}$, $H_{0(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada muestran un similar pH

$H_{1(A)}$, $H_{1(B)}$, $H_{1(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada muestran diferente pH

Tabla 31. ANOVA para el pH de los chips de oca sometidos a diferentes condiciones de fritura

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Factor A (temperatura)	1,32216	2	0,661081	11899,47	0,0000 **
Factor B (tiempo)	2,41267	2	1,20634	21714,07	0,0000 **
Interacción AxB	7,46733	4	1,86683	33602,97	0,0000 **
Error experimental	0,001	18	5,556E-05		
Total	11,2032	26			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

Coefficiente de Variación = 0,1%

El análisis de varianza para el pH de los chips de oca, muestra un efecto significativo de la temperatura, el tiempo de fritura y la interacción de estos dos factores (Tabla 31). Por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alternativa, siendo necesario aplicar la prueba de Tukey al 5 % a los tratamientos significativos.

Tabla 32. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la temperatura de fritura, sobre el pH de los chips de oca

Factor A	Media	Rangos ordenados
2 (170 °C)	5,89556	a
3 (180 °C)	5,77556	b
1 (160 °C)	5,37778	c

La prueba de Tukey aplicada al Factor A (temperatura de fritura), muestra que el proceso a 170 °C (T2), permite obtener chips de mayor concentración de iones hidrógeno (pH), resultado que concuerda con el nivel de acidez titulable (Tabla 29), el cual no presenta variación con la fritura realizada a 160 o 170 °C.

Tabla 33. Prueba de Tukey para determinar el efecto del tiempo de fritura, sobre el pH de los chips de oca

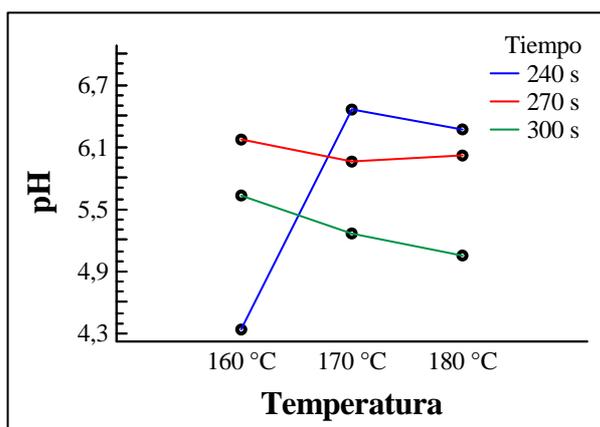
Factor B	Media	Rangos ordenados
2 (270 s)	6,04889	a
1 (240 s)	5,68333	b
3 (300 s)	5,31667	c

Con la prueba de Tukey (Tabla 33), se determinó que con un tiempo intermedio de fritura igual a 270 segundos, se logró elevar el pH de los chips de oca hasta un valor de 6,05; indicativo del menor contenido de ácido oxálico expresado como acidez titulable. Este valor es estadísticamente diferente del obtenido a 240 y 300 segundos de fritura, que se ubicaron en los rangos b y c.

Tabla 34. Prueba de Tukey para determinar el efecto de la interacción tiempo – temperatura de fritura, sobre el pH de los chips de oca

Interacción AxB	Media	Rangos ordenados
4 (170 °C, 240 s)	6,45333	a
7 (180 °C, 240 s)	6,26	b
2 (160 °C, 270 s)	6,17	c
8 (180 °C, 270 s)	6,01333	d
5 (170 °C, 270 s)	5,96333	e
3 (160 °C, 300 s)	5,62667	f
6 (170 °C, 300 s)	5,27	g
9 (180 °C, 300 s)	5,05333	h
1 (160 °C, 240 s)	4,33667	i

Mediante la prueba de Tukey para la interacción AxB (temperatura × tiempo), Tabla 34, se estableció que el tratamiento con el que se logra un mayor valor de pH (menor acidez) en los chips de oca, corresponde al T4 (170 °C, 240 s). Debido a que este valor corresponde a la condición deseable, se ubicó en el primer rango estadístico (a).



Fuente: Tabla 34

Figura 15. Efecto de la interacción AxB en el pH de los chips de oca

3.1.2.3. Determinación del color externo de los chips de oca

En la Tabla 35, se presentan los valores de las coordenadas colorimétricas (a, b y L) de los chips de oca. El tono ($^{\circ}\text{H}$) y el croma (C) se calculó a partir de las ecuaciones mencionadas en el Anexo 3.11.

Tabla 35. Color externo* de los chips de oca, procesados por diferentes tratamientos⁺

Código	a (nm)	b (nm)	$^{\circ}\text{H}$	C (nm)	L (nm)
T1	- 0,39	18,53	- 88,78	18,53	58,22
T2	- 0,20	19,94	- 89,43	19,94	54,99
T3	0,36	18,34	88,86	18,34	43,55
T4	- 0,39	22,08	- 88,99	22,08	56,19
T5	- 0,13	23,27	- 89,69	23,27	49,44
T6	0,48	16,41	88,32	16,42	37,08
T7	- 0,24	19,54	- 89,30	19,54	51,33
T8	- 0,16	22,18	- 89,60	22,18	53,19
T9	0,48	12,40	87,77	12,41	31,80

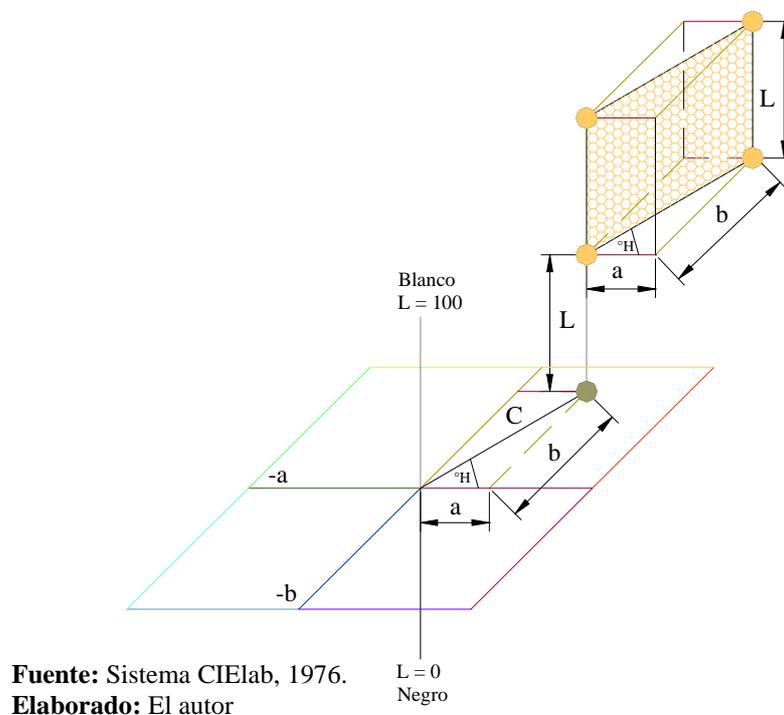
Fuente: Directa

Elaborado: El autor

*Medición instrumental

⁺Promedio de 3 repeticiones

nm: λ (longitud de onda)



Fuente: Sistema CIElab, 1976.

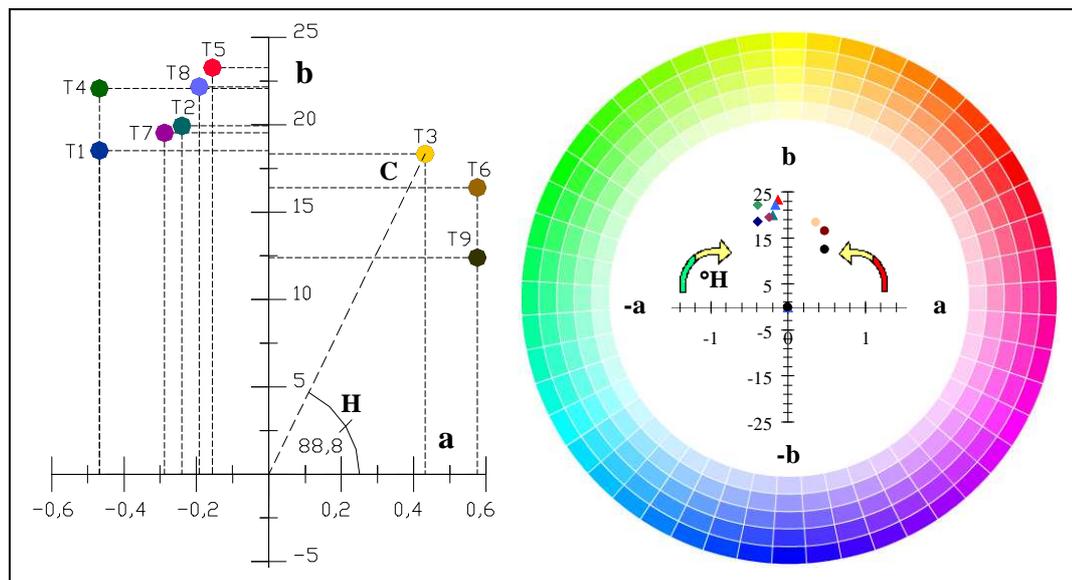
Elaborado: El autor

L = 0
Negro

Figura 16. Representación gráfica de las coordenadas colorimétricas de color de los chips de oca

3.1.2.3.1. °H (tono)

En la Figura 17, se observa que los tratamientos T1, T4, T7, T2, T8, T5 se ubicaron en las coordenadas cromáticas: -a (verde) y b (amarillo), con el croma (C) orientado hacia el color amarillo. Los valores de L (claridad), muestran que los tratamientos mencionados son de tonalidad clara, mientras que los tratamientos T3, T6 y T9, cuyos valores se alejan de 100, son de tonalidad oscura, puesto que reflejan los valores de a (rojo) y b (amarillo).



Fuente: Tabla 35

Figura 17. Diagrama de cromaticidad de los chips de oca procesados por varios tratamientos

3.1.2.3.2. Variable respuesta: Croma (C)

El croma es el componente que define la intensidad del color de un producto, siendo necesario realizar el análisis estadístico de este componente.

Tabla 36. Croma de la oca procesada sometida a diferentes condiciones de fritura

Repeticiones	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	18,37	19,56	18,3	21,43	22,95	15,63	19,28	22,46	12,31
2	18,48	20,08	18,26	22,89	23,81	16,71	20,15	22,7	12,41
3	18,75	20,17	18,46	21,92	23,06	16,9	19,18	21,38	12,51

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

$H_{0(A)}$, $H_{0(B)}$, $H_{0(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada producen una similar cromaticidad

$H_{1(A)}$, $H_{1(B)}$, $H_{1(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada producen diferente cromaticidad

Tabla 37. ANOVA para el croma (C) de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Factor A (temperatura)	30,0461	2	15,0231	61,82	0,0000 **
Factor B (tiempo)	176,107	2	88,0537	362,32	0,0000 **
Interacción A×B	62,2728	4	15,5682	64,06	0,0000 **
Error experimental	4,37453	18	0,24303		
Total	272,801	26			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

Coeficiente de variación = 2,6 %

El análisis de varianza para el croma (Tabla 37), muestra diferencias altamente significativas en la cromaticidad, por efecto de los factores: temperatura (A), tiempo (B) y para su interacción (A×B), por lo que se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se realizó la prueba de significación.

Tabla 38. Prueba de Tukey para el croma, por efecto de la temperatura de fritura

Factor A	Media	Rangos ordenados
2 (170 °C)	20,5889	a
1 (160 °C)	18,9367	b
3 (180 °C)	18,0422	c

Mediante la prueba de Tukey para el Factor A (temperatura), Tabla 38, se estableció que la temperatura de 180 °C, da lugar a la obtención de chips de color amarillo oscuro, con tendencia hacia el color marrón (18,0422), mientras que cuando los chips se fríen a 170 °C, su color es amarillo claro (20,59) muy definido, siendo esta última condición deseable para los chips de oca.

Tabla 39. Prueba de Tukey para el croma, por efecto del tiempo de fritura

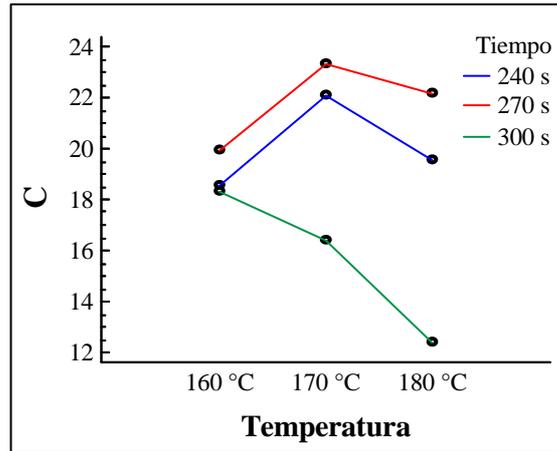
Factor B	Media	Rangos ordenados
2 (270 s)	21,7967	a
1 (240 s)	20,05	b
3 (300 s)	15,7211	c

Con la prueba de Tukey (Tabla 39), se estableció que el tiempo de fritura afecta al color de los chips, disminuyendo su cromaticidad hasta un valor de 15,72 cuando los chips se fríen por 300 segundos; no obstante cuando el proceso se realiza a 270 segundos, mejora la cromaticidad (21,79), obteniéndose un producto de color amarillo claro, por ser ésta la condición deseable para los chips de oca, este tratamiento se ubicó en el primer rango estadístico (a).

Tabla 40. Prueba de Tukey para el croma (C) de los chips de oca, por efecto de los factores tiempo – temperatura de fritura

Interacción A×B	Media	Rangos ordenados
5 (170 °C, 270 s)	23,2733	a
8 (180 °C, 270 s)	22,18	a
4 (170 °C, 240 s)	22,08	a
2 (160 °C, 270 s)	19,9367	b
7 (180 °C, 240 s)	19,5367	bc
1 (160 °C, 240 s)	18,5333	bc
3 (160 °C, 300 s)	18,34	c
6 (170 °C, 300 s)	16,4133	d
9 (180 °C, 300 s)	12,41	e

Mediante la prueba de Tukey para la interacción A×B (temperatura × tiempo), Tabla 40, se estableció que el tratamiento que ocasionó un color amarillo oscuro con tendencia al color marrón fue el tratamiento T9 (180 °C, 300 s), con una cromaticidad de 12,41; mientras que con los tratamientos T5 (170 °C, 270 s), T8 (180 °C, 270 s) y T4 (160 °C, 240 s) que registraron una mayor cromaticidad (23,2733; 22,18; 22,08), corresponden a un color amarillo claro, muy definido.



Fuente: Tabla 40

Figura 18. Efecto de la interacción A×B en el cromático de los chips de oca

3.1.2.3.3. Variable respuesta: Luminosidad (L)

Tabla 41. Luminosidad de la oca procesada sometida a diferentes condiciones de fritura

Repeticiones	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	58,29	54,5	43,64	56,65	48,7	36,38	51,02	53,16	31,91
2	58,39	55,2	43,27	55,79	49,5	37,29	51,3	52,98	31,66
3	57,97	55,27	43,74	56,14	50,12	37,56	51,67	53,44	31,82

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

$H_{0(A)}$, $H_{0(B)}$, $H_{0(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada producen una similar luminosidad

$H_{1(A)}$, $H_{1(B)}$, $H_{1(A \times B)}$ = Los tratamientos (factores) aplicados a la oca procesada producen diferente luminosidad

Tabla 42. ANOVA para la luminosidad (L) de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Factor A (temperatura)	218,599	2	109,3	637,58	0,0000 **
Factor B (tiempo)	1650,53	2	825,265	4814,01	0,0000 **
Interacción A×B	112,614	4	28,1535	164,23	0,0000 **
Error experimental	3,08573	18	0,17143		
Total	1984,83	26			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

Coefficiente de Variación = 0,9%

El análisis de varianza para la luminosidad, Tabla 42, muestra diferencias altamente significativas de este componente colorimétrico por efecto de los factores: temperatura (A), tiempo de fritura (B) y su efecto combinado (A×B). Por tanto, se rechazó la H_0 y se realizó la prueba de significación.

Tabla 43. Prueba de Tukey para la luminosidad de los chips de oca por efecto de la temperatura de fritura

Factor A	Media	Rangos ordenados
1 (160 °C)	52,25	a
2 (170 °C)	47,57	b
3 (180 °C)	45,44	c

Con una certeza del 95 % se afirma que la temperatura de fritura afecta a la luminosidad de los chips, obteniéndose productos más claros (52,25) cuando la fritura se realiza a 160 °C (rango a) y más oscuros o menos luminosos (45,44) cuando los chips se fríen a 180 °C (rango c).

En la Tabla 44, se presenta el efecto categorizado del tiempo de fritura sobre la luminosidad de los chips de oca.

Tabla 44. Prueba de Tukey para la luminosidad de los chips de oca, por efecto del tiempo de fritura

Factor B	Media	Rangos ordenados
1 (240 s)	55,2467	a
2 (270 s)	52,5411	b
3 (300 s)	37,4744	c

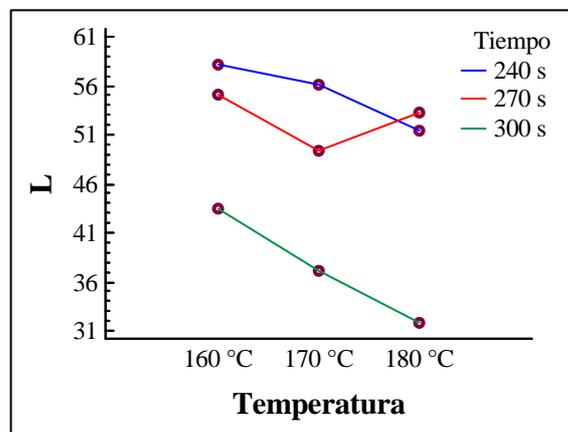
Determinándose que mientras menor sea el tiempo de fritura (240 s) se obtienen chips de color amarillo claro (55,24), por lo que este valor se ubicó en el primer rango estadístico (a). A medida que se incrementa el tiempo de fritura disminuye la claridad de los chips, hasta un valor de 37,47 (amarillo oscuro) cuando el proceso dura 300 segundos.

Tabla 45. Prueba de Tukey para la luminosidad (L) de los chips de oca, por efecto de la interacción tiempo – temperatura de fritura

Interacción AxB	Media	Rangos ordenados
1 (160 °C, 240 s)	58,2167	a
4 (170 °C, 240 s)	56,1933	b
2 (160 °C, 270 s)	54,99	c
8 (180 °C, 270 s)	53,1933	d
7 (180 °C, 240 s)	51,33	e
5 (170 °C, 270 s)	49,44	f
3 (160 °C, 300 s)	43,55	g
6 (170 °C, 300 s)	37,0767	h
9 (180 °C, 300 s)	31,7967	i

La menor temperatura y tiempo de fritura, dan lugar a la obtención de chips de color amarillo claro (58,21), obscureciéndose el producto hasta presentar una luminosidad de 31,79; cuando el proceso se realiza a 180 °C por 300 segundos (Tabla 45).

La Figura 19, muestra que los factores tiempo y temperatura de fritura, inciden directamente en el color de los chips.



Fuente: Tabla 45

Figura 19. Efecto de la interacción AxB en la luminosidad de los chips de oca

3.1.2.4. Análisis sensorial de los chips de oca

Con el fin de describir apropiadamente a los chips obtenidos experimentalmente, se realizó un análisis sensorial descriptivo, utilizando una escala categorizada de 4 puntos, con la correspondiente equivalencia numérica para cada categoría del atributo. El análisis sensorial se realizó con 20 panelistas no entrenados, según el formulario que consta en el Anexo 4.1.

Saltos (1993), señala que no es necesario plantear ninguna hipótesis con respecto al efecto de los catadores porque las medias de los bloques, cuando se aplica un diseño de bloques al azar son meramente indicativas de las diferencias del factor exógeno a los tratamientos. En este caso, se bloquea la subjetividad de los catadores.

3.1.2.4. 1. Variable respuesta: Color

Tabla 46. Calificaciones promedio para el color de los chips de oca*

Tratamientos	Catadores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1
T2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2
T3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3
T4	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
T5	2	1	1	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
T6	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4
T7	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
T8	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
T9	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4

Fuente: Encuestas

Elaborado: El autor

*Promedio de las 3 repeticiones de las calificaciones otorgadas por los catadores

H_0 = El color de los tratamientos no varía estadísticamente

H_1 = Por lo menos un tratamiento difiere en el color de los chips de oca

Tabla 47. ANOVA para las calificaciones de color de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Catadores	3,66667	19	0,192982	0,89	0,5949
Tratamientos	194,4	8	24,3	112,15	0,0000 **
Error Experimental	32,9333	152	0,216667		
Total	231,0	179			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

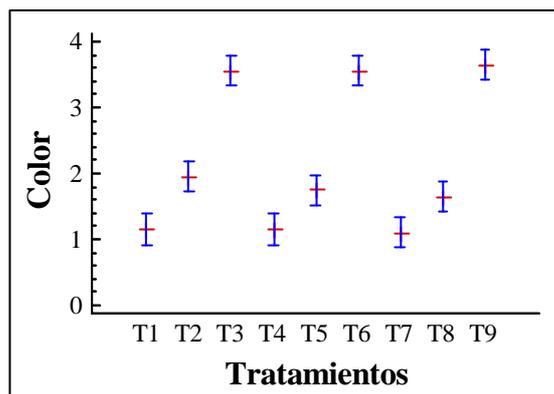
Coefficiente de Variación = 21,5 %

El análisis de varianza (Tabla 47), muestra que las calificaciones promedio, para el color de los chips de oca, varía significativamente por efecto de los diferentes tratamientos aplicados. Por lo que se rechazó la hipótesis nula, se aceptó la alternativa y se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.

Tabla 48. Prueba de Tukey para las calificaciones de color de los chips de oca

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
9 (180 °C, 300 s)	3,65	a
3 (160 °C, 300 s)	3,55	a
6 (170 °C, 300 s)	3,55	a
2 (160 °C, 270 s)	1,95	b
5 (170 °C, 270 s)	1,75	b
8 (180 °C, 270 s)	1,65	b
4 (170 °C, 240 s)	1,15	c
1 (160 °C, 240 s)	1,15	c
7 (180 °C, 240 s)	1,1	c

Mediante la prueba de Tukey para los tratamientos (Tabla 48), se determinó que los tratamientos T9 (180 °C, 300 s), T3 (160 °C, 300 s) y T6 (170 °C, 300 s) alcanzaron calificaciones de 3,65; 3,55 y 3,55 respectivamente, las cuales describen a los chips de color café, con tonalidad variante de clara hasta oscura.



Fuente: Tabla 48

Figura 20. Efecto de los tratamientos en las calificaciones de color de los chips de oca

3.1.2.4. 2. Variable respuesta: Olor

Tabla 49. Calificaciones promedio para el olor de los chips de oca*

Tratamientos	Catadores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	3	2	1	2	1	1	4	3	4	4	2	3	2	2	4	4	2	2	2	2
T2	2	4	3	3	4	2	2	3	3	4	3	3	2	2	4	3	4	2	2	3
T3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	2	2	4	4	3	3	4
T4	2	4	2	4	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	4	2	1	4	2	2
T5	3	4	3	2	2	4	1	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	2	2
T6	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4
T7	2	2	4	2	2	4	4	2	1	2	4	4	4	2	1	1	2	4	4	1
T8	4	3	4	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	2	3	2	2	2	4	4
T9	4	4	3	4	4	4	2	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente: Encuestas

Elaborado: El autor

*Promedio de las 3 repeticiones de las calificaciones otorgadas por los catadores

H_0 = El olor de los tratamientos no varía estadísticamente

H_1 = Por lo menos un tratamiento difiere en el olor de los chips de oca

Tabla 50. ANOVA para las calificaciones del olor de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Catadores	10,0222	19	0,527485	0,64	0,8675
Tratamientos	47,2	8	5,9	7,20	0,0000 **
Error Experimental	124,578	152	0,819591		
Total	181,8	179			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

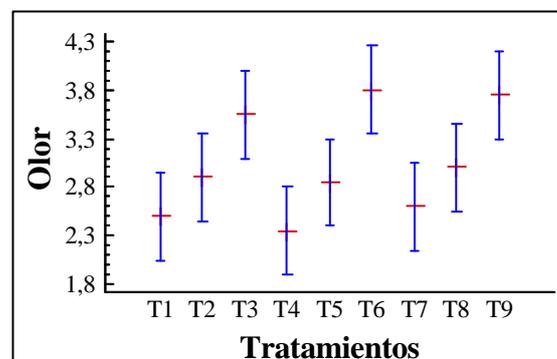
Coefficiente de Variación = 29,8 %

El análisis de varianza para el olor (Tabla 50), muestra un efecto significativo de los tratamientos en las calificaciones promedio otorgadas por los catadores para el atributo olor. Por lo que se rechazó la H_0 y se aplicó la prueba de significación Tukey al 5 %.

Tabla 51. Prueba de Tukey para las calificaciones del olor de los chips de oca

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
6 (170 °C, 300 s)	3,8	a
9 (180 °C, 300 s)	3,75	ab
3 (160 °C, 300 s)	3,55	ab
8 (180 °C, 270 s)	3,0	abc
2 (160 °C, 270 s)	2,9	abc
5 (170 °C, 270 s)	2,85	bc
7 (180 °C, 240 s)	2,6	c
1 (160 °C, 240 s)	2,5	c
4 (170 °C, 240 s)	2,35	c

Mediante la prueba de Tukey aplicada a los tratamientos (Tabla 51), se determinó que los tratamientos T6, T9, T3, T8 y T2 alcanzaron similares calificaciones en el atributo “olor”, por lo que comparten el rango estadístico (a). A estos valores corresponden los descriptores “olor característico a oca” y a “producto frito”, condiciones que se alcanzaron al freír los chips a 270 y 300 segundos, con temperaturas entre 160 a 180 °C.



Fuente: Tabla 51

Figura 21. Efecto de los tratamientos en las calificaciones del olor de los chips de oca

3.1.2.4. 3. Variable respuesta: Crocancia

Tabla 52. Calificaciones promedio para la crocancia de los chips de oca*

Tratamientos	Catadores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	4	2	3	1	1
T2	4	3	4	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	2
T3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
T4	2	2	1	1	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	3	2	1	2	2
T5	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
T6	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4
T7	2	4	2	2	4	3	3	3	3	3	4	2	3	4	2	2	3	3	3	3
T8	4	3	2	3	3	4	3	3	3	3	2	3	2	4	2	3	2	3	3	3
T9	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4

Fuente: Encuestas

Elaborado: El autor

*Promedio de las 3 repeticiones de las calificaciones otorgadas por los catadores

H_0 = La crocancia de los tratamientos no varía estadísticamente

H_1 = Por lo menos un tratamiento difiere en la crocancia de los chips de oca

Tabla 53. ANOVA para las calificaciones de la crocancia de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Catadores	10,2444	19	0,539181	1,66	0,0496
Tratamientos	116,1	8	14,5125	44,60	0,0000 **
Error Experimental	49,4556	152	0,325365		
Total	175,8	179			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

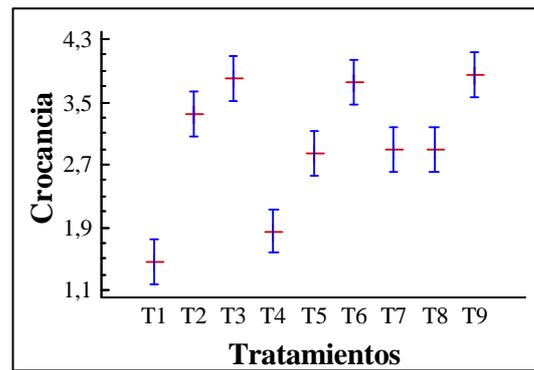
Coefficiente de variación = 19,2 %

El análisis de varianza para las calificaciones promedio de la crocancia de los chips (Tabla 53), muestra diferencias altamente significativas en este parámetro por efecto de los tratamientos aplicados. Se rechaza la H_0 y se aplicó la prueba de Tukey al 5 % a los tratamientos.

Tabla 54. Prueba de Tukey para las calificaciones de la crocancia de los chips de oca

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
9 (180 °C, 300 s)	3,85	a
3 (160 °C, 300 s)	3,8	a
6 (170 °C, 300 s)	3,75	a
2 (160 °C, 270 s)	3,35	ab
8 (180 °C, 270 s)	2,9	b
7 (180 °C, 240 s)	2,9	b
5 (170 °C, 270 s)	2,85	b
4 (170 °C, 240 s)	1,85	c
1 (160 °C, 240 s)	1,45	c

Con una certeza del 95 %, se afirma que los tratamientos T9 (180 °C, 300 s), T3 (160 °C, 300 s) y el T6 (170 °C, 300 s) presentan calificaciones similares para el atributo “crocancia”, valores que describen a un producto de “crocante” a “muy crocante”. Esta textura se alcanzó al freír los chips a temperaturas de 160 a 180 °C por 300 segundos.



Fuente: Tabla 54

Figura 22. Efecto de los tratamientos en las calificaciones de la crocancia de los chips de oca

3.1.2.4. 4. Variable respuesta: Sabor

Tabla 55. Calificaciones promedio para el sabor de los chips de oca*

Tratamientos	Catadores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4
T2	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4
T3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4
T4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3
T5	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3
T6	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3
T7	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	2	3	4	4	3
T8	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4
T9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4

Fuente: Encuestas

Elaborado: El autor

*Promedio de las 3 repeticiones de las calificaciones otorgadas por los catadores

H_0 = El sabor de los tratamientos no varía estadísticamente

H_1 = Por lo menos un tratamiento difiere en el sabor de los chips de oca

Tabla 56. ANOVA para las calificaciones del sabor de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Catadores	6,77222	19	0,356433	1,51	0,0905
Tratamientos	8,24444	8	1,03056	4,35	0,0001 **
Error Experimental	35,9778	152	0,236696		
Total	50,9944	179			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

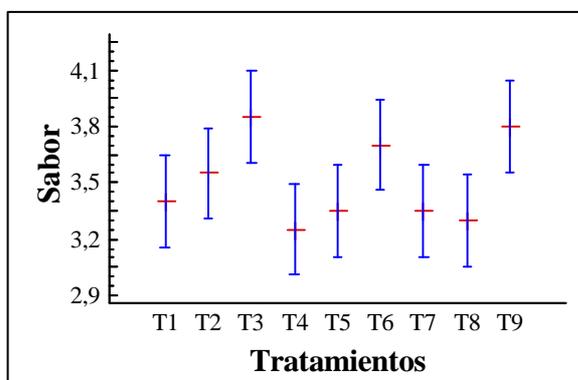
Coefficiente de Variación = 13,9 %

El análisis de varianza para las calificaciones promedio del sabor de los chips de oca (Tabla 56), mostró diferencias altamente significativas en este parámetro por efecto de los tratamientos aplicados en la preparación de los chips. Por tanto, se rechazó la H_0 y se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.

Tabla 57. Prueba de Tukey para las calificaciones del sabor de los chips de oca

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
3 (160 °C, 300 s)	3,85	a
9 (180 °C, 300 s)	3,8	ab
6 (170 °C, 300 s)	3,7	abc
2 (160 °C, 270 s)	3,55	abc
1 (160 °C, 240 s)	3,4	abc
5 (170 °C, 270 s)	3,35	bc
7 (180 °C, 240 s)	3,35	bc
8 (180 °C, 270 s)	3,3	c
4 (170 °C, 240 s)	3,25	c

Con la prueba de Tukey (Tabla 57) se determinó que el tratamiento T3, alcanzó la mayor calificación en el atributo “sabor”, este valor hace referencia a un producto “dulce”, obtenido por fritura de la oca a una temperatura de 160 °C durante 300 segundos. Los tratamientos T9, T6, T2, T1, T5 y T7, alcanzaron similares calificaciones y compartieron el rango estadístico (b), con valores entre 3,35 a 3,8 correspondientes a los descriptores “ligeramente dulce” y “dulce”.



Fuente: Tabla 57

Figura 23. Efecto de los tratamientos en las calificaciones del sabor de los chips de oca

El nivel de aceptabilidad indica en qué grado el producto agrada o desagrade a los panelistas, obteniéndose las calificaciones que se muestran en la Tabla 58.

3.1.2.4. 5. Variable respuesta: Aceptabilidad

Tabla 58. Calificaciones promedio para la aceptabilidad de los chips de oca*

Tratamientos	Catadores																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T1	3	2	4	2	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	1
T2	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2
T3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
T4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3
T5	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4
T6	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
T7	3	3	3	3	4	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	1	3
T8	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	1	4
T9	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	1	3

Fuente: Encuestas

Elaborado: El autor

*Promedio de las 3 repeticiones de las calificaciones otorgadas por los catadores

H_0 = La aceptabilidad de los tratamientos no varía estadísticamente

H_1 = Por lo menos un tratamiento difiere en la aceptabilidad de los chips de oca

Tabla 59. ANOVA para las calificaciones de la aceptabilidad de los chips de oca

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Probabilidad
Catadores	15,8	19	0,831579	2,40	0,0018
Tratamientos	19,3	8	2,4125	6,96	0,0000 **
Error Experimental	52,7	152	0,346711		
Total	87,8	179			

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

** altamente significativo

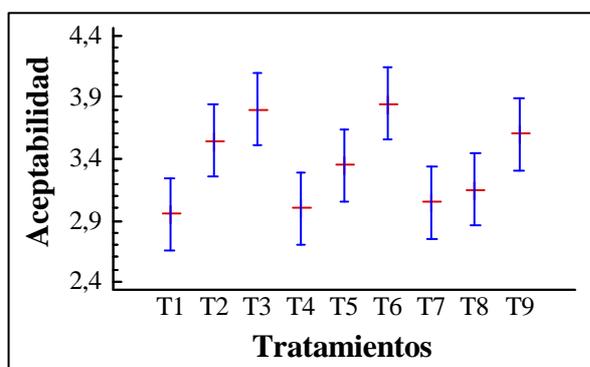
Coefficiente de Variación = 17,5 %

El análisis de varianza (Tabla 59), mostró diferencias altamente significativas en la aceptabilidad de los chips por efecto de los tratamientos aplicados. Por lo que se rechazó la hipótesis nula, se aceptó la alternativa y se aplicó una prueba funcional para conocer el tratamiento de mayor aceptación.

Tabla 60. Prueba de Tukey para las calificaciones de la aceptabilidad de los chips de oca

Tratamientos	Media	Rangos ordenados
6 (170 °C, 300 s)	3,85	a
3 (160 °C, 300 s)	3,8	a
9 (180 °C, 300 s)	3,6	ab
2 (160 °C, 270 s)	3,55	abc
5 (170 °C, 270 s)	3,35	abcd
8 (180 °C, 270 s)	3,15	bcd
7 (180 °C, 240 s)	3,05	bcd
4 (170 °C, 240 s)	3,0	cd
1 (160 °C, 240 s)	2,95	d

Con una certeza del 95 %, se afirma que los tratamientos que alcanzaron la mayor calificación en el parámetro “aceptabilidad” fueron el T6 (170 °C, 300 s) y T3 (160 °C, 300 s), con una marcada influencia del tiempo más que de la temperatura de fritura. Las calificaciones mencionadas corresponden al descriptor “muy agradable”. Mientras que el tratamiento T1, con una calificación promedio de 2,95 se ubicó en el rango estadístico (d), que describe a un producto de carácter “agradable”. Concluyendo que a los panelistas les agrada los chips muy crocantes, de color oscuro, olor a “producto frito” y sabor dulce.



Fuente: Tabla 60

Figura 24. Efecto de los tratamientos en las calificaciones de la aceptabilidad para los chips de oca

Estas características se lograron con los tratamientos T6 (170 °C, 300 s), T3 (160 °C, 300 s), a este último caracterizó una menor acidez (0,0135 %) y mayor valor de pH (5,63), un color café claro, establecido en base a la cromaticidad (18,34) y a la luminosidad (L) de 43,55.

3.1.3. Tercera Etapa: Caracterización físico – química y nutricional de los chips de oca, con relación al tubérculo en estado nativo (sin procesar)

Los resultados de la caracterización físico – química y nutricional realizada en la oca fresca y en el tratamiento seleccionado: escaldado 80 °C × 5 min + solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C y fritura a 160 °C durante 300 s, se presenta en la Tabla 61.

Tabla 61. Caracterización físico – química y nutricional de la oca y los chips de oca

	Análisis	Unidad	Oca fresca	Chips de oca
	pH		5,168	5,627
	Sólidos solubles	°Brix	8	70
	Acidez Tit. (ácido oxálico)	%	0,165	0,014
	Azúcares Totales	%	1,187	4,817
	Humedad*	%	2,82	0,22
	Cenizas*	%	4,18	0,37
	Grasa*	%	1,18	2,34
	Proteína*	%	4,35	1,04
	Fibra*	%	3,23	2,56
Macro Elementos	Ca*	%	0,05	0,04
	P*	%	0,14	0,03
	Mg*	%	0,09	0,00
	K*	%	2,53	0,03
	Na*	%	0,07	0,04
Micro Elementos	Cu*	ppm	7	1
	Fe*	ppm	86	16
	Mn*	ppm	7	3
	Zn*	ppm	9	3
Vitaminas	C	ppm	323,33	222,0
	B6 ⁺	mg/g	0,19	N.D.
	B3 ⁺	mg/g	9,86	N.D.
	B1 ⁺	mg/g	ND	13,72
	B2 ⁺	mg/g	ND	1,02

*Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad (INIAP)

⁺Fuente: (OSP) Universidad Central del Ecuador

Promedio de 3 determinaciones a acepción de las vitaminas⁺, en base seca

ND: nivel no detectable

Para evaluar el efecto del proceso de fritura en la composición físico – química y nutricional de la oca se aplicó el estadístico “t student”.

Tabla 62. “t student” para la caracterización físico – química y nutricional de la oca y los chips de oca

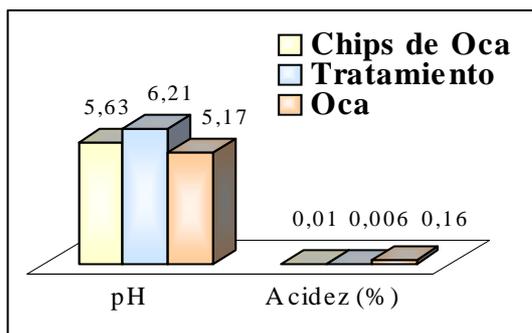
	Análisis	Unidad	t student calculado	Grado de significancia
	pH		-122,10	s
	Acidez Tit. (ácido oxálico)	%	113,37	s
	Azúcares Totales	%	-256,07	s
	Humedad	%	318,43	s
	Cenizas	%	466,63	s
	Grasa	%	-71,04	s
	Proteína	%	181,30	s
	Fibra	%	32,19	s
	Vitamina C	ppm	18,27	s
Macro Elementos	Ca	%	1,22	ns
	P	%	13,47	s
	Mg	%	15,59	s
	K	%	433,01	s
	Na	%	3,67	ns
Micro Elementos	Cu	ppm	10,39	s
	Fe	ppm	85,73	s
	Mn	ppm	4,90	s
	Zn	ppm	10,39	s

$\alpha = 0,05 \%$

t de student tabla: valor mínimo – 4,0303; valor máximo + 4,0303

ns diferencia no significativa; **s** diferencia significativa

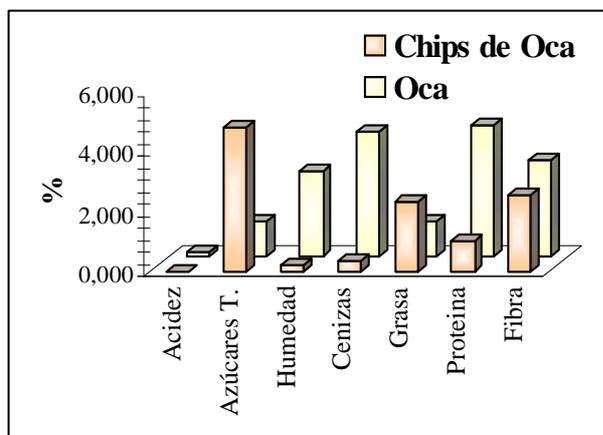
Según la prueba “t student”, el valor de pH de la oca fresca (5,16), difiere significativamente de los chips derivados del tubérculo (5,63), debido a la hidrosolubilidad de los ácidos orgánicos especialmente del ácido oxálico, durante los procesos de lavado, escaldado y deshidratado osmótico de la oca. Igual sucedió con la acidez titulable que disminuyó de 0,016 a 0,014 % en la oca procesada (chips). Contrariamente a lo que sucede con los procesos de lavado, escaldado y deshidratado osmótico, durante la fritura se produce un ligero incremento de la acidéz titulable debido a la mayor eliminación de agua de la oca y a una mayor concentración de los componentes no hidrosolubles.



Fuente: Tabla 61

Figura 25. pH, acidez titulable de la oca y su producto derivado (chips)

En cuanto a la concentración de azúcares totales (%), según la prueba “t student”, se determinó que existe diferencia significativa entre la materia prima y su producto derivado, debido a los diversos tratamientos aplicados para la preparación de los chips (escaldado + deshidratación osmótica). Por efecto de este último proceso y la fritura, la concentración de azúcares se elevó de 1,18 a 4,82 %.



Fuente: Tabla 61

Figura 26. Composición química comparativa entre los chips de oca y la oca fresca

Igualmente los valores de humedad variaron significativamente en la oca procesada (chips), con relación al tubérculo fresco, considerándose como procesos influyentes la deshidratación osmótica y la fritura.

Durante el primer proceso se produce un intercambio de sustancias desde la solución osmótica hacia el producto y viceversa, con la consiguiente disminución de humedad, mientras que en la fritura se produce una sustitución del agua del tubérculo por el aceite que ingresa a los poros de los chips, lo que contribuye a la durabilidad de los chips obtenidos, (Kuklinski, 2003).

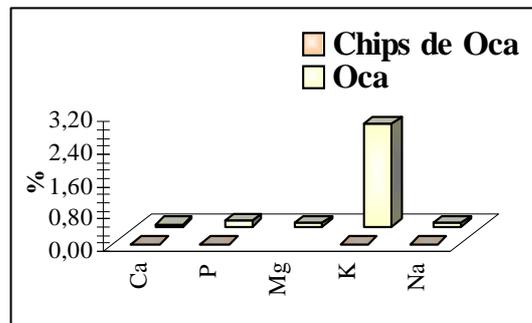
Debido al efecto de la fritura, el contenido de grasa en los chips se elevó a 2,34 %, valor estadísticamente diferente del correspondiente a la oca fresca (1,16 %). El nivel de grasa de los chips de oca, es inferior a otros productos comerciales (papas 36,36 %, chifles de plátano de dulce 25 %, chips de manzana 24,64 %), (Sañaicela, 2008).

La proteína sufrió una disminución por efecto de los diferentes tratamientos aplicados, desde un valor de 4,35 a 1,04 %. Debido a la hidrosolubilidad de algunas proteínas y su desnaturalización debida al pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard), que se produce por una reacción entre los azúcares y las proteínas dando lugar a la formación de una serie de pigmentos de color pardo oscuro y modificaciones en el olor y sabor del producto (Casp y Abril, 2003).

Por efecto de los diferentes tratamientos aplicados la fibra total experimentó un descenso desde un valor 3,23 % en la oca fresca a 2,56 % en los chips. La fracción más afectada parece ser la fibra soluble, durante los procesos de escaldado, deshidratación osmótica y fritura de la oca.

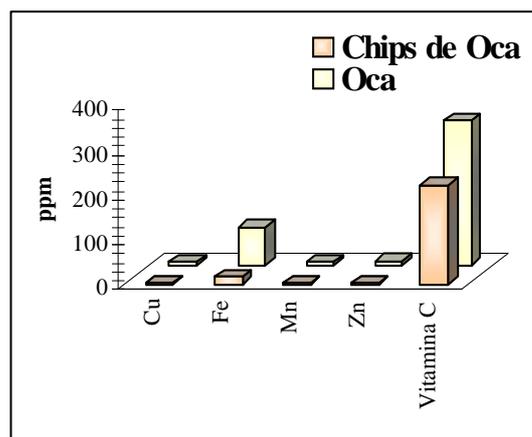
Para el valor de cenizas, según la prueba “t student”, existe diferencia significativa, entre el valor correspondiente a la oca fresca y los chips procesados. La ceniza es un indicador de la materia orgánica presente en las muestras, por lo que una disminución de este componente se traduce en una pérdida de los macro y micro elementos, hasta un valor de 0,37 % en los chips de oca. Siendo la deshidratación osmótica, el proceso donde se producen las mayores pérdidas de minerales y vitaminas, debido a la migración de estos componentes a la solución de mayor concentración de solutos (jarabe).

No se registró una diferencia estadística significativa en los valores de calcio y sodio de la oca fresca y procesada (chips), posiblemente debido al contenido de este elemento en el agua utilizada para el proceso y la adición de NaCl (sal) como mejorador del sabor.



Fuente: Tabla 61

Figura 27. Contenido de macro elementos en la oca fresca y los chips elaborados



Fuente: Tabla 61

Figura 28. Contenido de micro elementos y vitamina C, en la oca fresca y los chips derivados

Los minerales más lábiles a los procesos aplicados, resultaron el potasio y los micro elementos, cuyas concentraciones disminuyeron hasta 0,0 % en el caso del magnesio, 1 % en el caso del cobre y 3 % para el manganeso y el zinc.

Según la prueba “t student”, se determinó diferencia significativa en el contenido de vitamina C, de la oca fresca y en forma de chips, registrándose una pérdida del 31 % por efecto del escaldado, la deshidratación osmótica y la fritura. Sin embargo, la concentración de este nutriente retenida en los chips de oca (222 mg/Kg) abastece el 50 % del requerimiento diario de niños entre 4 y 10 años.

3.1.4. Cuarta Etapa: Pruebas de estabilidad del producto en diferentes empaques y condiciones de almacenamiento

Según Labuza *et al.* (1997), la calidad de los alimentos se define como el conjunto de propiedades que influyen en su aceptación por el consumidor y que diferencia uno de otros. Para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo de tiempo se define como vida útil.

Las pruebas de almacenamiento a temperatura ambiente y bajo condiciones aceleradas de temperatura y humedad, permitieron estimar la durabilidad del producto, para ello, se elaboró chips de oca con las condiciones del tratamiento seleccionado en la primera etapa, lo cual implicó las siguientes operaciones: rodajado de la oca, escaldado a 80 °C por 5 minutos, inmersión en la solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) durante 1 hora a 65 °C y fritura final de los chips a (160 °C, 300 s). El producto obtenido se envasó en fundas de polipropileno y aluminizadas en atmósfera modificada con nitrógeno inerte, realizando muestreos cada 4 días durante 20 días para los chips envasados bajo condiciones aceleradas y cada 5 días durante 30 días para el producto envasado en condiciones ambientales.

Los parámetros para determinar el tiempo de vida útil del producto fueron:

3.1.4.1. Humedad, actividad de agua (a_w) e índice de peróxidos

Baudi (2006), señala que el contenido de agua por sí solo no proporciona información sobre la estabilidad de un alimento, puesto que productos con el mismo contenido de humedad se alteran de forma distinta, por lo que la durabilidad de un producto se estima de mejor manera en base a la actividad del agua.

Sañaicela (2008), menciona que cuándo se excede el límite de la actividad de agua crítica para productos snack ($a_w = 0,5$), la crocancia experimenta un rápido descenso.

En cuanto al índice de peróxidos se tomó en cuenta lo mencionado por Arias (2008), quien señala que cuando la concentración de peróxidos sobrepasa los 20 mEq O₂/Kg, es perceptible el sabor y olor a rancio, marcando la finalización de la vida útil de los productos fritos.

En base al límite crítico de a_w (0,5) para productos fritos se calculó el tiempo (días) de vida útil de los chips de oca, utilizando para ello las ecuaciones que resultan de la relación entre la actividad de agua y el tiempo de almacenamiento.

3.1.4.1.1. Cámara acelerada (polipropileno de baja densidad)

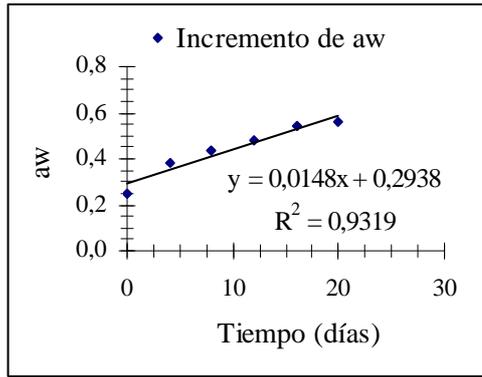
Tabla 63. Actividad de agua (a_w), humedad e índice de peróxidos de los chips de oca almacenados bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)*

Días	a_w	Humedad (%)	Índice de peróxidos (mEq O ₂ /Kg)
0	0,25	0,22	4,28
4	0,38	2,18	5,48
8	0,44	3,26	5,76
12	0,48	4,09	6,13
16	0,54	4,58	7,24
20	0,56	5,17	10,24

Fuente: Directa

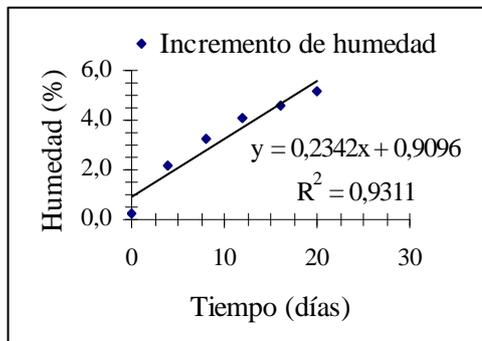
Elaborado: El autor

*Promedio de 3 determinaciones



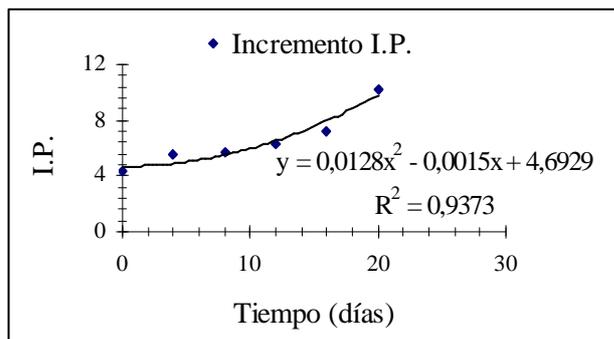
Fuente: Tabla 63

Figura 29. a_w de los chips de oca almacenados bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)



Fuente: Tabla 63

Figura 30. Contenido de humedad de los chips de oca almacenados bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)



Fuente: Tabla 63

Figura 31. Índice de peróxidos para los chips de oca almacenados a condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)

Las Figuras 29 y 30, muestran que la actividad de agua y la humedad libre se incrementan linealmente a medida que transcurre el periodo de almacenamiento, mientras que la ecuación que relaciona el índice de peróxidos con el tiempo, es de tipo polinomial y permite estimar que el producto alcanzará el límite permisible (20 mEq O₂/Kg) para productos fritos, a los 34 días de almacenamiento. Estos resultados parecen derivarse de la permeabilidad del polipropileno al vapor de agua y la dosificación inexacta de gas (N₂) en el envase.

A partir de la ecuación que relaciona la actividad de agua con el tiempo de almacenamiento (Figura 29), se determinó que el producto empacado en fundas de polipropileno y almacenado bajo condiciones aceleradas, alcanza el límite crítico de a_w (0,5) a los 14 días. A este periodo corresponden una humedad libre igual a 4,17 % y un índice de peróxidos igual a 7,10 mEq O₂/Kg.

3.1.4.1.2. Condiciones normales (polipropileno de baja densidad)

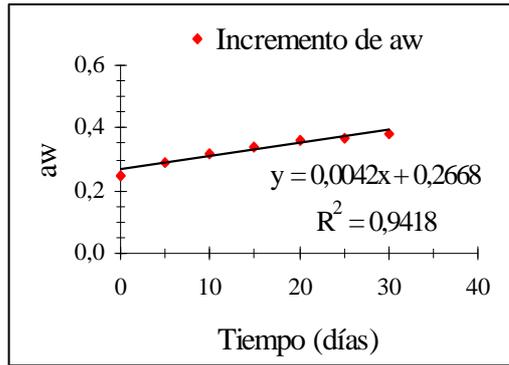
Tabla 64. Actividad de agua (a_w), humedad e índice de peróxidos de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)*

Días	a_w	Humedad (%)	Índice de peróxidos (mEq O₂/Kg)
0	0,25	0,22	4,28
5	0,29	0,57	4,94
10	0,32	0,96	5,13
15	0,34	1,22	5,32
20	0,36	1,40	5,50
25	0,37	1,45	5,76
30	0,38	1,65	6,34

Fuente: Directa

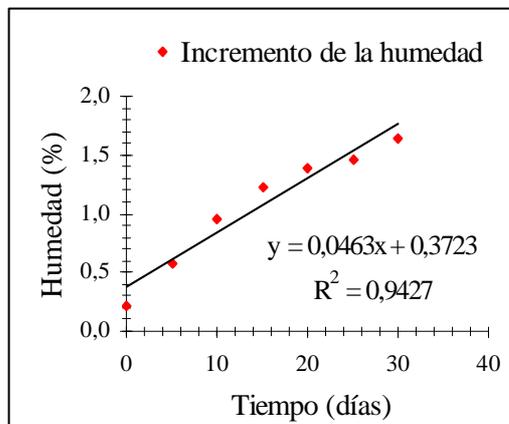
Elaborado: El autor

*Promedio de 3 determinaciones



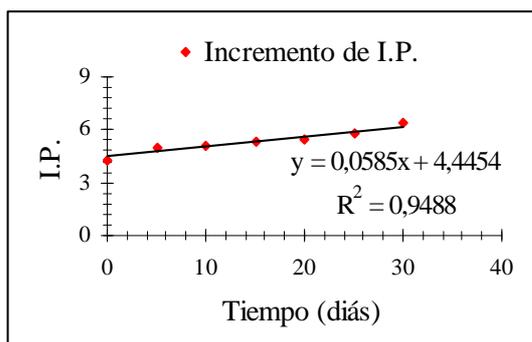
Fuente: Tabla 64

Figura 32. a_w de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)



Fuente: Tabla 64

Figura 33. Contenido de humedad de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)



Fuente: Tabla 64

Figura 34. Índice de peróxidos para los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)

Las Figuras 32, 33 y 34, muestran que la actividad de agua, la humedad libre y el índice de peróxidos se incrementan linealmente a medida que transcurre el periodo de almacenamiento, estimándose que el producto alcanzará el límite permisible para el índice de peróxido (20 mEq O₂/Kg) a los 266 días de almacenamiento. Mostrando una mayor durabilidad que el producto almacenado bajo condiciones aceleradas.

A partir de la ecuación que relaciona la actividad de agua con el tiempo de almacenamiento (Figura 32), se determinó que el producto empacado en fundas de polipropileno y almacenado bajo condiciones moderadas de humedad y temperatura (50 % HR y 17°C), alcanza el límite crítico de a_w (0,5) a los 56 días. A este periodo corresponden una humedad libre igual a 2,94 % y un índice de peróxidos igual a 7,69 mEq O₂/Kg (Figuras 33 y 34).

De la durabilidad del producto a las dos condiciones ensayadas, se establece:

$$\frac{\text{Durabilidad en condiciones normales}}{\text{Durabilidad en condiciones aceleradas}} = \frac{56 \text{ días}}{14 \text{ días}} = 4$$

Lo que significa que un día de almacenamiento de los chips de oca empacados en fundas de polipropileno, en condiciones aceleradas, equivale a 4 días en condiciones normales.

3.1.4.1.3. Cámara acelerada (funda aluminizada)

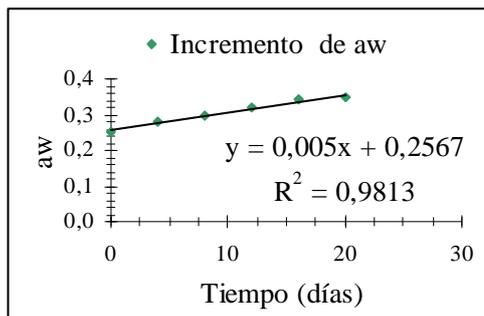
Tabla 65. Actividad de agua (a_w), humedad e índice de peróxidos de los chips de oca almacenados a condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)*

Días	a _w	Humedad (%)	Índice de peróxidos (mEq O ₂ /Kg)
0	0,25	0,22	4,28
4	0,28	0,52	4,67
8	0,30	0,65	4,92
12	0,32	0,75	5,30
16	0,34	0,83	5,44
20	0,35	1,04	5,95

Fuente: Directa

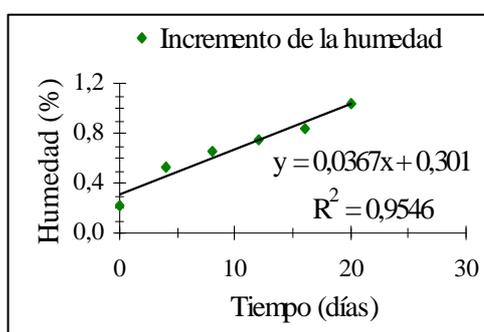
Elaborado: El autor

*Promedio de 3 determinaciones



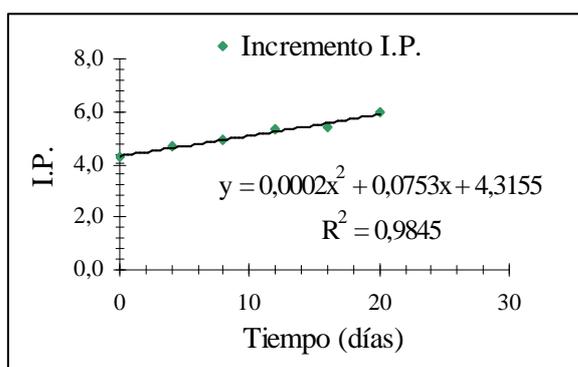
Fuente: Tabla 65

Figura 35. a_w de los chips de oca almacenados a condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)



Fuente: Tabla 65

Figura 36. Contenido de humedad de los chips de oca almacenados bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)



Fuente: Tabla 65

Figura 37. Índice de peróxidos para los chips de oca almacenados a condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)

Las Figuras 35 y 36, muestran que la actividad de agua y la humedad libre se incrementan linealmente a medida que transcurre el periodo de almacenamiento, mientras que la ecuación que relaciona el índice de peróxidos con el tiempo, es de tipo polinomial y permite estimar que el producto alcanzará el límite permisible (20 mEq O₂/Kg) para productos fritos, a los 149 días de almacenamiento. Al término del periodo de monitoreo (20 días), los chips de oca presentaron una a_w de 0,35; humedad 1,04 % e índice de peróxidos 5,95 mEq O₂/Kg.

Determinándose una mayor durabilidad de los chips, en las fundas aluminizadas con relación a las fundas de polipropileno, posiblemente debido a la menor permeabilidad al vapor de agua y características generales del aluminio.

Mediante la ecuación obtenida a partir de la Figura 35, se determinó que el tiempo de vida útil para el producto empacado en fundas aluminizadas y almacenado bajo condiciones aceleradas, es de 49 días; en este período los chips alcanzan una a_w de 0,50; a este valor corresponden una humedad libre de 2,09 % y un índice de peróxido igual a 8,45 mEq O₂/Kg (Figuras 36 y 37).

3.1.4.1.4. Condiciones ambientales (funda aluminizada)

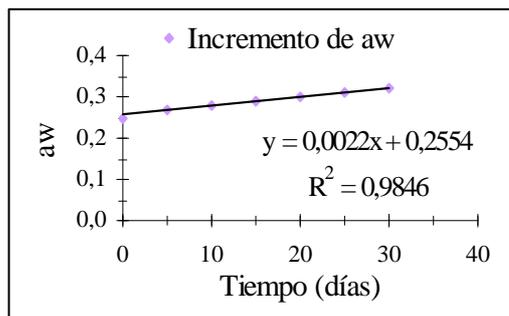
Tabla 66. Actividad de agua (a_w), humedad e índice de peróxidos de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)*

Días	a _w	Humedad (%)	Índice de peróxidos (mEq O ₂ /Kg)
0	0,25	0,220	4,28
5	0,27	0,297	4,41
10	0,28	0,346	4,54
15	0,29	0,420	4,67
20	0,30	0,445	4,81
25	0,31	0,448	4,93
30	0,32	0,497	5,18

Fuente: Directa

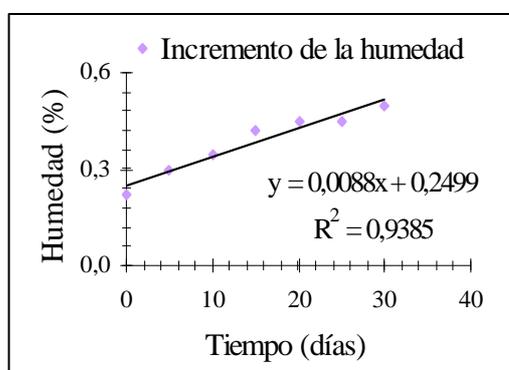
Elaborado: El autor

*Promedio de 3 determinaciones



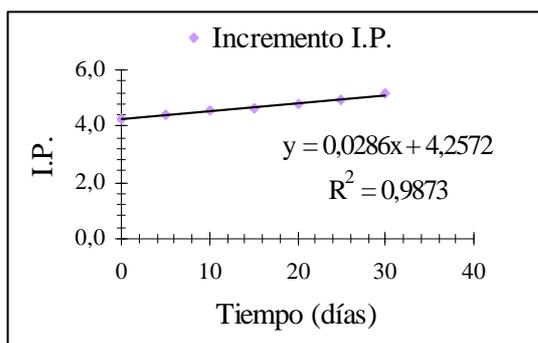
Fuente: Tabla 66

Figura 38. a_w de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)



Fuente: Tabla 66

Figura 39. Contenido de humedad de los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)



Fuente: Tabla 66

Figura 40. Índice de peróxidos para los chips de oca almacenados bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)

En base a los resultados obtenidos (Tabla 66), se establece, que tanto la a_w como la humedad se incrementan linealmente con el periodo de almacenamiento. En base a la ecuación que relaciona el índice de peróxido con el tiempo de almacenamiento (Figura 40) se estimó que el producto alcanzará el límite crítico de 20 mEq O₂/Kg a los 550 días de almacenamiento.

Al término del periodo de monitoreo de los chips (30 días), estos presentaron una a_w de 0,32; humedad de 0,50 % e índice de peróxido igual a 5,18 mEq O₂/Kg. A partir de la ecuación que relaciona la actividad de agua con el tiempo de almacenamiento (Figura 38), se determinó que los chips de oca alcanzan el límite crítico de actividad de agua a los 111 días de almacenamiento, a este valor correspondieron 1,23 % para la humedad libre y 7,44 mEq O₂/Kg para el índice de peróxido (Figuras 39 y 40). De estos resultados puede inferirse que la textura es el atributo organoléptico que más se afecta durante el almacenamiento, dependiendo del tipo de empaque y las condiciones de almacenaje, ya que según las ecuaciones de predicción, el deterioro de la crocancia estimado en base a la a_w empieza a los 111 días de almacenamiento, mientras que el sabor rancio, medido en función del índice de peróxido iniciaría a los 550 días de almacenamiento.

De la durabilidad del producto empacado en funda aluminizada, a dos condiciones, se establece:

$$\frac{\text{Durabilidad en condiciones normales}}{\text{Durabilidad en condiciones aceleradas}} = \frac{111 \text{ días}}{49 \text{ días}} = 2$$

Lo que significa que un día de almacenamiento de los chips de oca empacados en fundas aluminizadas, en condiciones aceleradas, equivale a 2 días en condiciones normales.

3.1.4.2. Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico incluye el recuento de aerobios totales (UFC/g), mohos (Uph/g) y levaduras (Upl/g), que se realizó en el producto terminado almacenado en condiciones aceleradas y al ambiente.

Tabla 67. Análisis microbiológicos de los chips de oca almacenados en condiciones aceleradas

Almacenamiento en condiciones aceleradas de temperatura y humedad (35 °C, 90 % HR)*							
Tiempo (días)	Dilución	Aerobios Totales (UFC/g)		Mohos (Uph/g)		Levaduras (Upl/g)	
		Unidades formadores de colonias EMP1	EMP2	Unidades propagadoras de mohos EMP1	EMP2	Unidades propagadoras de levaduras EMP1	EMP2
4	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
8	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
12	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
16	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
20	10 ⁻²	1×10 ²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1×10 ²	Ausencia

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

EMP1: Polipropileno de baja densidad

EMP2: Funda Aluminizada

*Promedio de 3 determinaciones

Tabla 68. Análisis microbiológico de los chips de oca almacenados en condiciones ambientales

Almacenamiento bajo condiciones ambientales (17 °C, 50 % HR)*							
Tiempo (días)	Dilución	Aerobios Totales (UFC/g)		Mohos (Uph/g)		Levaduras (Upl/g)	
		Unidades formadores de colonias EMP1	EMP2	Unidades propagadoras de mohos EMP1	EMP2	Unidades propagadoras de levaduras EMP1	EMP2
5	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
10	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
15	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
20	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
25	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
30	10 ⁻²	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Directa

Elaborado: El autor

EMP1: Polipropileno de baja densidad

EMP2: Funda Aluminizada

*Promedio de 3 determinaciones

Man (2004), señala que en productos fritos con a_w menores a 0,6 son improbables las alteraciones debidas a cambios microbiológicos, pero sí puede haber microorganismos como residentes durante largos periodos de tiempo, como por ejemplo en chocolate, galletas o dulces. Cabe mencionar que la a_w es un parámetro que establece el límite para el desarrollo de microorganismos, mientras que otros parámetros como temperatura, pH o contenido en azúcares, generalmente influyen en la velocidad de crecimiento.

Este enunciado es confirmado con los resultados del análisis microbiológico del producto almacenado bajo condiciones aceleradas y al ambiente (Tablas 67 y 68), valores que se encuentran dentro de los límites permitidos.

El producto envasado en fundas de polipropileno almacenado por 20 días (Tabla 67), muestra una ligera contaminación por aerobios totales y levaduras, sin embargo el recuento no excede el límite de tolerancia establecido para estos microorganismos, resultado que puede tener su origen en la presencia de sólidos solubles del producto, sustrato ideal para el crecimiento de mohos y levaduras, favorecido además por la elevada temperatura y humedad relativa imperantes en la cámara acelerada.

Estos recuentos microbianos podrían reducirse sustancialmente, trabajando en condiciones estériles en todas las etapas de proceso del producto.

3.1.4.3. Evaluación sensorial para determinar la vida útil de los chips de oca

Tabla 69. Prueba triangular de los chips de oca almacenados bajo condiciones aceleradas (35 °C, 90 % HR)

Empaque	n°	X				
		4 días	8 días	12 días	16 días	20 días
EMP1	10	0	0	3	6	9
$P \leq 0,05$		-----	-----	0,701	0,077	0,000*
EMP2	10	0	0	0	2	3
$P \leq 0,05$		-----	-----	-----	-----	0,701

Fuente: Encuesta

Elaborado: El autor

EMP1: Polipropileno de baja densidad

EMP2: Funda Aluminizada

n = numero de panelistas

X = n° de panelistas que eligieron la respuesta correcta

*estadísticamente significativo

Los resultados obtenidos de la prueba triangular realizada con el producto envasado en diferentes empaques, almacenados bajo condiciones aceleradas, se reportan en la Tabla 69.

En cuanto a los chips de oca envasados en fundas de polipropileno (Tabla 69), los datos muestran que la pérdida de crocancia fue detectada por el 30 % de los panelistas en el doceavo día de almacenamiento, cuando la a_w del producto es igual a 0,48; valor próximo al límite crítico (0,50) para productos fritos. Sin embargo, el análisis estadístico de los resultados muestra que este porcentaje de panelistas es insignificante comparado con el número de panelistas que evaluaron la crocancia de los chips frescamente preparados. Sólo a los 20 días de almacenamiento la pérdida de crocancia fue significativa, puesto que el 90 % de los panelistas lo detectaron.

Para el producto envasado en fundas aluminizadas (Tabla 69), los datos muestran el comienzo de pérdida de la crocancia a los 16 días de almacenamiento, sin embargo, hasta los 20 días de monitoreo no se encontró una diferencia significativa entre la textura de los chips de oca recién elaborados y los almacenados, dado que solo el 30 % de los panelistas percibieron un cambio en la textura.

Tabla 70. Prueba triangular de los chips de oca almacenados en condiciones normales (17 °C, 50 % HR)

Empaque	n°	X					
		5 días	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días
EMP1	10	0	0	0	2	2	3
P ≤ 0,05		-----	-----	-----	-----	-----	0,701
EMP2	10	0	0	0	0	1	1
P ≤ 0,05		-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Encuesta

Elaborado: El autor

EMP1: Polipropileno de baja densidad

EMP2: Funda Aluminizada

n = numero de panelistas

X = n° de panelistas que eligieron la respuesta correcta

*estadísticamente significativo

Los resultados obtenidos de la prueba triangular realizada con el producto envasado en diferentes empaques, almacenados en condiciones normales, se reportan en la Tabla 70.

Para los chips de oca envasados en fundas de polipropileno, los datos muestran que la pérdida de la crocancia inicia a los 20 días de almacenamiento, tiempo en el cual el 20 % de panelistas detectaron una diferencia entre la crocancia de las muestras frescas y almacenadas. Sin embargo, hasta los 30 días de monitoreo no se encontró una diferencia significativa entre la textura de los chips de oca frescos y los almacenados.

Según los datos de la Tabla 70 y a juzgar por el valor de a_w (0,32), se establece que los chips de oca envasados en fundas aluminizadas experimentan menor pérdida de la crocancia, ya que apenas el 10 % de panelistas detectaron una diferencia entre la crocancia de las muestras frescas y almacenadas, este porcentaje es estadísticamente no significativo a los 30 días de almacenamiento.

Desde el punto vista sensorial, el material apropiado para el empaque de los chips de oca, son las fundas aluminizadas, ya que preserva por mayor tiempo (> 30 días) las características sensoriales y la calidad microbiológica del producto.

Sin embargo, la durabilidad estimada sensorialmente es menor que la obtenida en base a los parámetros químicos, concluyéndose que durante el almacenamiento de los chips de oca, los primeros parámetros en afectarse son los sensoriales, siguiendo secuencialmente los químicos y microbiológicos.

3.1.5. Análisis de costos

El análisis se basó en la metodología de elaboración del producto bajo las condiciones seleccionadas: rodajado de la oca, escaldado a 80 °C por 5 minutos, inmersión en la solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) durante 1 hora a 65 °C, para el proceso de fritura (160 °C, 300 s).

Mediante el análisis financiero, se estableció que el costo total para producir 10 Kg por día de chips de oca, es de \$ 126,66 o \$ 12,66 por Kg, lo que se traduce en \$ 0,44 por cada empaque de 35 g. Para tener un margen de utilidad del 15 %, se estableció un precio de venta de \$ 145,66 para 10 Kg de chips de oca, \$ 14,57 por Kg de producto y \$ 0,51 por cada porción de 35 g, envasado en funda aluminizada.

El punto de equilibrio calculado fue de 52 %, que multiplicado por la cantidad total producida de 10 Kg, permite conocer la cantidad mínima necesaria de 5,2 Kg que el industrial debe producir y vender (148 empaques de 35 g), al día para cubrir los costos y gasto de producción.

Calculo de la cantidad necesaria de materia prima para obtener 10 Kg de chips, según el rendimiento del tratamiento seleccionado: escaldado 80 °C × 5 min + solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) × 1 hora a 65 °C y fritura a 160 °C durante 300 segundos, determinado el inciso 2.6.5.

$$R \% = \frac{PF}{PI} \times 100$$

donde :

R = rendimiento (%)

PI = peso inicial (oca fresca)

PF = peso final (chips)

$$R_1 \% = \frac{PF_1}{PI_1} \times 100$$

donde:

R_1 = 42 % (tratamiento)

PF_1 = 212 g (chips)

PI_1 = 500 g (oca fresca)

$$R_2 \% = \frac{PF_2}{PI_2} \times 100$$

donde:

PF_2 = 10 Kg (chips)

PI_2 = ? (oca fresca)

$$R_1 = R_2$$

$$\frac{PF_1}{PI_1} \times 100 = \frac{PF_2}{PI_2} \times 100$$

$$PI_2 = \frac{PF_2 \times PI_1}{PF_1}$$

$$PI_2 = \frac{10000 \text{ g} \times 500 \text{ g}}{212 \text{ g}}$$

$$PI_2 = 23584,905 \text{ g} \left| \frac{0,001 \text{ Kg}}{1 \text{ g}} \right|$$

PI_2 = 23,6 Kg (oca fresca)

Estudio Económico

Tabla 71. Materiales Directos e Indirectos, Personal, Equipos y Suministros

Materiales directos e indirectos	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total
Oca	Kg	24	0,24	5,76
Azúcar *	Kg	22	0,70	15,40
Sal	Kg	0,40	0,75	0,30
Aceite **	L	20	1,5	30,00
Gas N ₂	m ³	0,058	40,00	15,00
Empaques		290	0,05	14,50
Suman				\$ 80,96

* Calculado para 36 litros de solución osmótica, que sirve para 12 Kg de materia prima.
Terminado el proceso de DO la solución debe ser reutilizada para el restante de materia prima.

** Calculado para usarse 5 veces durante la fritura por cada 500 g de materia prima, relación 1/6 (p/v)

Personal	Nº	Sueldo (c/u)	Valor – día (USD)	Duración	Valor total
Obrero	2	120	6	1	12,0
Técnico	1	350	17,5	1	17,5
Suman					\$ 29,5

Equipos	Costo (USD)	Vida útil	Costo – hora	Hora utilizada	Costo uso
Balanza	\$ 750	10	0,05	1,50	0,075
Refractómetro	\$ 500	10	0,10	0,50	0,050
Termómetro	\$ 50	10	0,02	0,50	0,010
Cocina industrial	\$ 400	10	0,40	1,00	0,400
Tanque para escaldado (40 lts.)	\$ 800	10	0,30	0,50	0,150
Freidora eléctrica (2 canastillas)	\$ 1000	10	0,40	2,00	0,800
Selladora eléctrica con vacío	\$ 2000	10	0,40	1,50	0,600
Secador (estufa de aire forzado)	\$ 3000	10	0,40	2,00	0,800
Olla de acero inoxidable (40 lts.)	\$ 80	10	0,10	1,00	0,100
Cortadora eléctrica (rallador)	\$ 60	10	0,20	1,50	0,300
Utensilios	\$ 50	5	0,02	0,30	0,006
Suman					\$ 3,29

Suministros	Unidad	Consumo	Valor unitario (USD)	Valor total
Agua	m ³	1,5	0,24	0,36
Energía	Kwh	9,1	0,09	0,78
Gas			2,00	0,25
Suman				\$ 1,39

Tabla 72. Estimación del precio de venta

Costos de fabricación	
Materiales directos e indirectos	80,96
Equipos	3,29
Suministros	1,39
Personal	29,5
Suman \$ 115,1426	
Valor total costo de fabricación	115,1426
10 % Gastos operacionales	11,51
Costo total de producción	126,66
15 % Utilidad	19,00
Precio de venta	\$ 145,66

	Valor	V. unitario	V. unitario
	10 Kg	1 Kg	35 g
Precio de venta	\$ 145,66	\$ 14,566	\$ 0,51
		Nº empaques	286

Tabla 73. Calculo del punto de equilibrio

Descripción	Costo Fijo	Costo Variable	Total
Materiales directos e indirectos		80,96	
Equipos y Utensilios	3,29		
Suministros	0,17	1,22	
Personal	29,5		
Sub total	32,96	82,18	115,14

$$PE = \left(\frac{\text{CostoFijo}}{1 - \frac{\text{CostoVariable}}{\text{Ventas}}} \right)$$

$$\% PE = \frac{PE}{\text{Ventas}} \times 100$$

$$PE = \left(\frac{32,96}{1 - \frac{82,18}{145,66}} \right)$$

$$\% PE = \frac{75,63}{145,66}$$

$$PE = 75,63$$

$$PE = 52\%$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- En base a parámetros fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales se estableció las condiciones del tratamiento seleccionado para la elaboración del producto, estas fueron: rodajado de la oca, escaldado a 80 °C por 5 minutos, inmersión en la solución osmótica (50 °Brix + sal 1 %) durante 1 hora a 65 °C y fritura final de los chips a 160 °C durante 300 s.
- El proceso para elaborar chips de oca, a partir del tubérculo fresco comprende los siguientes tratamientos: rodajado de los tubérculos, escaldado a 80 °C por 5 minutos, inmersión de las rodajas, en una solución osmótica caliente (65 °C), constituida por 50 % de sólidos solubles y 1 % de sal, durante una hora. Al término de estos tratamientos, la acidez titulable de la oca, expresada como ácido oxálico se reduce en un 96 %, mientras que el contenido de azúcares totales se elevó a 3,65 %.
- La temperatura y el tiempo de fritura, influyeron sobre el color y la apariencia de los chips de oca. A los panelistas agradó en alto grado la crocancia y el color de los chips fritos a 160 °C por 300 segundos, los que presentaron un color café claro, con un valor de 43,55 para la luminosidad; 0,013 % de acidez titulable y 4,82 % de azúcares totales.
- El aporte nutricional por cada 100 g de chips, corresponde a los siguientes valores: fibra 2,65 %; grasa 2,34 %; proteína 1,04 %; azúcares totales 4,82%; minerales 0,37 %, vitamina C 22,2 %, con un mínimo aporte de vitamina B1 (13,72 mg/g), lo que demuestra que éste es un producto energético, rico en carbohidratos y grasa.

- De todos los parámetros evaluados (físicos, químicos, microbiológicos), los sensoriales son los más susceptibles al deterioro durante el almacenamiento de los chips envasados. Entre los atributos sensoriales el más sensible a la influencia del empaque y las condiciones de almacenamiento es la crocancia, mostrando un deterioro perceptible a un valor de actividad de agua igual a 0,56.
- El tiempo de vida útil del producto envasado en funda de polipropileno, con nitrógeno inerte y almacenado al ambiente es de 56 días, mientras que la funda aluminizada garantiza una durabilidad de 111 días, tiempo en el cual se mantienen estables las características sensoriales y organolépticas de los chips.
- La implementación de la tecnología de elaboración de chips de oca a nivel de micro empresa, ofrece al productor una utilidad neta de \$ 0,07 por cada porción vendida de 35 g. El punto de equilibrio calculado fue de 52 %, lo que indica que para las condiciones de trabajo ensayadas se consigue alcanzar utilidades en la elaboración del producto sobre el 52 % de la capacidad de producción.

Recomendaciones:

- En base a los parámetros establecidos para la obtención de chips de oca, ensayar el proceso con otros ecotipos de oca y tubérculos andinos como la mashua, para diversificar la oferta de productos al consumidor y aumentar el valor agregado de los tubérculos andinos en Ecuador.
- Ensayar alternativas de reutilización del jarabe, utilizado en la deshidratación osmótica, como base para la producción de vinos, vinagres con la adición de frutas y biocombustibles con el fin de elevar la rentabilidad del proceso.
- Ensayar alternativas para disminuir la absorción superficial de aceite del producto, después del proceso de fritura. Los reportes de literatura indican que la mayor absorción de aceite en el producto, se produce durante el enfriamiento del mismo.
- Estudiar alternativas de utilización de los residuos de oca después del proceso de rodajado, en la producción de harinas y almidones para diversos usos.
- Es recomendable poner en práctica las buenas prácticas de manufactura (BPM), durante todo el proceso de elaboración de los chips de oca, desde la recepción de la materia prima hasta el empaclado y almacenado, para obtener un producto de buena calidad para el consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Libros Constados

1. AGUILERA, J. 1997. Fritura de alimentos. En: Temas en tecnología de alimentos. México D. F, México. CYTED. Alfaomega. Vol. 1, pp. 434 – 440.
2. AMMAWATH, W.; CHE MAN, Y.; YUSOF, S.; ARMAN, R. 2001. Effects of variety and stage of fruit ripeness on the physicochemical and sensory characteristics of deep-fat-fried banana chips. Journal of the Science of Food and Agricultura. Vol. 81, pp. 1166, 1171.
3. ANON, 1996 Colorimetry. 2 ed. Viena. Publication CIE (*Commission internationale de l'Eclairage proceedings*) 15.2. 1996. pp. 30.
4. ANZALDUA – MORALES, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y practica. Zaragoza, España. Acribia. pp. 24 –29.
5. A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemist). 1997. Oficial methods of analisis. 11 ed. Horwitz. Washington, DC. U.S.A. v. 2, Cap. 7. pp. 8 – 10. Cap. 41. pp. 9.
6. ARBOLEDA, J. 1999. Tratamientos de rodajas de piña Cayena Champaca por deshidratación osmótica y otros métodos combinados. Tesis Ingeniería Química. Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador. pp. 11-12, 19, 20, 46
7. ARIAS, M. 2008. Aprovechamiento agroindustrial de la Uvilla (*Physalis peruviana* L.) para la obtención de productos cristalizados y chips. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 153 p.

8. ASTIASARÁN, I.; MARTÍNEZ, A. 2000. Alimentos: composición y propiedades. En: Grasas comestibles. España, Edigrafos, 2 ed. pp. 357, 125 – 132.
9. BARAT, J. GRAU, A. MAUPOEY, P. 1998. Deshidratación osmótica de alimentos. Departamento de Tecnología De Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. pp. 1 – 18, 53 – 70.
10. BARBOSA, V.; CANOVAS, H.; VEGA, M. 2000. Deshidratación de alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S. A. pp. 235 – 248, 355.
11. BARRERA, V.; TAPIA, C.; MONTEROS, A. 2004. Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en le Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993 – 2003). No. 4. INIAP, CIP, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador – Lima, Perú. 176 p.
12. BAUDI, S. 1993. Química de los alimentos. México D. F, México. Pearson Educación. 3 ed. pp. 21, 337, 107, 108.
13. BRAVO, J.; RUALES, J.; SANJUÁN, N. y CLEMENTE, G. 2006. Innovaciones en el proceso de fritura: la fritura al vacío. En: Alimentación, equipos y tecnología (No. 209), Madrid, España. ALCION. pp. 87 – 94.
14. BRENNAN. J. 2008. Manual del procesado de los alimentos. Zaragoza (España). Editorial ACRIBIA. pp. 26 – 29, 104 – 106, 273 – 286, 295 – 350.
15. CASP, A.; J. ABRIL; 2003. Procesos de conservación de alimentos. 2 ed. Madrid (España). Editorial Aedos. pp. 185 – 189, 348 – 385.

16. CRESPO, A. 1980. Deshidratación de piña y babaco. Tesis Ingeniería Química, Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador.
17. DEBIEN, C. 1997. Influence du stade de maturite de l'ananas manzana sur la qualite des tajaditas obtenles par le procede de D.I.I. – Friture sous vide. Diplome d' Ingenieur en Technologies Agro – Alimentaires. Montpellier, France. pp. 11, 12.
18. DOBOIS, M.; HAMILTON, P. 1956. Colorimetric method for determination of sugar relates substances. Anal. Chem. pp. 350 – 356.
19. ESPÍN, S.; BRITO B.; VILLACRÉS E.; RUBIO A.; NIETO C.; GRIJALVA, J. 2001. Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. En: Acta Científica Ecuatoriana, Volumen 7. Número 1. Ambato, Ecuador. p. 49.
20. FELLOWS, P. 2000. Food Processing Technology. Principles and practice. 2 ed. Washington DC, CRC Press LLC. pp. 355 – 357, 360 – 362.
21. FORTÍN, J.; DESPLANCKE, C. 2001 Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Zaragoza, España. Editorial Acribia S, A. pp. 17.
22. GALLO, F. 1997. Manual de fisiología, patología post – cosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. 2 ed. Armenia, Colombia. Editorial KINESIS. 395 p.
23. GAMBLE, M.; RICE, P.; SELMAN, D. 1987. Distribution and morphology of oil deposits in some deep fried products. Journal of Food Science and Technology. Vol. 52, pp. 1742 – 1745.

24. GONZÁLEZ, M.; JIMÉNEZ E. 1987. Deshidratación osmótica de frutas en Guía Practica. Publicación del programa de extensión del proyecto de investigación en tecnología de alimentos para el desarrollo rural, PITALPR. UTA. Boletín N 5. pp. 8.
25. LABUZA, T. 1997. "Open Shelf Life Doting of Foods". Food and Nutrition Press, Inc, Westpor.
26. LAWSON, H. 1999. Aceites y grasas alimentarias, tecnología utilización y nutrición. Zaragoza, España. Editoriales Acribia S. A. pp. 15, 70.
27. MADRID, A.; GOMEZ, J.; REGIDOR, S. 2003. Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Madrid (España). Iragra S. A. pp. 169 – 194.
28. MANUAL DE MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS. Laboratorios 3M Petrifilm. Guía de interpretación: aerobios, mohos y levaduras. Estados Unidos. 1994.
29. MAN, D. 2004. La calidad de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S. A. pp. 29, 32 – 33, 49 – 50, 76.
30. MARTÍNEZ J. 2000. Alimentos. Composición y Propiedades. Madrid (España) Editorial Edigrafos. pp. 239 – 265.
31. OCÉANO/CENTRUM. Enciclopedia práctica de la Agricultura y la ganadería. Barcelona (España). Editorial S. A. 1031 p.
32. ROBERSON, L. 1993. Food Packaging. Principles and practice. New Zealand. Massey University. Marcel Dekker Inc. Cap. 18. pp. 2 – 5, 245 - 257, 327 – 576.
33. SALTOS, S. 1993. Diseño Experimental. Ambato, Ecuador. 116 p.

34. SAÑAICELA, D. 2008. Obtención de chips de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) mediante metodos combinados de deshidratación osmótica y fritura convencional. Proyecto previo a la obtención del titulo de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 135 p.
35. SPEIGEL, A. 1995. Packaging Technology and Science. WILEY, J. Eds. Shelf Life Testing, 6 ed. Vol. 15. pp 18.
36. TAPIA, E.; A. FRIES. 2007. Guía de Campo de los Cultivos Andinos. FAO – ANPE. Lima, Perú. 209 p.
37. TAPIA, M. 1990. Cultivos andinos subexplotados y su aportación en la alimentación. FAO. 205 p.
38. VACLAVIK, V. 2002. Fundamentos de ciencia de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S. A. pp. 7 – 15, 393, 430 – 438.
39. VILLACRÉS E.; F. RUIZ. 2002. Raíces y tubérculos andinos: alimentos de ayer para la gente de hoy. Recetas para una alimentación sana y nutritiva. INIAP – COSUDE – Proyecto Integral Las Huaconas. Quito, Ecuador. 51 p.
40. WATTS, B. M; YLIMAKI, G. L; JEFFERY, L.E; ELIAS, L. G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de investigación para el desarrollo. Ottawa, Ontario, Canadá. pp. 66, 70, 87.
41. WILEY, J.; SINS, A. 1995. Packaging technology and science. Volumen 15. pp. 359 – 371.

Paginas Web

a. Corporación Química Venezolana CORQUIVEN, C. A. Hoja de seguridad: **ÁCIDO OXÁLICO**. Carabobo, Venezuela. 6 p. [fecha de consulta: 18/10/2009].

Disponible en:

<http://www.corquiven.com.ve/PDF/MSDS-ACIDO-OXALICO.pdf>. [On – line].

b. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. 1994. Fichas Internacionales de Seguridad Química: **ÁCIDO OXÁLICO**. 2 p. [fecha de consulta: 18/10/2009].

Disponible en:

http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/productos/acido_oxalico0529.pdf.

[On – line].