

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con el propósito de evaluar los factores, variables e hipótesis planteada “Los parámetros de proceso inciden en el pH, acidez, densidad, concentración de sólidos solubles del líquido de cobertura y en la aceptabilidad de las conservas de nopal en almíbar y salmuera a los 5 y 40 días de ser elaboradas”. Se efectuó el siguiente análisis estadístico.

4.1 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN ALMÍBAR (5 DÍAS)

4.1.1 ANÁLISIS DE pH

Cuadro 10. Evaluación estadística de pH

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	4.930	4.890	4.940	14.760	4.920	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	4.910	4.950	4.960	14.820	4.940	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	4.650	4.600	4.630	13.880	4.627	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	4.850	4.740	4.790	14.380	4.793	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	5.340	5.240	4.980	15.560	5.187	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	5.120	5.160	5.210	15.490	5.163	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	4.720	4.670	4.690	14.080	4.693	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	4.770	4.700	4.750	14.220	4.740	30 °B/90 °C/3'

Cuadro 11. Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0,05	0,01
TOTAL	23	1,004					
TRATAMIENTOS	7	0,917	0,131	24,049	**	2,66	4,03
FACTOR A	1	0,0950	0,095	17,445	**	4,49	8,53
FACTOR B	1	0,690	0,690	126,740	**	4,49	8,53
FACTOR C	1	0,017	0,017	3,037	N.S.	4,49	8,53
AxB	1	0,085	0,085	15,646	**	4,49	8,53
AxC	1	0,010	0,010	1,837	N.S.	4,49	8,53
BxC	1	0,018	0,018	3,233	N.S.	4,49	8,53
AxBxC	1	0,002	0,002	0,405	N.S.	4,49	8,53
ERROR EXP.	16	0,087	0,005				

CV = 3.340%; NS: No significativo, *: Significativo y **: Altamente significativo

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y interacción AxB. Esto significa que el pH en el líquido de cobertura, está determinado por la concentración de sólidos solubles y la temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A y B.

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T5	A2B1C1	5.187	a
T6	A2B1C2	5.163	a
T2	A1B1C2	4.940	b
T1	A1B1C1	4.920	b
T4	A1B2C2	4.793	b
T8	A2B2C2	4.740	b
T7	A2B2C1	4.693	c
T3	A1B2C1	4.627	c

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con pH bajo en el líquido de cobertura son T3 (20 °B/90 °C/1'), T7 (30 °B/90 °C/1') y T8 (30 °B/90 °C/3').

“El pH bajo puede ayudar en la conservación de los alimentos de dos maneras: directamente inhibiendo el crecimiento microbiano, e indirectamente, a base de disminuir la resistencia al calor de los microorganismos, en los alimentos que vayan a ser tratados térmicamente.” (ICMSF, 1980, p. 115-116).

Cuadro 13. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	4.946	a
A1	4.820	b

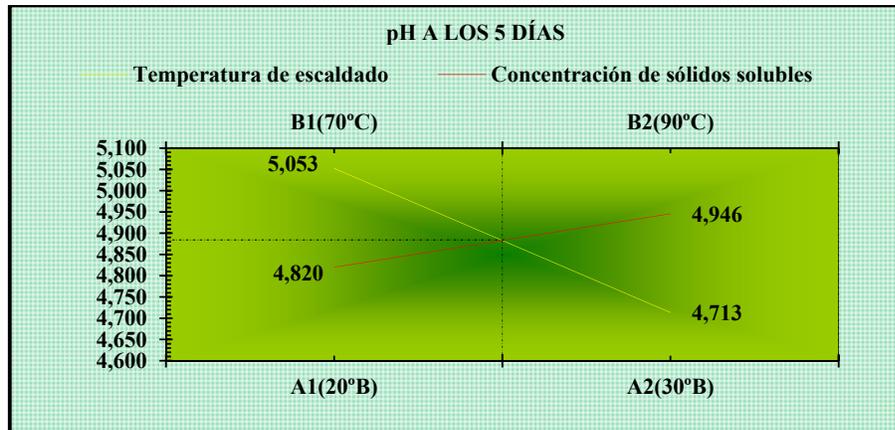
La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es A1 (20 °B).

Cuadro 14. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B1	5.053	a
B2	4.713	b

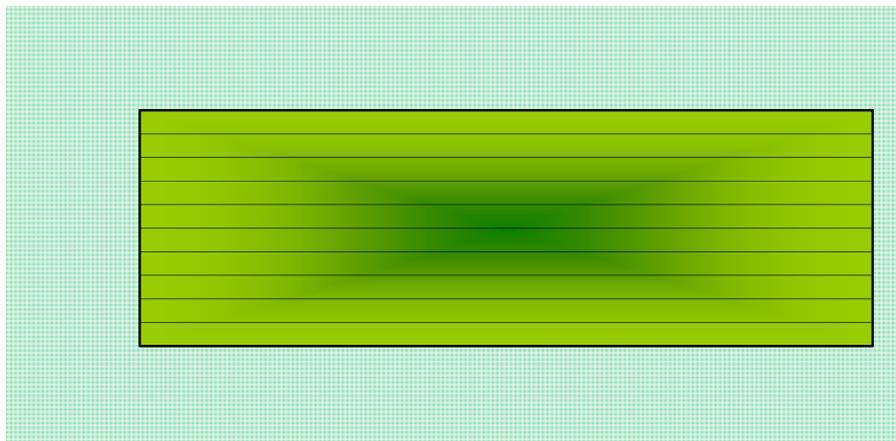
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es B2 (90 °C).

Gráfico 1. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable pH



Al observar el gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de escaldado (80 °C) y un pH en el líquido de cobertura (4.857).

Gráfico 2. Evaluación estadística de pH



El gráfico muestra que los tratamientos con pH bajo en el líquido de cobertura son T3 (20 °B/90 °C/1´), T7 (30 °B/90 °C/1´) y T8 (30 °B/90 °C/3´).

4.1.2 ANÁLISIS DE SÓLIDOS SOLUBLES

Cuadro 15. Evaluación estadística de sólidos solubles

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	18.050	18.240	19.550	55.840	18.613	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	16.430	16.640	17.050	50.120	16.707	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	19.550	18.810	19.190	57.550	19.183	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	19.910	19.910	20.090	59.910	19.970	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	24.650	24.200	24.800	73.650	24.550	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	23.580	24.200	24.500	72.280	24.093	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	25.250	24.950	24.650	74.850	24.950	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	24.880	24.650	24.200	73.730	24.577	30 °B/90 °C/3'

Nota: datos sometidos a transformación arc seno.

Cuadro 16. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	231.967					
TRATAMIENTOS	7	229.084	32.726	181.628	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	210.575	210.575	1168.668	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	8.343	8.343	46.301	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	1.426	1.426	7.914	*	4.49	8.53
AxB	1	3.263	3.263	18.112	**	4.49	8.53
AxC	1	0.032	0.032	0.175	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	2.891	2.891	16.046	**	4.49	8.53
AxBxC	1	2.555	2.555	14.177	**	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	2.883	0.180				

CV = 9.138 %

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado), interacción AxB, interacción BxC, interacción AxBxC y significación estadística baja para el factor C (Tiempo de escaldado). Consecuentemente, el equilibrio osmótico entre el líquido de cobertura y las tiras de penca de nopal está determinado por la concentración de sólidos solubles y la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A, B y C.

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T7	A2B2C1	24.950	a
T8	A2B2C2	24.577	a
T5	A2B1C1	24.550	a
T6	A2B1C2	24.093	a
T4	A1B2C2	19.970	b
T3	A1B2C1	19.183	b
T1	A1B1C1	18.163	c
T2	A1B1C2	16.707	d

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos que han dejado un mayor remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre éste y las tiras de penca de nopal son T7 (30 °B/90 °C/1'), T8 (30 °B/90 °C/3') y T5 (30 °B/70 °C/1').

“Los azúcares, como por ejemplo la glucosa y la sacarosa deben su eficiencia como conservadores a su propiedad para convertir el agua de los alimentos en agua no disponible para los microorganismos y a su influencia sobre la presión osmótica” (Frazier y Westoff, 1993, p. 200).

Cuadro 18. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	24.543	a
A1	18.618	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que ha dejado un mayor remanente de sólidos en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre éste y las tiras de penca de nopal es A2 (30 °B).

Cuadro 19. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	22.170	a
B1	20.991	b

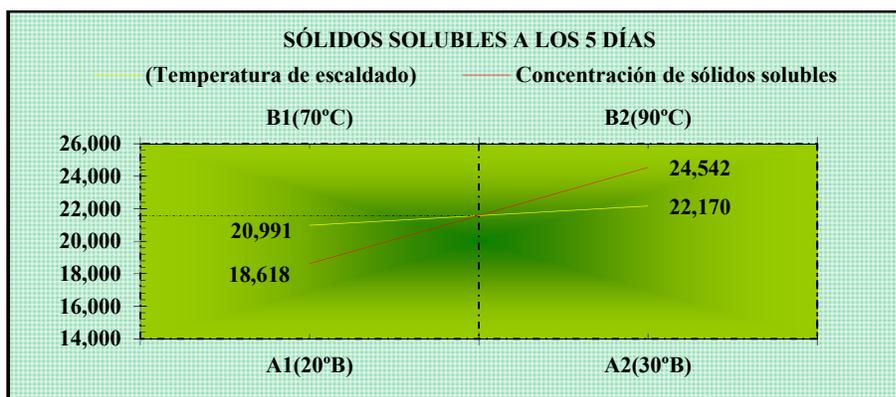
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado que induce a dejar un mayor remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal es B2 (90 °C).

Cuadro 20. Prueba DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C1	21.824	a
C2	21.337	b

La prueba de DMS para el factor C muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado que induce a dejar un mayor remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal es C1 (1 minuto).

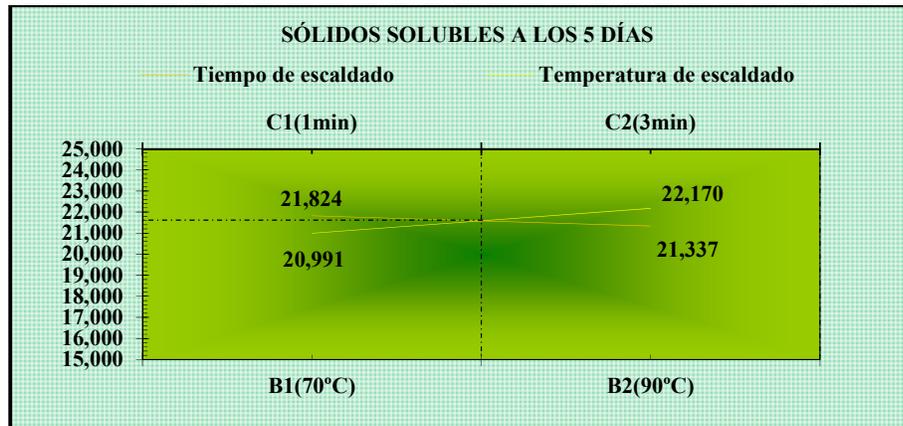
Gráfico 3. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable sólidos solubles



El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de

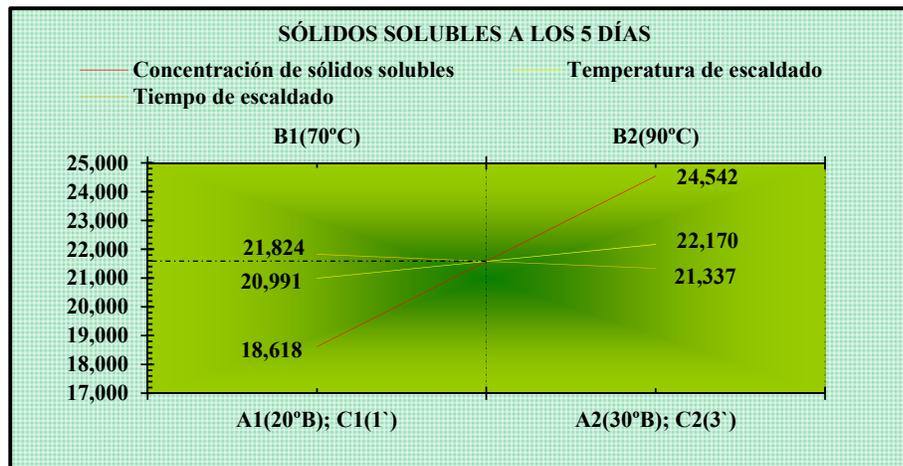
escaldado (80 °C) y una concentración de sólidos solubles remanente en el líquido de cobertura (21.7 °B).

Gráfico 4. Interacción entre el factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable sólidos solubles



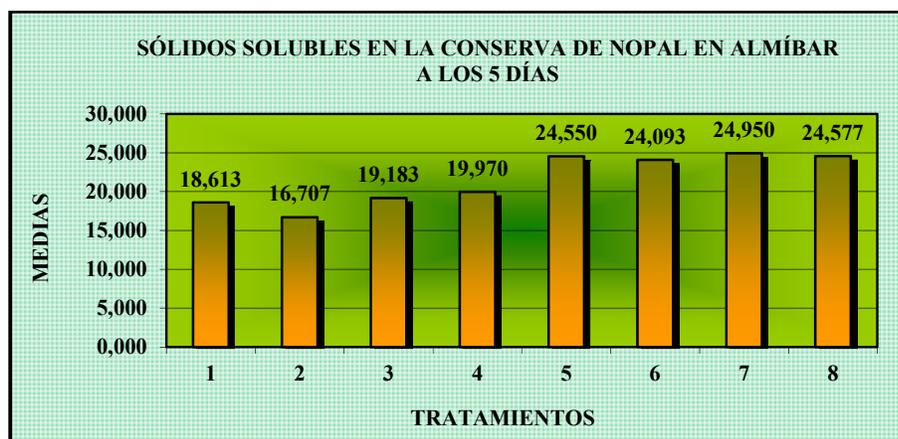
El gráfico muestra que la interacción entre los factores B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una concentración de sólidos solubles remanente en el líquido de cobertura (21.7 °B).

Gráfico 5. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y factor C (Tiempo de escaldado) en la variable sólidos solubles



El gráfico muestra que la interacción entre los factores A, B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una concentración de sólidos solubles remanente en el líquido de cobertura (21.7 °B).

Gráfico 6. Evaluación estadística de sólidos solubles



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor concentración de sólidos solubles remanente en el líquido de cobertura son T7 (30 °B/90 °C/1'), T8 (30 °B/90 °C/3') y T5 (30 °B/70 °C/1').

4.1.3 ANÁLISIS DE ACIDEZ

Cuadro 21. Evaluación estadística de acidez

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			ΣTRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	2.560	2.560	2.640	7.760	2.587	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	0.640	0.880	0.950	2.470	0.823	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	1.280	1.280	1.350	3.910	1.303	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	2.800	2.840	3.020	8.660	2.887	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	3.490	3.510	3.550	10.550	3.517	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	3.030	3.120	3.130	9.280	3.093	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	3.350	3.430	3.480	10.260	3.420	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	3.600	3.600	3.680	10.880	3.627	30 °B/90 °C/3'

Cuadro 22. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	23.221					
TRATAMIENTOS	7	23.113	3.302	486.159	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	13.756	13.756	2025.453	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.555	0.555	81.733	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.059	0.059	8.688	**	4.49	8.53
AxB	1	0.044	0.044	6.509	*	4.49	8.53
AxC	1	0.001	0.001	0.074	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	5.930	5.930	873.159	**	4.49	8.53
AxBxC	1	2.768	2.768	407.500	**	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.109	0.007				

CV = 5.056 %

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado), factor C (Tiempo de escaldado), interacción BxC, interacción AxBxC y significación estadística baja para la interacción AxB. Esto significa que la acidez en el líquido de cobertura está determinada por la concentración de sólidos solubles y la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A, B y C.

Cuadro 23. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C2	3.627	a
T5	A2B1C1	3.517	a
T7	A2B2C1	3.420	a
T6	A2B1C2	3.093	b
T4	A1B2C2	2.887	b
T1	A1B1C1	2.587	c
T3	A1B2C1	1.303	d
T2	A1B1C2	0.823	e

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T8 (30 °B/90 °C/3'), T5 (30 °B/70 °C/1') y T7 (30 °B/90 °C/1').

Se puede argumentar que “los aniones de algunos ácidos débiles (del ácido acético o láctico, por ejemplo) son metabolizados dentro de la célula bacteriana, liberando H⁺ que acidifica el interior de la célula hasta alcanzar niveles inhibitorios”. (ICMSF, 1980, p. 98).

Cuadro 24. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	3.414	a
A1	1.900	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es A2 (30 °B).

Cuadro 25. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	2.809	a
B1	2.505	b

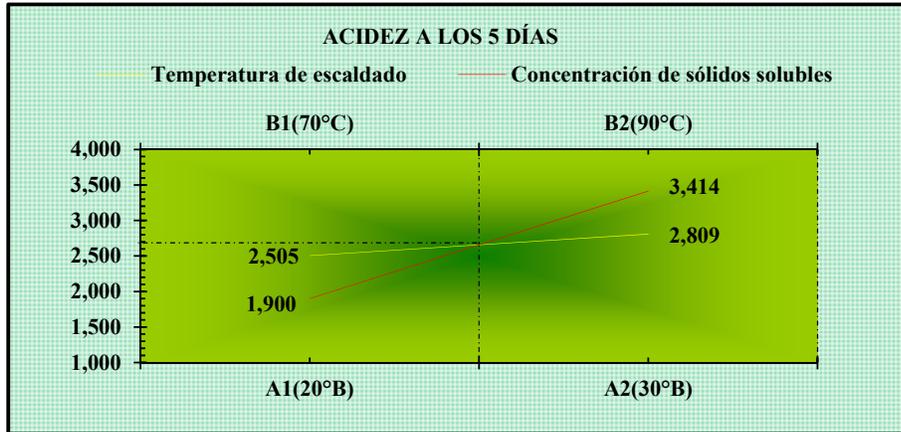
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es B2 (90 °C).

Cuadro 26. Prueba DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C1	2.707	a
C2	2.608	b

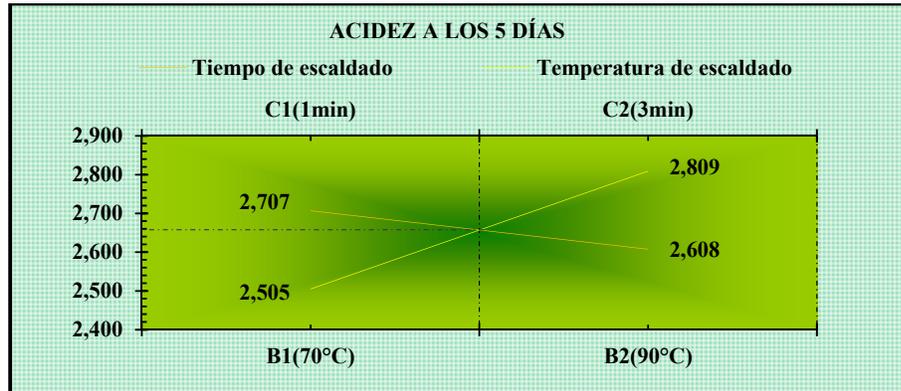
La prueba de DMS para el factor C muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es C1 (1minuto).

Gráfico 7. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable acidez



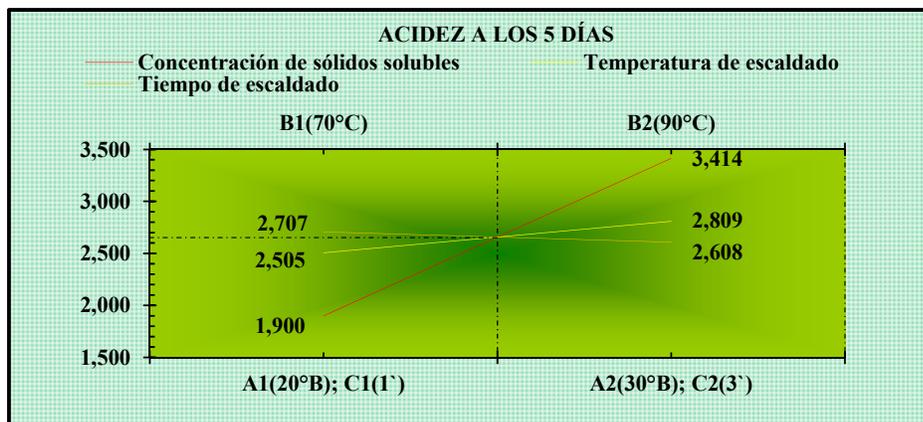
Al graficar estos datos muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de escaldado (80 °C) y una acidez en el líquido de cobertura (2.7 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 8. Interacción entre el factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



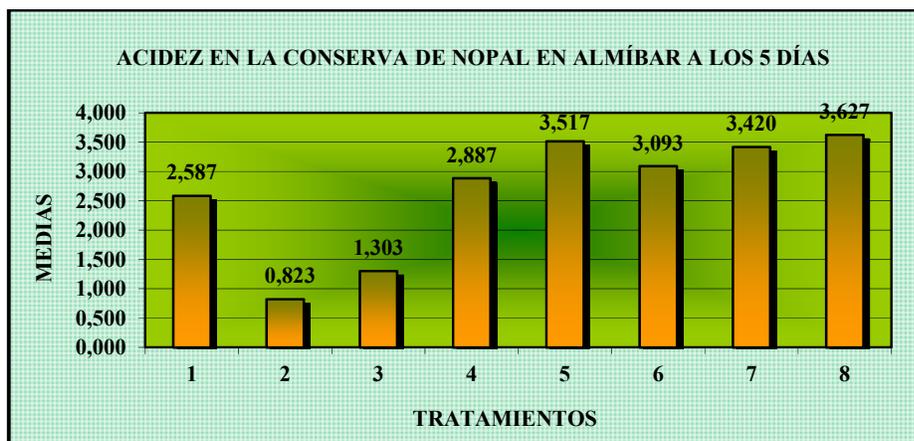
El gráfico indica que la interacción entre los factores B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (2.66 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 9. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



El gráfico muestra que la interacción entre los factores A, B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (2.66 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 10. Evaluación estadística de acidez



Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T8 (30 °B/90 °C/3'), T5 (30 °B/70 °C/1') y T7 (30 °B/90 °C/1').

4.2 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN ALMÍBAR (40 DÍAS)

4.2.1 ANÁLISIS DE pH

Cuadro 27. Evaluación estadística de pH

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			ΣTRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	6.470	6.530	6.280	19.280	6.427	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	6.600	6.490	6.640	19.730	6.577	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	6.530	6.560	6.420	19.510	6.503	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	6.620	6.480	6.670	19.770	6.590	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	6.320	6.350	6.350	19.020	6.340	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	6.630	6.540	6.550	19.720	6.573	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	6.510	6.530	6.600	19.640	6.547	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	6.870	6.760	6.910	20.540	6.847	30 °B/90 °C/3'

Cuadro 28. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	0.555					
TRATAMIENTOS	7	0.457	0.065	10.618	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.017	0.017	2.689	N.S.	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.122	0.122	19.811	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.222	0.222	36.152	**	4.49	8.53
AxB	1	0.057	0.057	9.274	**	4.49	8.53
AxC	1	0.033	0.033	5.367	*	4.49	8.53
BxC	1	0.000	0.000	0.001	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.006	0.006	1.030	N.S.	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.098	0.006				

CV= 3.064%

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor B (Temperatura de escaldado), factor C (Tiempo de escaldado), interacción AxB y significación estadística baja para la interacción AxC. En consecuencia, el pH en el líquido de cobertura está determinado por la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor B y C.

Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C2	6.847	a
T4	A1B2C2	6.590	b
T2	A1B1C2	6.577	c
T6	A1B2C2	6.573	c
T7	A2B2C1	6.547	c
T3	A1B2C1	6.503	c
T1	A1B1C1	6.427	c
T5	A2B1C1	6.340	d

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con pH bajo en el líquido de cobertura son T5 (30 °B/70 °C/1'), T1 (20 °B/70 °C/1') y T3 (20 °B/90 °C/1').

“El pH bajo en un alimento inhibe el crecimiento microbiano y disminuye la resistencia al calor de los microorganismos cuando este es sometido a tratamiento térmico” (ICMSF, 1980, 115-116).

Cuadro 30. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	6.622	a
B1	6.479	b

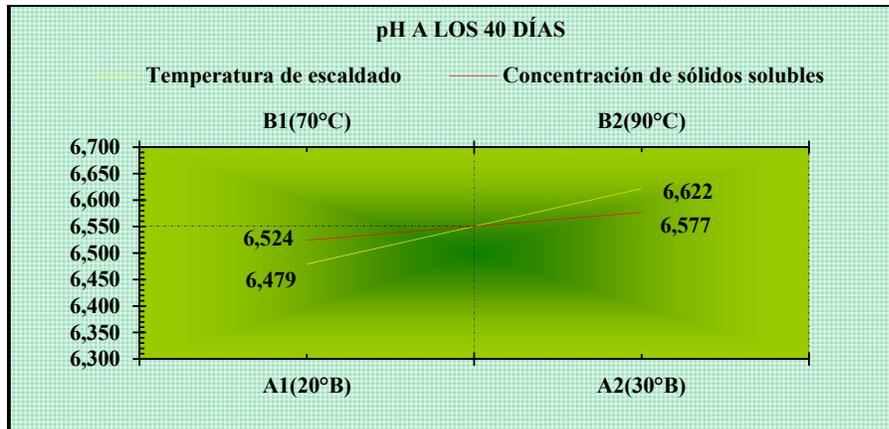
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es B1 (70 °C).

Cuadro 31. Prueba DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C2	6.647	a
C1	6.454	b

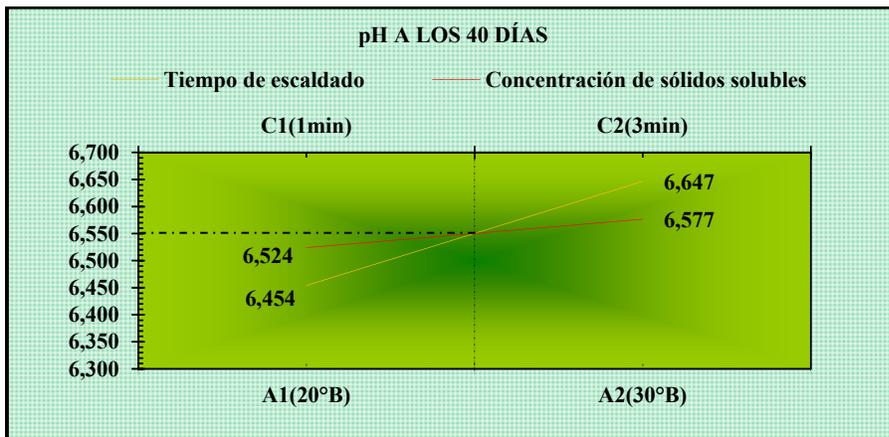
La prueba de DMS para el factor C muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es C1 (1 minuto).

Gráfico 11. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable pH



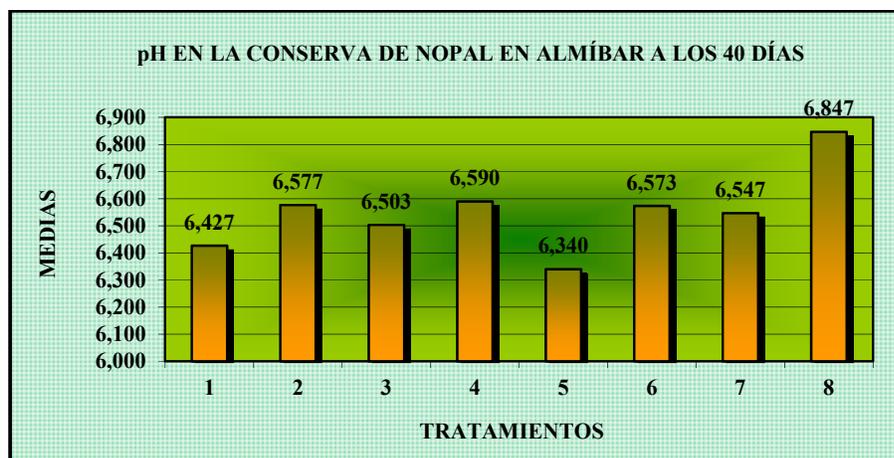
Se observa en el gráfico que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), temperatura de escaldado (80 °C) y un pH en el líquido de cobertura (6.55).

Gráfico 12. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable pH



El gráfico indica que la interacción entre los factores A y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (25 °B), tiempo de escaldado (2 minutos) y un pH en el líquido de cobertura (6.55).

Gráfico 13. Evaluación estadística de pH



El gráfico muestra que los tratamientos con pH bajo en el líquido de cobertura son T5 (30 °B/70 °C/1'), T1 (20 °B/70 °C/1') y T3 (20 °B/90 °C/1').

4.2.2. ANÁLISIS DE SÓLIDOS SOLUBLES

Cuadro 32. Evaluación estadística de sólidos solubles

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			ΣTRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	11.800	11.600	11.400		11.600	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	11.600	11.800	11.800	35.200	11.733	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	11.800	11.600	11.400	34.800	11.600	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	11.400	11.200	11.000	33.600	11.200	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	17.000	17.200	17.400	51.600	17.200	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	17.400	17.600	17.800	52.800	17.600	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	17.200	17.400	17.600	52.200	17.400	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	17.600	17.000	18.000	52.600	17.533	30 °B/90 °C/3'

Cuadro 33. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	210.633					
TRATAMIENTOS	7	209.620	29.946	472.827	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	208.860	208.860	3297.789	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.060	0.060	0.947	N.S.	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.027	0.027	0.421	N.S.	4.49	8.53
AxB	1	0.167	0.167	2.632	N.S.	4.49	8.53
AxC	1	0.240	0.240	3.789	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.240	0.240	3.789	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.027	0.027	0.421	N.S.	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	1.013	0.063				

CV = 6.613%

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos y factor A (Concentración de sólidos solubles). Esto demuestra, que el equilibrio osmótico entre el líquido de cobertura y las tiras de penca de nopal está determinado por la concentración de sólidos solubles.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A.

Cuadro 34. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C1	17.600	a
T8	A2B1C2	17.533	a
T7	A1B1C2	17.400	a
T5	A1B1C1	17.200	a
T2	A1B2C2	11.733	b
T1	A2B2C2	11.600	b
T3	A2B2C1	11.600	b
T4	A1B2C1	11.200	b

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos que han dejado un mayor remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal son T6 (30 °B/70 °C/3'), T8 (30 °B/90 °C/3') y T7 (30 °B/90 °C/1').

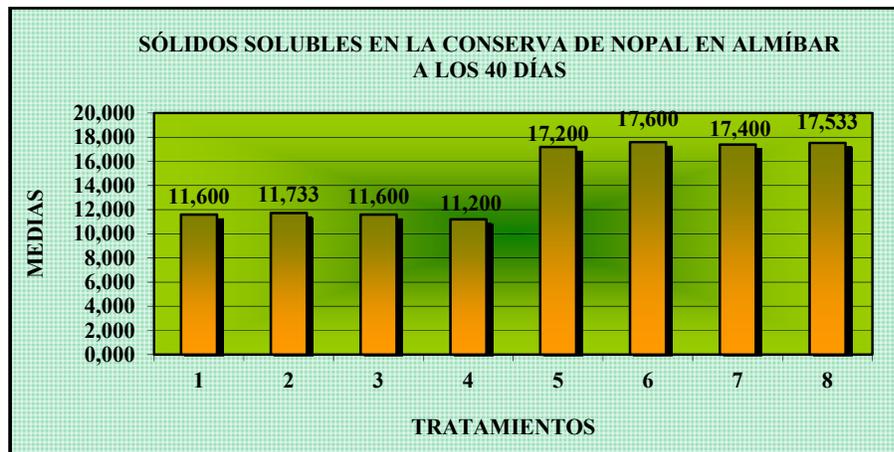
Se puede argumentar con la información teórica que dice que “los azúcares, como por ejemplo la glucosa y la sacarosa deben su eficiencia como conservadores a su propiedad para convertir el agua de los alimentos en agua no disponible para los microorganismos y a su influencia sobre la presión osmótica” (Frazier y Westoff, 1993, p.200).

Cuadro 35. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	17.433	a
A1	11.533	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que ha dejado un mayor remanente de sólidos en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal es A2 (30 °B).

Gráfico 14. Evaluación estadística de sólidos solubles



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor concentración de sólidos solubles en el líquido de cobertura son T6 (30 °B/70 °C/3'), T8 (30 °B/90 °C/3') y T7 (30 °B/90 °C/1').

4.2.3 ANÁLISIS DE ACIDEZ

Cuadro 36. Evaluación estadística de acidez

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	0.192	0.077	0.230	0.499	0.166	20 °B/70 °C/1'
T2	A1B1C2	0.134	0.154	0.075	0.363	0.121	20 °B/70 °C/3'
T3	A1B2C1	0.152	0.153	0.151	0.456	0.152	20 °B/90 °C/1'
T4	A1B2C2	0.215	0.156	0.234	0.605	0.202	20 °B/90 °C/3'
T5	A2B1C1	0.083	0.077	0.077	0.237	0.079	30 °B/70 °C/1'
T6	A2B1C2	0.154	0.156	0.147	0.457	0.152	30 °B/70 °C/3'
T7	A2B2C1	0.155	0.234	0.214	0.603	0.201	30 °B/90 °C/1'
T8	A2B2C2	0.150	0.156	0.152	0.458	0.153	30 °B/90 °C/3'

Cuadro 37. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	0.057					
TRATAMIENTOS	7	0.034	0.005	3.408	*	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.001	0.001	0.824	N.S.	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.013	0.013	9.351	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.000	0.000	0.226	N.S.	4.49	8.53
AxB	1	0.001	0.001	0.824	N.S.	4.49	8.53
AxC	1	0.000	0.000	0.112	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.000	0.000	0.187	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.018	0.018	12.333	**	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.023	0.001				

$$CV = 9.651\%$$

El ADEVA muestra significación estadística alta para factor B (Temperatura de escaldado), interacción AxBxC y significación estadística baja para tratamientos. En consecuencia, la acidez en el líquido de cobertura está determinada por la temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor B.

Cuadro 38. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T4	A1B2C2	0.202	a
T7	A2B2C1	0.201	a
T1	A1B1C1	0.166	a
T8	A2B2C2	0.153	a
T3	A1B2C1	0.152	a
T6	A2B1C2	0.152	a
T2	A1B1C2	0.121	a
T5	A2B1C1	0.079	b

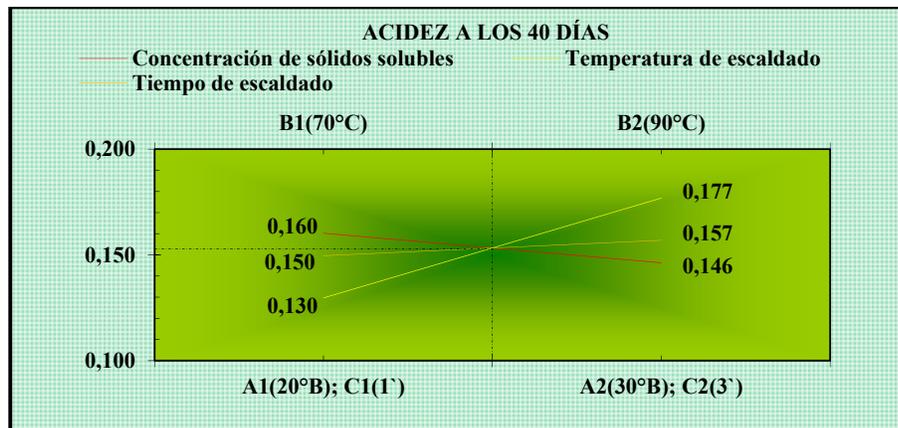
La prueba de Tukey al 5% no muestra diferencia de rangos entre tratamientos excepto T5. Analizando las medias los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T4 (20 °B/90 °C/3'), T7 (30 °B/90 °C/1') y T1 (20 °B/70 °C/1').

Cuadro 39. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	0.177	a
B1	0.130	b

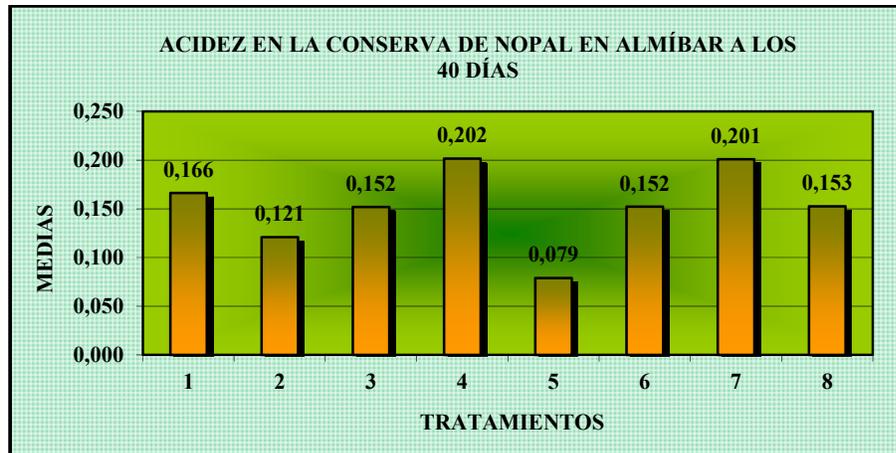
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es B2 (90 °C).

Gráfico 15. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (temperatura de escaldado) y factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



Al observar el gráfico nos muestra que la interacción entre los factores A, B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.153 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 16. Evaluación estadística de acidez



El gráfico indica que los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T4 (20 °B/90 °C/3'), T7 (30 °B/90 °C/1') y T1 (20 °B/70 °C/1').

4.3 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN SALMUERA (5 DÍAS)

4.3.1 ANÁLISIS DE pH

Cuadro 40. Evaluación estadística de pH

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			ΣTRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	5.310	5.380	5.350	16.040	5.347	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	5.220	5.330	5.300	15.850	5.283	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	5.360	5.770	5.430	16.560	5.520	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	6.080	5.620	5.320	17.020	5.673	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	5.350	5.410	5.190	15.950	5.317	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	5.250	5.300	5.340	15.890	5.297	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	5.170	5.020	4.990	15.180	5.060	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	5.250	5.420	5.470	16.140	5.380	3% /90 °C/3'

Cuadro 41. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	1.152					
TRATAMIENTOS	7	0.678	0.097	3.276	*	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.222	0.222	7.516	*	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.057	0.057	1.928	N.S.	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.057	0.057	1.928	N.S.	4.49	8.53
AxB	1	0.204	0.204	6.879	*	4.49	8.53
AxC	1	0.017	0.017	0.559	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.116	0.116	3.928	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.006	0.006	0.193	N.S.	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.473	0.030				

$$CV = 7.429 \%$$

El ADEVA muestra significación estadística baja para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles) y interacción AxB (Concentración de sólidos solubles/Temperatura de escaldado). Esto significa que el pH en el líquido de cobertura está determinado por la concentración de sólidos solubles.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A.

Cuadro 42. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T4	A1B2C2	5.673	a
T3	A1B2C1	5.453	a
T8	A2B2C2	5.380	a
T5	A2B1C1	5.317	a
T1	A1B1C1	5.307	a
T2	A1B1C2	5.283	a
T6	A2B1C1	5.273	a
T7	A2B2C1	5.060	b

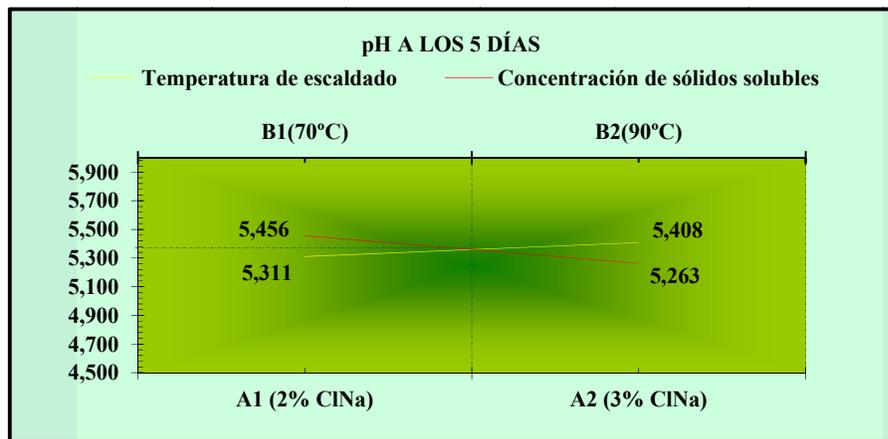
“El pH bajo se puede ayudar en la conservación de los alimentos de dos maneras: directamente inhibiendo el crecimiento microbiano, e indirectamente, a base de disminuir la resistencia al calor de los microorganismos, en los alimentos que vayan a ser tratados térmicamente.” (ICMSF, 1980, p. 115-116).

Cuadro 43. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A1	5.456	a
A2	5.263	b

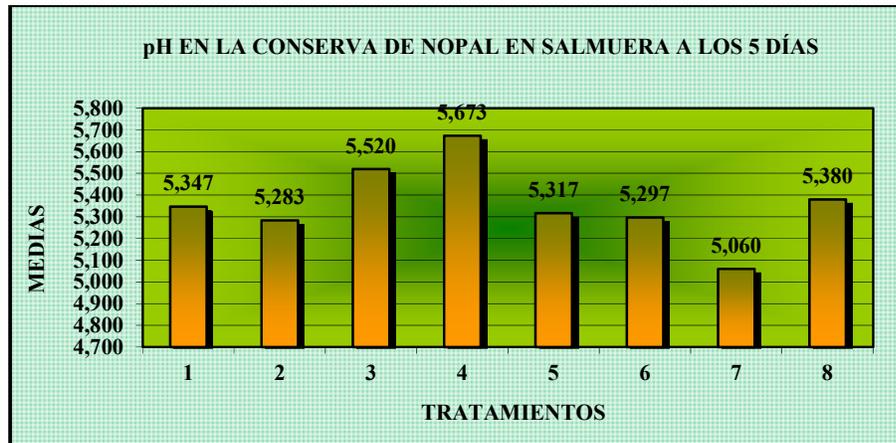
La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es A2 (Salmuera al 3%).

Gráfico 17. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable pH



El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y un pH en el líquido de cobertura (5.360).

Gráfico 18. Evaluación estadística de pH



El gráfico indica que los tratamientos con bajo pH en el líquido de cobertura son T7 (3% /90 °C/1'), T2 (2% /70 °C/3') y T6 (3% /70 °C/3').

4.3.2 ANÁLISIS DE DENSIDAD

Cuadro 44. Evaluación estadística de densidad

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			ΣTRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	0.700	0.900	0.900	2.500	0.833	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	0.900	0.900	0.900	2.700	0.900	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	1.000	1.000	1.040	3.040	1.013	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	1.000	1.080	1.040	3.120	1.040	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	1.000	1.040	1.040	3.080	1.027	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	1.040	1.000	1.040	3.080	1.027	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	1.040	1.040	1.000	3.080	1.027	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	1.040	1.040	1.040	3.120	1.040	3% /90 °C/3'

Cuadro 45. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	0.161					
TRATAMIENTOS	7	0.127	0.018	8.478	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.042	0.042	19.531	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.042	0.042	19.531	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.004	0.004	2.000	N.S.	4.49	8.53
AxB	1	0.035	0.035	16.531	**	4.49	8.53
AxC	1	0.002	0.002	1.125	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.000	0.000	0.125	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.001	0.001	0.500	N.S.	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.034	0.002				

CV = 4.646%

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y interacción AxB. En consecuencia, la densidad del líquido de cobertura está determinada por la concentración de sólidos solubles y la temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A y B.

Cuadro 46. Prueba de Tukey al 5% para tratamiento

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C2	1.04	a
T4	A1B2C2	1.04	a
T7	A2B2C1	1.027	a
T6	A2B1C2	1.027	a
T5	A2B1C1	1.027	a
T3	A1B2C1	1.013	a
T2	A1B1C2	0.9	a
T1	A1B1C1	0.833	b

La prueba de Tukey al 5% no muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos que han dejado un mayor densidad y remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal son T8 (3%/90 °C/3'), T4 (2%/ 90 °C/ 3') y T7 (3%/ 90 °C/1').

“El efecto conservador de la sal se debe a que produce una elevada presión osmótica y por consiguiente, la plasmólisis de las células microbianas. Además obstaculiza la actividad proteolítica de las enzimas”. (Frazier y Westoff, 1993, p. 200).

Cuadro 47. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	1.030	a
A1	0.947	b

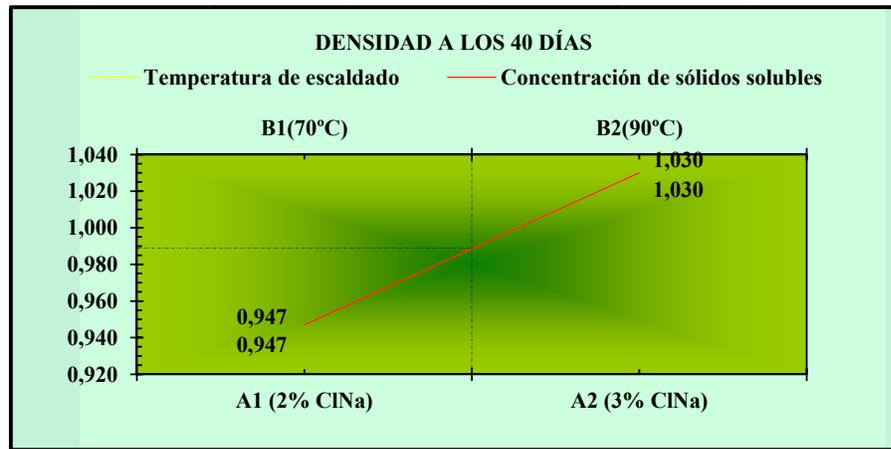
La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que permite una mayor densidad en el líquido de cobertura es A2 (Salmuera al 3%).

Cuadro 48. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	1.030	a
B1	0.947	b

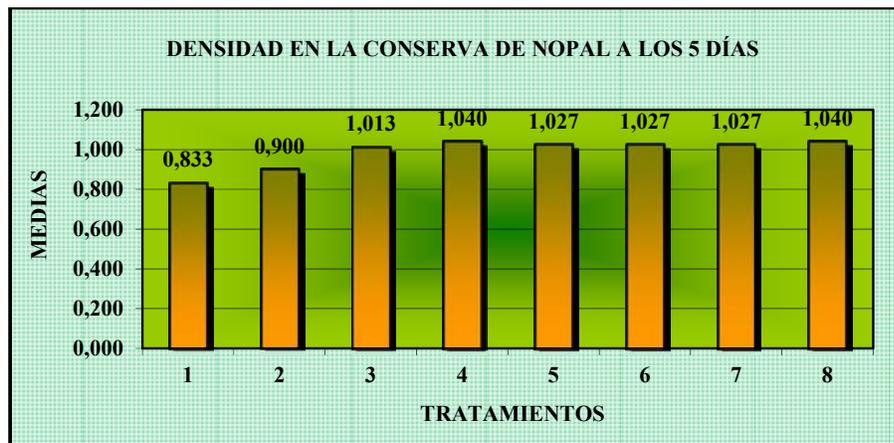
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado que induce a una mayor densidad en el líquido de cobertura es B2 (90 °C).

Gráfico 19. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable densidad



El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y una densidad en el líquido de cobertura de (0.99 g/ml).

Gráfico 20. Evaluación estadística de densidad



El gráfico indica que los tratamientos con mayor densidad en el líquido de cobertura son T8 (3%/90 °C/3'), T4 (2%/ 90 °C/ 3') y T7 (3%/ 90°C/1').

4.3.3 ANÁLISIS DE ACIDEZ

Cuadro 49. Evaluación estadística de acidez

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	0.683	0.753	0.767	2.203	0.734	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	0.769	0.844	0.935	2.548	0.849	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	0.417	0.589	0.678	1.684	0.561	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	0.854	0.769	0.937	2.561	0.854	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	1.257	1.278	1.28	3.815	1.272	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	1.350	1.370	1.534	4.254	1.418	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	1.107	1.109	1.111	3.327	1.109	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	0.854	0.769	0.950	2.573	0.858	3% /90 °C/3'

Cuadro 50. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	1.823					
TRATAMIENTOS	7	1.719	0.246	37.627	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	1.031	1.031	157.929	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.298	0.298	45.701	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.034	0.034	5.249	*	4.49	8.53
AxB	1	0.115	0.115	17.651	**	4.49	8.53
AxC	1	0.098	0.098	15.077	**	4.49	8.53
BxC	1	0.018	0.018	2.793	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.124	0.124	18.992	**	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.104	0.007				

$$CV = 8.258 \%$$

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado), interacción AxB, interacción AxC, interacción AxBxC y significación estadística baja para el factor C (Tiempo de escaldado). Lo que significa que la acidez en el líquido de cobertura está determinada por la concentración de sólidos solubles y la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para el factor A, B y C.

Cuadro 51. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C2	1.418	a
T5	A2B1C1	1.272	a
T7	A2B2C1	1.109	b
T8	A2B2C2	0.858	c
T4	A1B2C2	0.854	c
T2	A1B1C2	0.849	c
T1	A1B1C1	0.734	c
T3	A1B2C1	0.561	d

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T6 (3%/70 °C/3'), T5 (3%/70 °C/1') y T7 (3%/90 °C/ 1').

“Los aniones de algunos ácidos débiles (del ácido acético o láctico por ejemplo) son metabolizados dentro de la célula bacteriana, liberando H⁺ que acidifica el interior de la célula hasta alcanzar niveles inhibitorios” (ICMSF, 1980, pg. 98).

Cuadro 52. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	1.164	a
A1	0.750	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es A2 (Salmuera al 3%).

Cuadro 53. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B1	1.068	a
B2	0.845	b

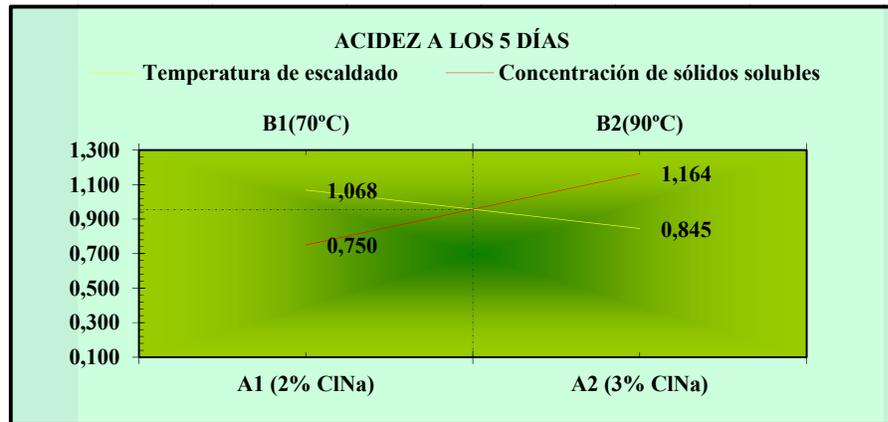
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es B1 (70 °C).

Cuadro 54. Prueba DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C2	0.995	a
C1	0.919	b

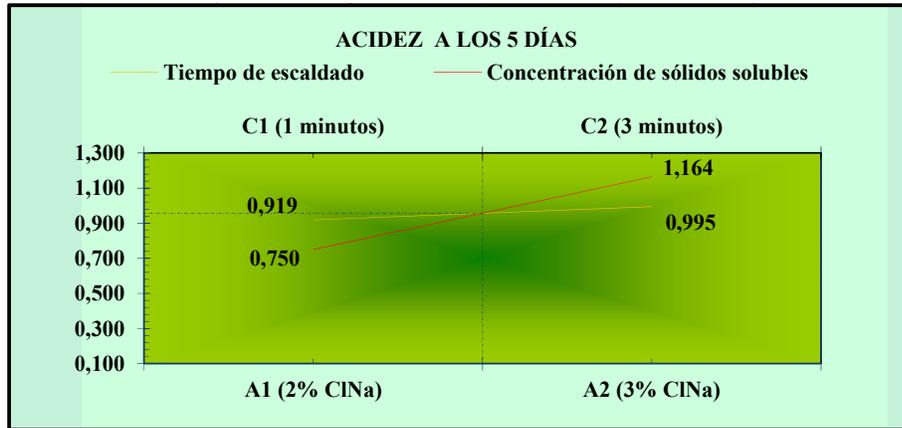
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es B1 (70 °C).

Gráfico 21. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable acidez



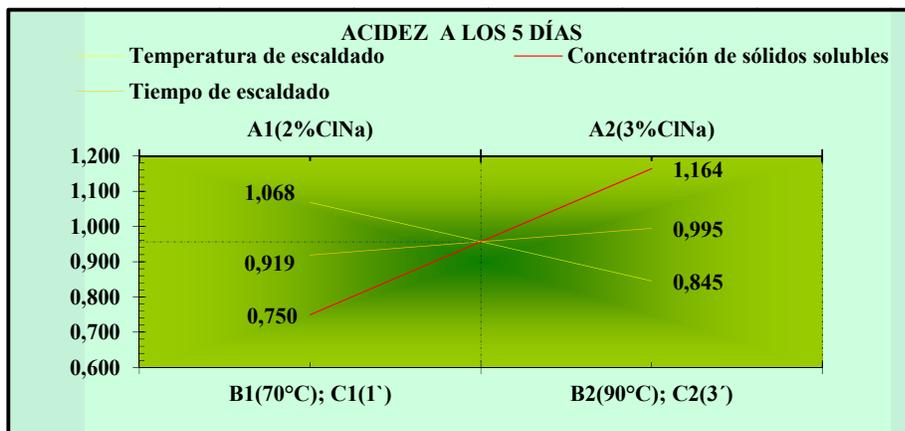
El gráfico indica que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y una acidez en el líquido de cobertura (0.94 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 22. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



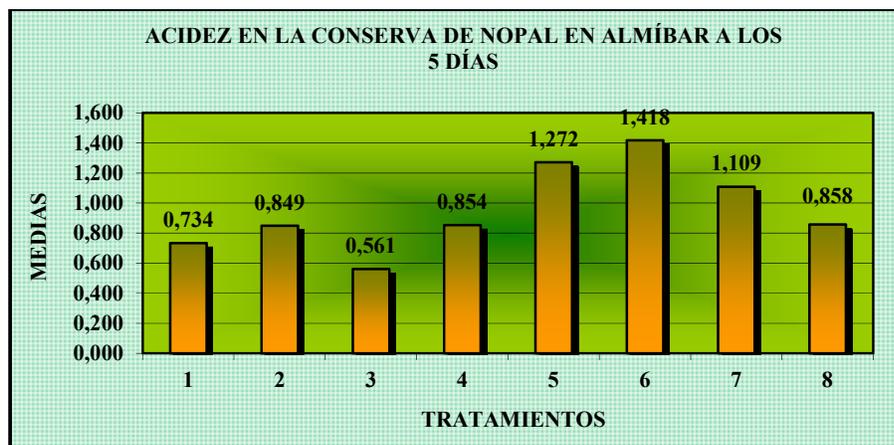
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.94 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 23. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



El gráfico indica que la interacción entre los factores A, B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.94 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 24. Evaluación estadística de acidez



Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T6 (3%/70 °C/3'), T5 (3%/70 °C/1') y T7 (3%/90 °C/ 1')

4.4 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN SALMUERA (40 DÍAS)

4.4.1 ANÁLISIS DE pH

Cuadro 55. Evaluación estadística de pH

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	4.990	5.120	5.250	15.360	5.120	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	5.610	5.740	5.470	16.820	5.607	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	5.540	5.180	5.360	16.080	5.360	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	6.190	5.780	5.370	17.340	5.780	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	5.440	5.380	5.320	16.140	5.380	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	6.080	6.310	6.380	18.770	6.257	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	6.400	6.540	6.470	19.410	6.470	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	6.400	6.650	6.500	19.550	6.517	3% /90 °C/3'

Cuadro 56. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	6.690					
TRATAMIENTOS	7	6.121	0.874	24.579	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	2.850	2.850	80.104	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	1.166	1.166	32.776	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	1.256	1.256	35.301	**	4.49	8.53
AxB	1	0.329	0.329	9.248	**	4.49	8.53
AxC	1	0.000	0.000	0.003	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.302	0.302	8.475	*	4.49	8.53
AxBxC	1	0.219	0.219	6.142	*	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.569	0.036				

CV = 7.824%

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado), factor C (Tiempo de escaldado), interacción AxB y significación estadística baja para interacción BxC e interacción AxBxC. En consecuencia el pH en el líquido de cobertura está determinado por la concentración de sólidos solubles y la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Cuadro 57. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C2	6.517	a
T7	A2B2C1	6.47	a
T6	A2B1C2	6.257	a
T4	A1B2C2	5.78	b
T2	A1B1C2	5.607	b
T5	A2B1C1	5.38	b
T3	A1B2C1	5.36	b
T1	A1B1C1	5.12	c

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con bajo pH en el líquido de cobertura son T1 (2%/70 °C/1'), T3 (2%/90 °C/1') y T5 (3%/70 °C/1').

“El pH bajo en un alimento inhibe el crecimiento microbiano y disminuye la resistencia al calor de los microorganismos cuando éste es sometido a tratamiento térmico” (ICMSF, 1980, 115-116).

Cuadro 58. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	6.156	a
A1	5.467	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es A1 (Salmuera al 2%).

Cuadro 59. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B2	6.032	a
B1	5.591	b

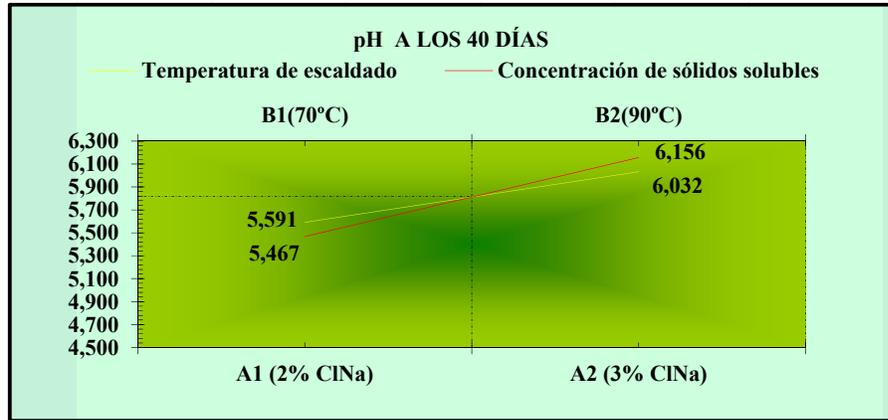
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es B1 (70 °C).

Cuadro 60. Prueba DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C2	6.040	a
C1	5.583	b

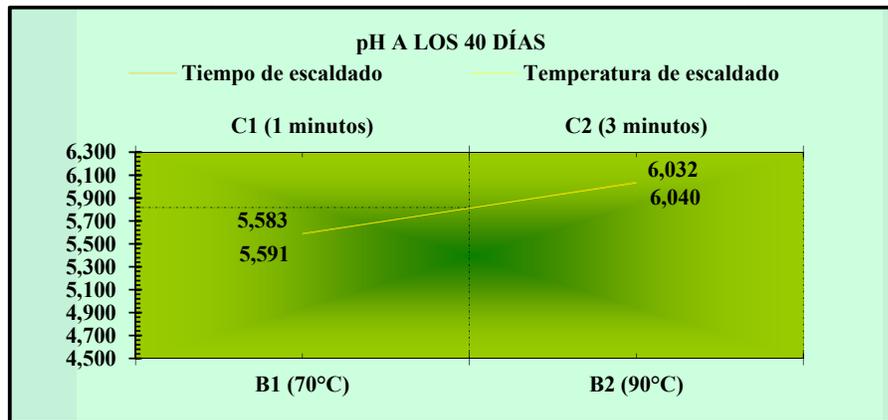
La prueba de DMS para el factor C muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a un pH bajo en el líquido de cobertura es C1 (1 minuto)

Grafico 25. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable pH



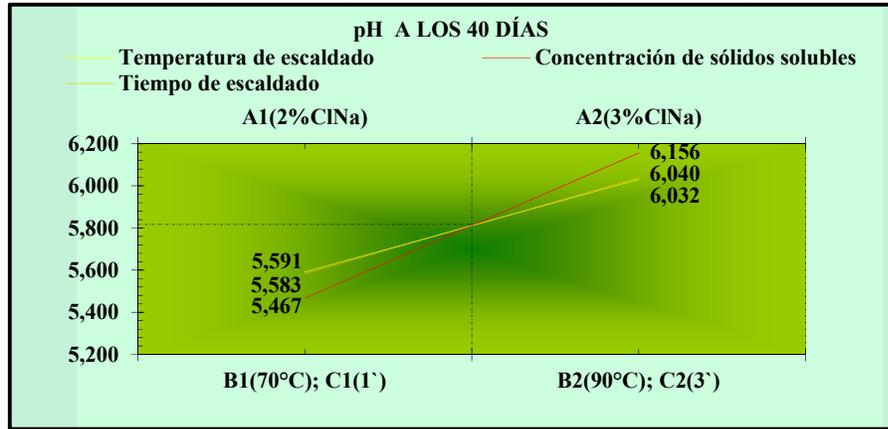
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y un pH en el líquido de cobertura (5.82).

Gráfico 26. Interacción entre el factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable pH



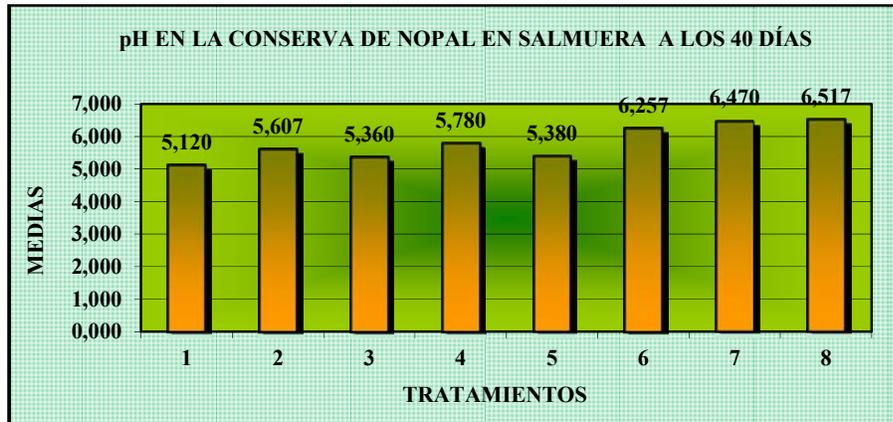
El gráfico indica que la interacción entre los factores B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y un pH en el líquido de cobertura (5.82).

Grafico 27. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable pH



El gráfico indica que la interacción entre los factores A, B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera 2,5%), temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y un pH en el líquido de cobertura (5.82).

Gráfico 28. Evaluación estadística de pH



Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T1 (2%/70 °C/1'), T3 (2%/90 °C/1') y T5 (3%/70 °C/1').

4.4.2 ANÁLISIS DE DENSIDAD

Cuadro 61. Evaluación estadística de densidad

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	1.000	0.900	1.000	2.900	0.967	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	1.000	0.900	0.900	2.800	0.933	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	1.000	1.000	1.040	3.040	1.013	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	1.000	1.080	1.040	3.120	1.040	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	1.000	1.000	1.040	3.040	1.013	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	1.000	1.080	1.080	3.160	1.053	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	1.000	1.040	1.040	3.080	1.027	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	1.040	1.000	1.020	3.060	1.020	3% /90 °C/3'

Cuadro 62: Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	0.058					
TRATAMIENTOS	7	0.033	0.005	3.017	*	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.010	0.010	6.194	*	4.49	8.53
FACTOR B	1	0.007	0.007	4.301	N.S.	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.000	0.000	0.172	N.S.	4.49	8.53
AxB	1	0.011	0.011	7.269	*	4.49	8.53
AxC	1	0.001	0.001	0.387	N.S.	4.49	8.53
BxC	1	0.000	0.000	0.043	N.S.	4.49	8.53
AxBxC	1	0.004	0.004	2.753	N.S.	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.025	0.002				

$$CV = 3.921\%$$

El ADEVA muestra significación estadística baja para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles) y interacción AxB (Concentración de sólidos solubles/Temperatura de escaldado). En conclusión, la densidad en el líquido de cobertura está determinada por la concentración de sólidos solubles.

Cuadro 63. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C2	1.053	a
T4	A1B2C2	1.04	a
T7	A2B2C1	1.027	a
T8	A2B2C2	1.02	a
T3	A1B2C1	1.013	a
T5	A2B1C1	1.013	a
T1	A1B1C1	0.967	a
T2	A1B1C2	0.933	b

La prueba de Tukey al 5% no muestra diferencia de rangos entre tratamientos excepto T2. Los tratamientos que han dejado un mayor densidad y remanente de sólidos solubles en el líquido de cobertura, después del equilibrio osmótico entre este y las tiras de penca de nopal son T6 (3% /70 °C/3'), T4 (2%/90 °C/ 3') y T7 (3%/ 90 °C/1').

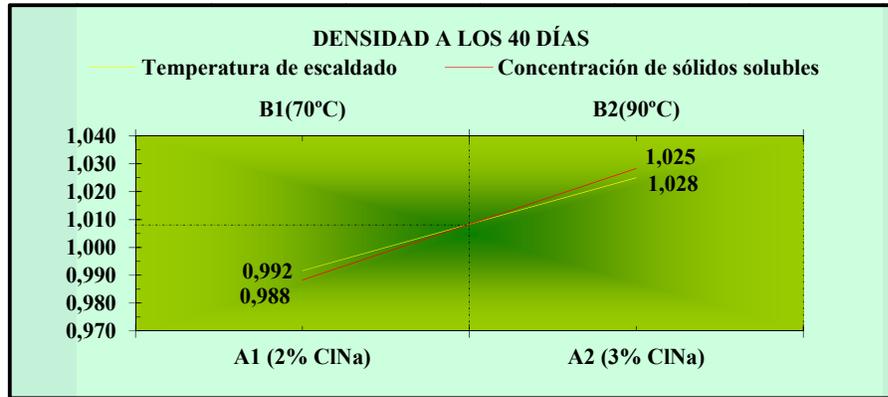
“El efecto conservador de la sal se debe a que produce una elevada presión osmótica y por consiguiente, la plasmólisis de las células microbianas. Además obstaculiza la actividad proteolítica de las enzimas”. (Frazier y Westoff, 1993, p. 200).

Cuadro 64. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	1.028	a
A1	0.988	b

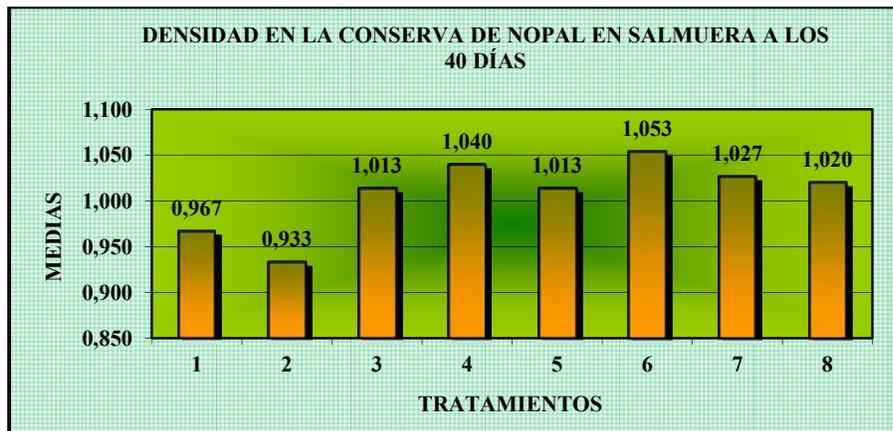
La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El nivel que induce a una mayor densidad en el líquido de cobertura es A2 (Salmuera al 3%).

Gráfico 29. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable densidad



Al observar el gráfico nos muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y una densidad en el líquido de cobertura (1.008 g/ml).

Gráfico 30. Evaluación estadística de densidad



Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor densidad en el líquido de cobertura son T6 (3% /70 °C/3'), T4 (2%/90 °C/ 3') y T7 (3%/ 90 °C/1').

4.4.3 ANÁLISIS DE ACIDEZ

Cuadro 65. Evaluación estadística de acidez

TRAT.	COMB.	REPETICIONES			Σ TRAT.	X	DESCRIPCIÓN
		R1	R2	R3			
T1	A1B1C1	0.451	0.448	0.468	1.367	0.456	2% /70 °C/1'
T2	A1B1C2	0.595	0.585	0.505	1.685	0.562	2% /70 °C/3'
T3	A1B2C1	0.154	0.174	0.153	0.481	0.160	2% /90 °C/1'
T4	A1B2C2	0.184	0.215	0.223	0.622	0.207	2% /90 °C/3'
T5	A2B1C1	0.665	0.689	0.527	1.881	0.627	3% /70 °C/1'
T6	A2B1C2	1.000	1.132	1.257	3.389	1.130	3% /70 °C/3'
T7	A2B2C1	0.275	0.285	0.234	0.794	0.265	3% /90 °C/1'
T8	A2B2C2	0.310	0.306	0.352	0.968	0.323	3% /90 °C/3'

Cuadro 66. Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	SIGNIF.	0.05	0.01
TOTAL	23	2.148					
TRATAMIENTOS	7	2.091	0.299	83.404	**	2.66	4.03
FACTOR A	1	0.345	0.345	96.287	**	4.49	8.53
FACTOR B	1	1.241	1.241	346.415	**	4.49	8.53
FACTOR C	1	0.191	0.191	53.324	**	4.49	8.53
AxB	1	0.101	0.101	28.274	**	4.49	8.53
AxC	1	0.062	0.062	17.400	**	4.49	8.53
BxC	1	0.095	0.095	26.559	**	4.49	8.53
AxBxC	1	0.056	0.056	15.572	**	4.49	8.53
ERROR EXP.	16	0.057	0.004				

$$CV = 8.766\%$$

El ADEVA muestra significación estadística alta para tratamientos, factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado), factor C (Tiempo de escaldado), interacción AxB, interacción AxC y interacción BxC. En consecuencia, la acidez en el líquido de cobertura está determinada por la concentración de sólidos solubles y la temperatura/tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal.

Cuadro 67. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

TRAT.	COMB.	MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C2	1.13	a
T5	A2B1C1	0.627	b
T2	A1B1C2	0.562	c
T1	A1B1C1	0.456	c
T8	A2B2C2	0.323	d
T7	A2B2C1	0.265	d
T4	A1B2C2	0.207	d
T3	A1B2C1	0.16	d

La prueba de Tukey al 5% muestra diferencia de rangos entre tratamientos. Los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T6 (3%/70 °C/3'), T5 (3%/70 °C/1') y T2 (2%/70 °C/3').

“Los aniones de algunos ácidos débiles (del ácido acético o láctico por ejemplo) son metabolizados dentro de la célula hasta alcanzar niveles inhibitorios” (ICMSF, 1980, p. 98).

Cuadro 68. Prueba DMS para el factor A (Concentración de sólidos solubles)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
A2	0.586	a
A1	0.346	b

La prueba de DMS para el factor A muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La concentración de sólidos solubles que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es A2 (Salmuera al 3%).

Cuadro 69. Prueba DMS para el factor B (Temperatura de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
B1	0.694	a
B2	0.239	b

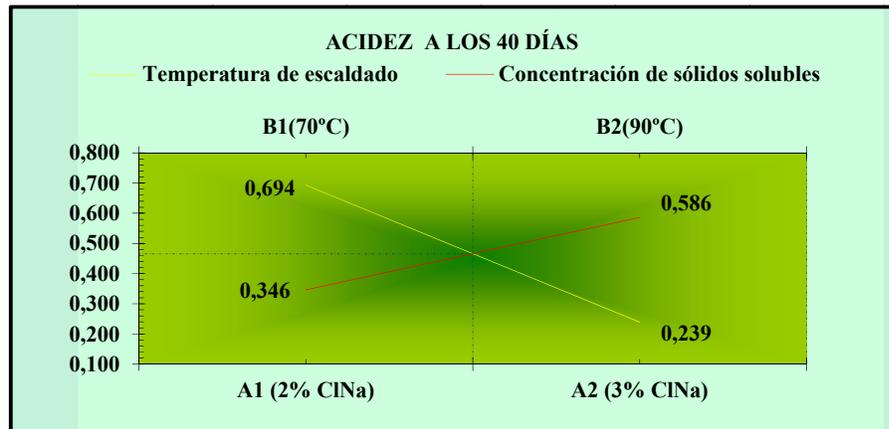
La prueba de DMS para el factor B muestra diferencia de rangos entre cada nivel. La temperatura de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez de cobertura es B1 (70 °C).

Cuadro 70. Prueba de DMS para el factor C (Tiempo de escaldado)

FACTOR	MEDIAS	RANGOS
C2	0.555	a
C1	0.377	b

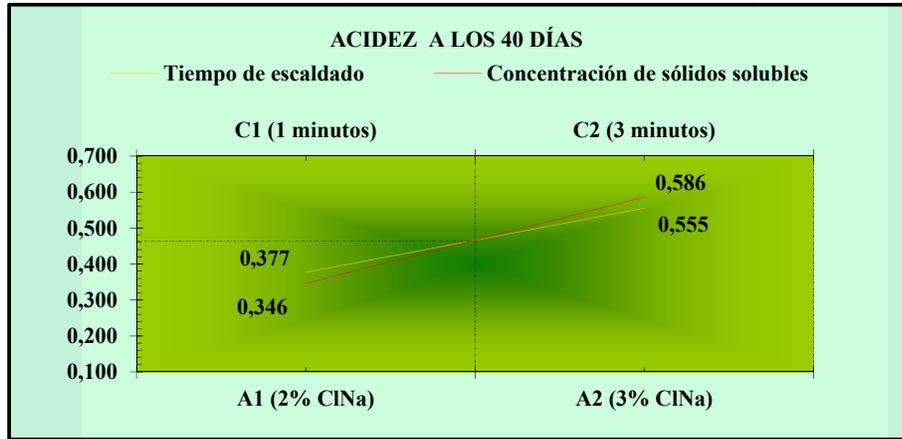
La prueba de DMS para el factor C muestra diferencia de rangos entre cada nivel. El tiempo de escaldado por inmersión de la penca de nopal que induce a una mayor acidez en el líquido de cobertura es C2 (3 minutos).

Gráfico 31. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor B (Temperatura de escaldado) en la variable acidez



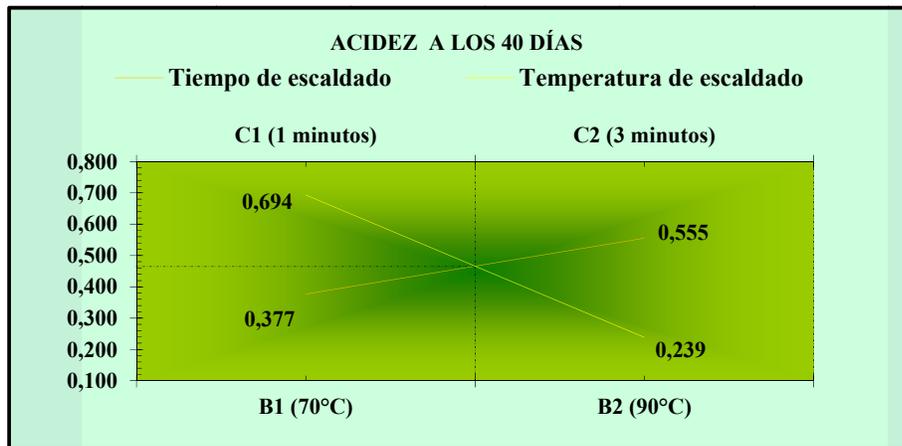
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y B se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), temperatura de escaldado (80 °C) y una acidez en el líquido de cobertura (0.46 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 32. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



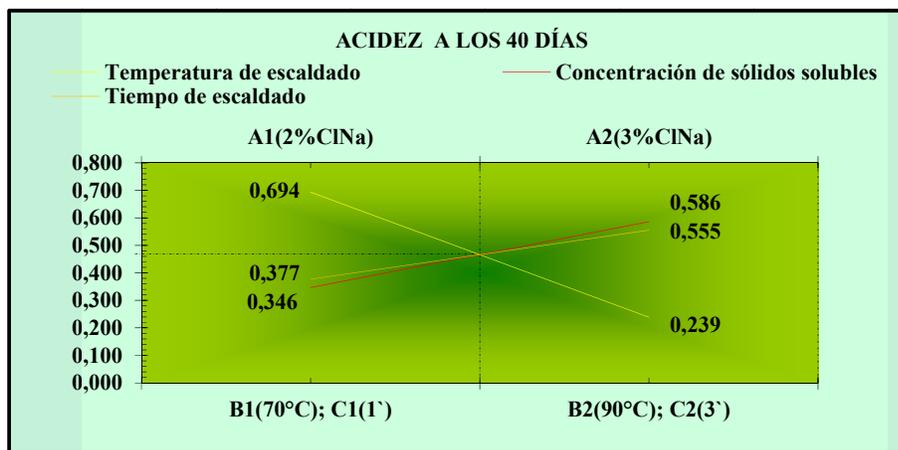
El gráfico muestra que la interacción entre los factores A y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2.5%), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.46 g. ácido oxálico/l).

Gráfico 33. Interacción entre el factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



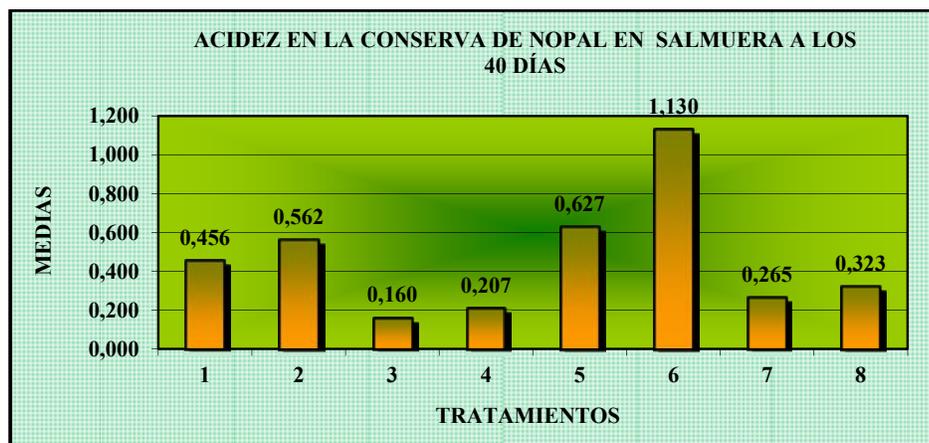
El gráfico indica que la interacción entre los factores B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.47 g. ácido oxálico/l)

Gráfico 34. Interacción entre el factor A (Concentración de sólidos solubles), factor B (Temperatura de escaldado) y el factor C (Tiempo de escaldado) en la variable acidez



El gráfico muestra que la interacción entre los factores B y C se efectúa bajo las siguientes condiciones: concentración de sólidos solubles (Salmuera al 2,5%), temperatura de escaldado (80 °C), tiempo de escaldado (2 minutos) y una acidez en el líquido de cobertura (0.47 g. ácido oxálico/l)

Gráfico 35. Evaluación estadística de la acidez



Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor acidez en el líquido de cobertura son T6 (3%/70 °C/3'), T5 (3%/70 °C/1') y T2 (2%/70 °C/3').

4.5 ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS CONSERVAS DE PENCA DE NOPAL

La evaluación de las variables no paramétricas se realizó con la prueba de Friedman al 1% y 5%. La fórmula de Friedman empleada fue la siguiente:

$$X^2 = \frac{12}{rt(t+1)} \sum R^2 - 3r(t+1)$$

Donde:

X^2 = Chi cuadrado

t = Tratamientos

R = Rangos

r = Número de degustadores

4.5.1 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN ALMIBAR (40 DÍAS)

4.5.1.1 RANGOS PARA EL COLOR DE PENCA DE NOPAL EN ALMÍBAR

Cuadro 71. Rangos para el color de penca de nopal en almíbar

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	33	32.5	39	27	31	37	46	42.5	288
ΣX ²	1089	1056.3	1521	729	961	1369	2116	1806.3	10647.5
X	4,13	4,06	4,88	3,38	3,88	4,63	5,75	5,31	36,00

FUENTE: Anexo (1).

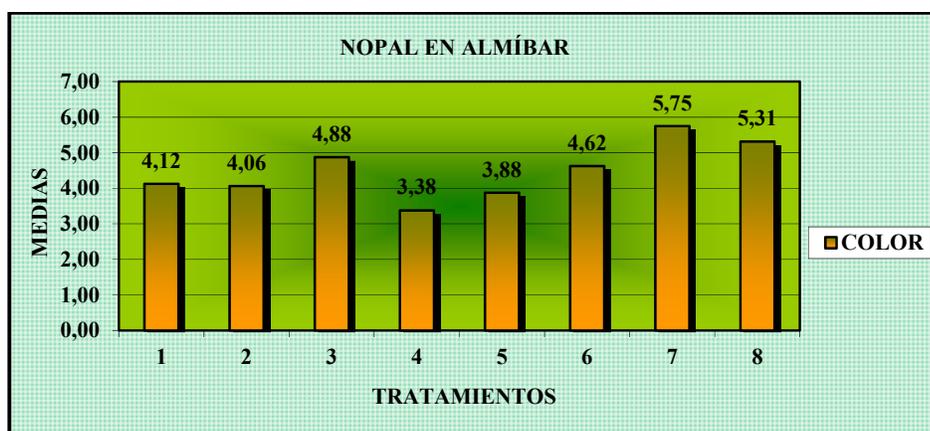
Cuadro 72. Prueba de Friedman para el color de penca de nopal en almíbar

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
COLOR	5.823	26.3	32	N.S.

NS: No significativo

La prueba de Friedman no muestra significación estadística para la variable color. Es decir, que los degustadores han encontrado el color de la penca de nopal igual en todos los tratamientos.

Gráfico 36. Rangos para el color de penca de nopal en almíbar



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable color, entre el panel degustador son **T7** (30 °B/90 °C/1'), **T8** (30 °B/90 °C/3') y **T3** (20 °B/90 °C/1').

4.5.1.2 RANGOS PARA EL OLOR DE PENCA DE NOPAL EN ALMÍBAR

Cuadro 73. Rangos para el olor de penca de nopal en almíbar

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	23.5	38	44.5	34	30.5	34	41.5	42	288
ΣX ²	552.3	1444	1980.3	1156	930.3	1156	1722.3	1764	10705
X	2,94	4,75	5,56	4,25	3,81	4,25	5,19	5,25	36,00

FUENTE: Anexo (2).

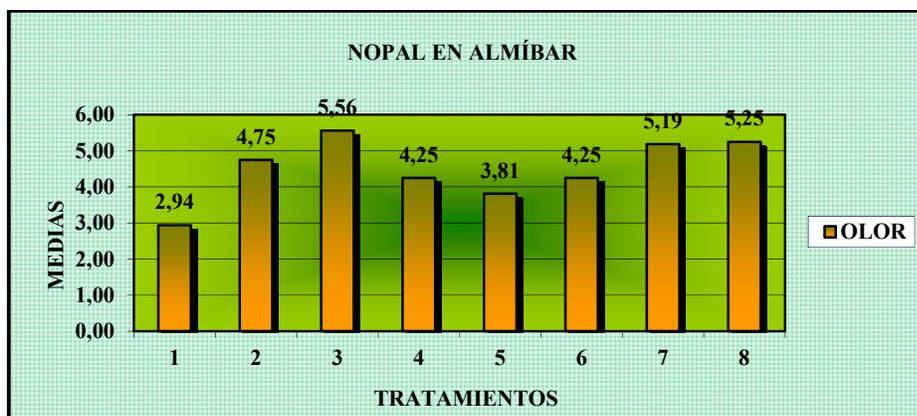
Cuadro 74. Prueba de Friedman para el olor penca de nopal en almíbar

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
OLOR	7.021	26.3	32	N.S.

NS: No significativo

No existe significación estadística para la variable olor según la prueba de Friedman, esto significa que los degustadores consideran a esta variable igual entre todos los tratamientos.

Gráfico 37. Rangos para el olor de penca de nopal en almíbar



El gráfico indica que los tratamientos con mayor aceptación para la variable olor, entre el panel degustador son **T3** (20 °B/90 °C/1'), **T8** (30 °B/90 °C/3') y **T7** (30 °B/90 °C/1').

4.5.1.3 RANGOS PARA EL SABOR DE PENCA DE NOPAL EN ALMÍBAR

Cuadro 75. Rangos para el sabor de penca de nopal en almíbar

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	29.5	30	31	24.5	44	41.5	44.5	43	288
ΣX ²	870.3	900	961	600.3	1936	1722.3	1980.3	1849	10819
X	3,69	3,75	3,88	3,06	5,50	5,19	5,56	5,38	36,00

FUENTE: Anexo (3).

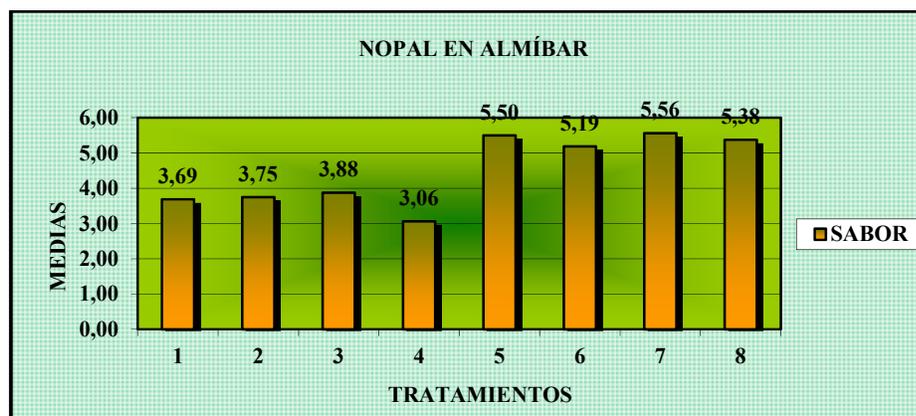
Cuadro 76. Prueba de Friedman para el sabor de penca de nopal en almíbar

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
SABOR	9.396	26.3	32	N.S.

NS: No significativo

La prueba de Friedman no muestra significación estadística para la variable sabor. Es decir, que los degustadores han encontrado el sabor de la penca de nopal igual en todos los tratamientos.

Gráfico 38. Rangos para el sabor de penca de nopal en almíbar



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable sabor, entre el panel degustador son T7 (30 °B/90 °C/1'), T5 (30 °B/70 °C/1') y T8 (30 °B/90 °C/3').

4.5.2 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CONSERVAS DE NOPAL EN SALMUERA (40 DÍAS)

4.5.2.1 RANGOS PARA EL COLOR DE PENCA DE NOPAL EN SALMUERA

Cuadro 77. Rangos para el color de penca de nopal en salmuera

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	44.5	43.5	45.5	31	30.5	31	28	34	288
ΣX ²	1980.3	1892.3	2070.3	961	930.3	961	784	1156	10735
X	5,56	5,44	5,69	3,88	3,81	3,88	3,50	4,25	36,00

FUENTE: Anexo (4).

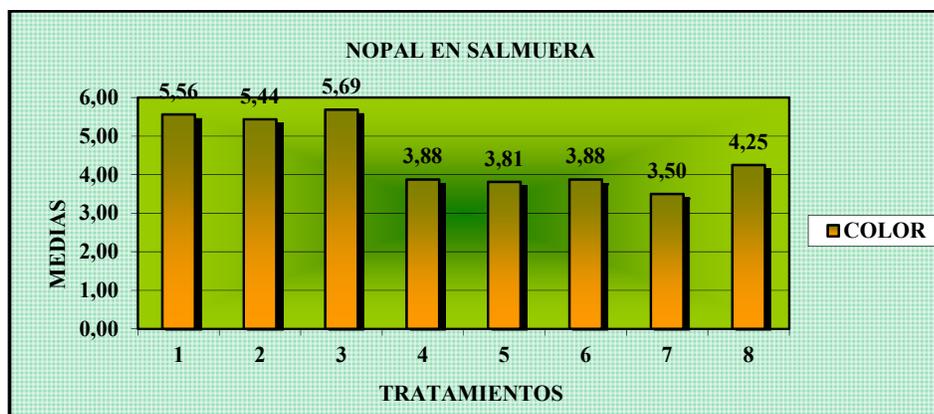
Cuadro 78. Prueba de Friedman para el color de penca de nopal en salmuera

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
COLOR	7.646	26.3	32	N.S.

NS: No significativo.

La prueba de Friedman no muestra significación estadística para la variable color. Es decir, que los degustadores han encontrado el color de penca de nopal igual en todos los tratamientos.

Gráfico 39. Rangos para el color de penca de nopal en salmuera



El gráfico muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable color, entre el panel degustador son T3 (2% /90 °C/1'), T1 (2% /70 °C/1') y T2 (2% /70 °C/3').

4.5.2.2 RANGOS PARA EL OLOR DE PENCA DE NOPAL EN SALMUERA

Cuadro 79. Rangos para el olor de penca de nopal en salmuera

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	32.5	38	39	25.5	36	40	47.5	29.5	288
ΣX ²	1056.3	1444	1521	650.3	1296	1600	2256.3	870.3	10694
X	4,06	4,75	4,88	3,19	4,50	5,00	5,94	3,69	36,00

FUENTE: Anexo (5)

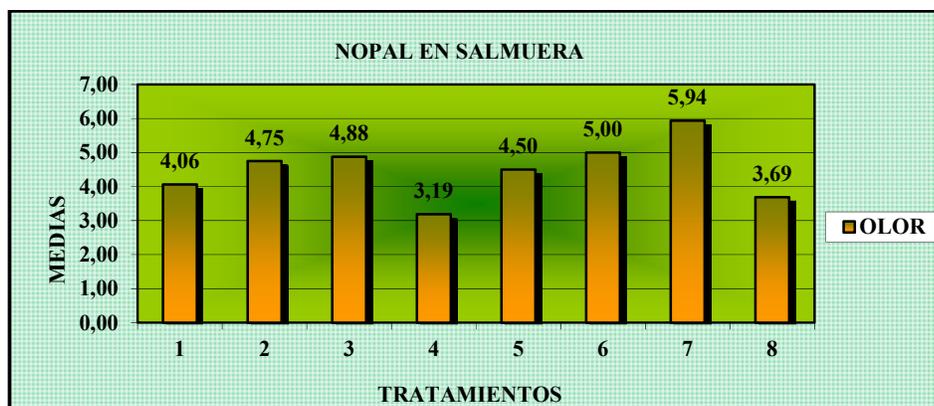
Cuadro 80. Prueba de Friedman para el olor de penca de nopal en salmuera

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
OLOR	6.792	26.3	32	N.S.

NS: No significativo.

La prueba de Friedman no muestra significación estadística para la variable olor. Es decir, que los degustadores han encontrado el olor de la penca de nopal igual en todos los tratamientos.

Gráfico 40. Rangos para el olor de penca de nopal en salmuera



El gráfico indica que los tratamientos con mayor aceptación para la variable olor, entre el panel degustador son **T7** (3% /90 °C/1'), **T6** (3% /70 °C/3') y **T3** (2% /90 °C/1').

4.5.2.3 RANGOS PARA EL SABOR DE PENCA DE NOPAL EN SALMUERA

Cuadro 81: Rangos para el sabor de penca de nopal en salmuera

DEGUSTADOR	MUESTRAS								Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ΣX	42	38.5	39.5	33	32	39.5	35.5	28	288
ΣX ²	1764	1482.3	1560.3	1089	1024	1560.3	1260.3	784	10524
X	5,25	4,81	4,94	4,13	4,00	4,94	4,44	3,50	36,00

FUENTE: Anexo (6).

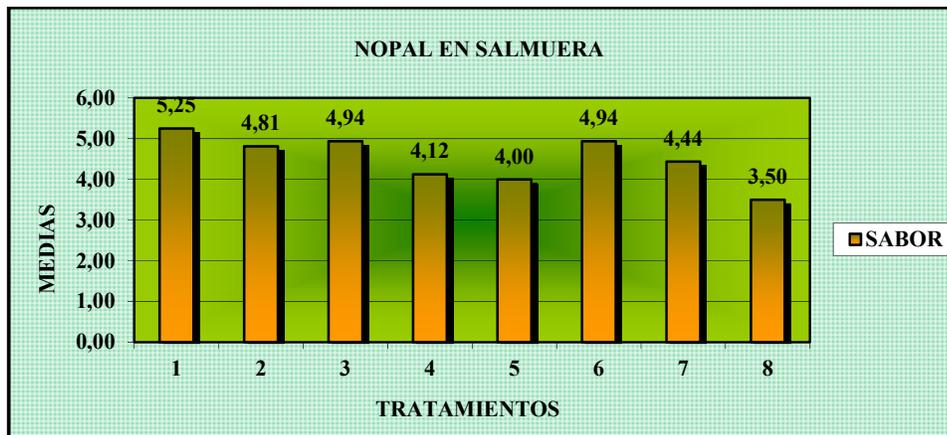
Cuadro 82: Prueba de Friedman para el sabor de penca de nopal en salmuera

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ²		SIGN.
		5%	1%	
SABOR	3.250	26.3	32	N.S.

NS: No significativo.

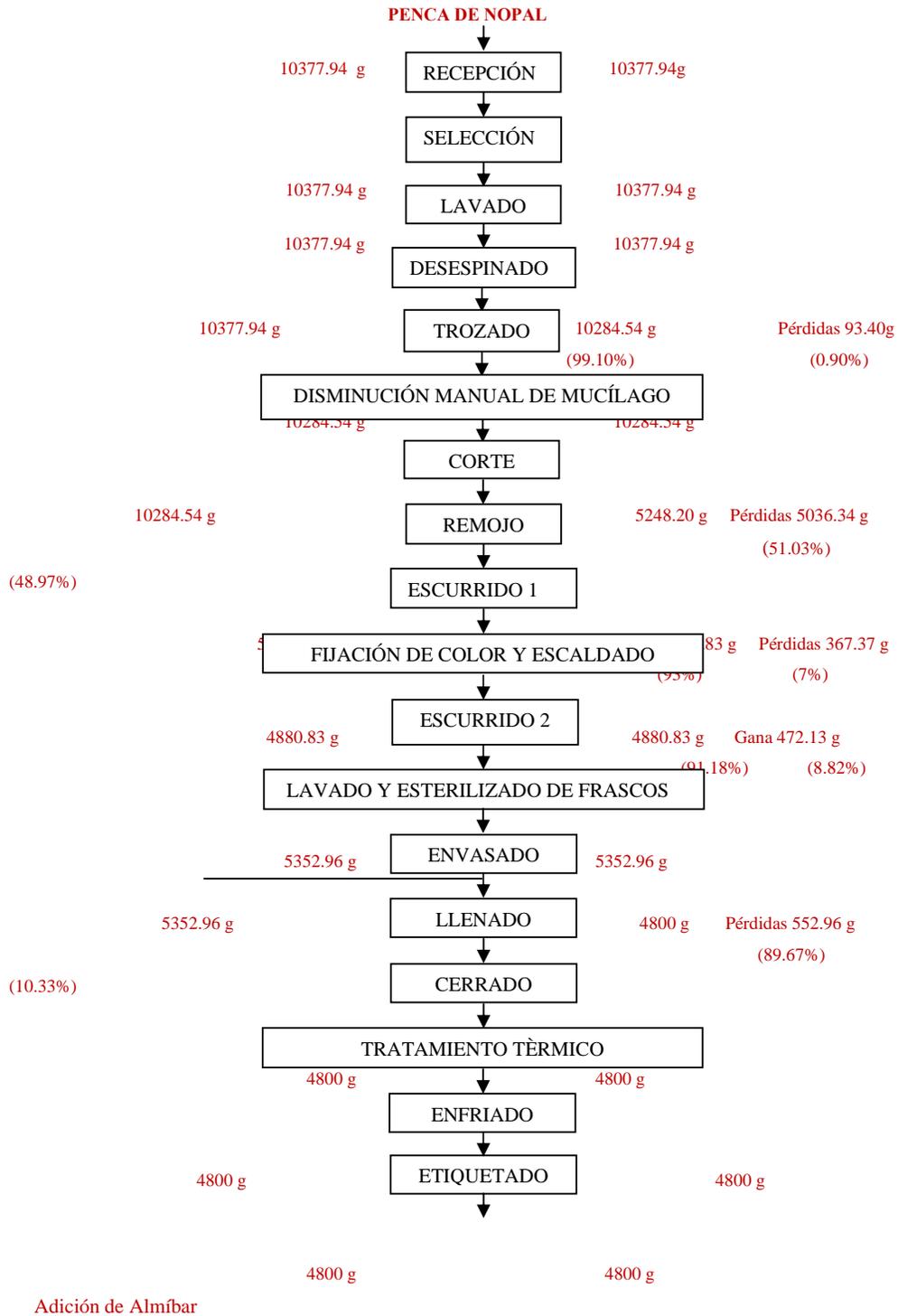
No existe significación estadística para la variable sabor según la prueba de Friedman, esto significa que el sabor de la penca de nopal ha sido encontrado igual entre los degustadores. Sin embargo, para optar por el mejor tratamiento se ha elegido el de mayor media.

Gráfico 41: Rangos para el sabor de penca de nopal en salmuera

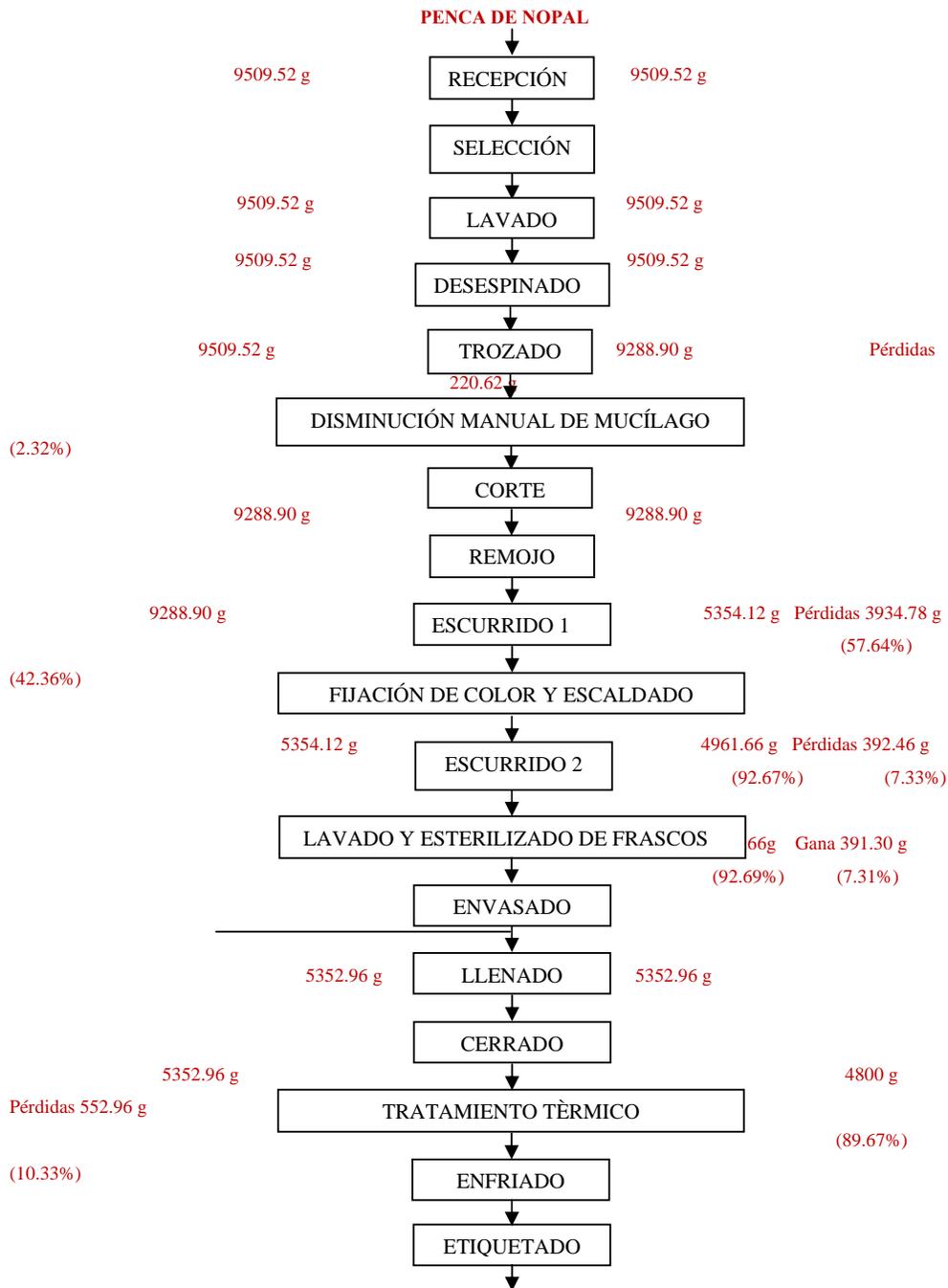


Al observar el gráfico nos muestra que los tratamientos con mayor aceptación para la variable olor, entre el panel degustador son **T1** (2% /70 °C/1'), **T3** (2% /90 °C/1') y **T6** (3% /70 °C/3').

4.6 BALANCE DE MATERIALES PARA ELABORAR CONSERVAS DE NOPAL EN ALMÍBAR



4.7 BALANCE DE MATERIALES PARA ELABORAR CONSERVAS DE NOPAL EN SALMUERA



		848g	757g	perde 97g
(11.43%)				
	757g		468g	perde 289g
(38.18 %)				
		468g	429,33g	perde 38.67g
(8.26%)				
		Agua fría		gana 168.77g
		(41.23%)		
		429.33g	598.1g	
		598.1g	250.66g	perde 347.44g
(58.09%)				
	Agua (90 °C)			250.66 g
(13.29%)				perde 33.33g
		250.66g	217.33g	perde 17.33 g (7.97%)
	200g			200g
		200 g	200g	
	Almíbar 30 Brix (90 °C)	200g	200g	
		200g	200g	