

ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola mill*) QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUI

Auroras: Alemán Alemán Amanda Lucia

Velásquez Obando Lisbeth Katerine

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Recibido 15 - 03- 2010

Aceptado 21 - 06 - 2011

Publicado 26 - 02 - 2014

Contenido

Título en Español

Título en Inglés

Nombre

Lugar de investigación

Análisis de laboratorio

Resumen

Abstract

Introducción

Materiales y Métodos

Resultados y Discusión

Conclusiones

Bibliografía

ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola mill*) QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ

Obtained from vinegar cherimoya (*Annona cherimola* Mill) that occurs in the Urcuquí

Autoras: Alemán Alemán Amanda Lucia

Velásquez Obando Lisbeth Katerine

RESUMEN

El vinagre es un líquido ácido apto para el consumo humano, que es producido exclusivamente a partir de materias primas que contengan almidones y/o azúcares, por un doble proceso de fermentación, alcohólica y acética.

El objetivo principal de la investigación fue obtener vinagre a partir de chirimoya (*Annona cherimola mill*) que se produce en la zona de Urcuquí, utilizando factores de estudio como: condición de la materia prima: chirimoya integral y pulpa de chirimoya, grado de madurez de la fruta: madura y sobre-madura, cepa de levadura: *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae sp*; durante los procesos de fermentación alcohólica y acética, el volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*), en la obtención de vinagre.

Se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A), con arreglo factorial AxBxC para el proceso de fermentación utilizando fruta de chirimoya integral y pulpa de chirimoya, madurez de la fruta madura, y sobre-madura y diferente cepa de levadura incorporada, *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae sp.*, según los factores A, B y C, dando 8 tratamientos. Mientras que, para el proceso de acidificación se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A), con arreglo factorial AxBxCxD, utilizando los tratamientos de los vinos, se establecieron 16 tratamientos, dando un total de 48 unidades experimentales, cuya unidad experimental en la fermentación fue 1,5 kg tanto para fruta madura y sobre-madura y para acidificación de un litro de mosto. Las variables estudiadas para determinar la condición de la fruta: madura y sobre-madura en la materia prima se consideró la experiencia del productor de chirimoya: en la elección de la fruta, tiempo de maduración, además mediante los análisis realizados de pH, sólidos solubles (°Brix), índice de madurez.

Durante el proceso de fermentación alcohólica y acética, se evaluó el pH, sólidos solubles (°Brix), alcohol etílico y acidez. Para el producto terminado se evaluaron pH, °Brix, acidez total, alcohol etílico, turbidez, densidad y rendimiento al mejor tratamiento, que fueron comparados con los requisitos de vinagres según la norma Inen.

Vinagre requisitos NTE INEN 2 296:2003. Así mismo, se realizó un análisis sensorial utilizando diez personas como degustadores, cuyas variables fueron: aspecto, olor, sabor, color y aceptabilidad.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que todos los tratamientos son similares, sin embargo mediante medias se estableció que tanto en el análisis cuantitativo y cualitativo el mejor tratamiento fue el T8. Los tratamientos que se ajustaron según las normas establecidas fueron los tratamientos T1, T7 y el T8.

ABSTRACT

Vinegar is an acidic liquid suitable for human consumption, which is produced exclusively from raw materials containing starch and / or sugars, by a double fermentation, alcoholic and acetic.

The main objective of the research was obtained from vinegar cherimoya (*Annona cherimola*, Mill) that occurs in the Urcuquí study using factors such as raw material condition: comprehensive cherimoya pulp, maturity of Fruit: over-mature and mature yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces cerevisiae* uvarum sp; during the processes of alcoholic and acetic fermentation, the volume of inoculum: vinegar initiator (wort containing the bacterium *Acetobacter aceti*), in obtaining vinegar.

We used a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement AxBxC for the fermentation process using comprehensive cherimoya fruit custard apple pulp, fruit maturity mature and over-mature and incorporated different yeast strain, *Saccharomyces cerevisiae* uvarum sp and *Saccharomyces cerevisiae*. According to factors A, B and C, giving 8 treatments. While for the acidification process used a completely randomized design (CRD) with factorial arrangement AxBxCxD using wine treatments, 16 treatments were established, giving a total of 48 experimental units, the experimental unit in the fermentation 1,5 kg was both over-ripe fruit and mature and one liter of wort acidification. The variables studied to determine the condition of the fruit: over-mature and mature in the raw material is considered cherimoya producer experience: the selection of the fruit ripening time, and by the analyzes of pH, soluble solids (°Brix), and maturity index.

During alcoholic and acetic fermentation, the pH was assessed, soluble solids (°Brix), ethyl alcohol and acidity. For the finished product were evaluated pH, ° °Brix, total acidity, ethyl alcohol, turbidity, density, and performance improved treatment, which were compared with the requirements according to the standard vinegars NTE INEN 2 296:2003. Likewise, sensory analysis was performed using ten people as tasters, whose variables were: appearance, odor, taste, color and acceptability.

The results obtained allowed to establish that all treatments are similar, however using mean it was established that both the quantitative and qualitative analysis the best treatment was the T8. The treatments were adjusted according to the rules were the treatments T1, T7 and T8.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima e insumos

- ✓ Chirimoya madura y sobre madura
- ✓ Azúcar
- ✓ Levadura
- ✓ Inóculo o vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*).

Equipos

- ✓ pH-metro
- ✓ Turbidímetro
- ✓ Refractómetro
- ✓ Densímetro
- ✓ Penetrómetro
- ✓ Bomba para traspaso de fluidos
- ✓ Equipo de oxigenación
- ✓ Equipo de fermentación alcohólica
- ✓ Equipo de fermentación acética

Materiales.

- ✓ Cocineta
- ✓ Envases de acero inoxidable, plástico y vidrio
- ✓ Botellas de plástico con tapa
- ✓ Algodón, embudo
- ✓ Licuadora
- ✓ Balanza
- ✓ Agitador

- ✓ Filtros
- ✓ Cuchillo
- ✓ Lienzo
- ✓ Vasos de precipitación y probetas
- ✓ Mangueras y tubos plástico

METODOLOGÍA

Materia prima

Se analizó el contenido de sólidos solubles, pH y el grado de madurez de la chirimoya (*Annona cherimola* mil) madura y sobre-madura durante los ocho días de almacenamiento.

La investigación y los análisis se realizaron en el Laboratorio de azúcares de la escuela de Agroindustrias, los análisis de laboratorio del producto terminado se realizó en el laboratorio Físico-Químico y Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte, de la ciudad de Ibarra, Ecuador.

Métodos Analíticos

La chirimoya fue extraída la pulpa, luego licuada con 200ml de agua para obtener un pulpa homogénea, seguido se tomó un litro de pulpa y se disolvió en 2.5 litros de agua para la obtención del mosto, al cual se le agregó 700 gramos de azúcar y 3,5 gramos de levadura para la elaboración del mosto alcohólico. Para la obtención del vinagre se agregó al mosto alcohólico 100ml de vinagre iniciador.

Análisis estadístico

Diseño Experimental para el vino

Para la primera fase de este estudio se realizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial $A \times B \times C$, donde con tres repeticiones y ocho tratamientos.

Diseño Experimental para el vinagre

Para la segunda fase de este estudio se realizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial $A \times B \times C \times D$, con tres repeticiones y dieciséis tratamientos.

Análisis Funcional

Condición de la Materia Prima, Grado de madurez, Cepa de levaduras y Volumen de Inoculo (vinagre iniciador *Acetobacter aceti*), se calculó el coeficiente de variación (CV); en los casos en los que se detectaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, DMS para factores y se realizaron pruebas de evaluación cualitativa de las variables: color, olor, sabor, aceptabilidad, en el producto procesado, mediante la fórmula de Friedman.

Resultados y discusión

En los cuadros siguientes se presentan los resultados analizados en la elaboración de vinagre de chirimoya (*Annona cherimola mill*) que se produce en la zona de Urcuquí.

VARIABLES EVALUADAS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS.

Tabla 1. Análisis químico de la chirimoya.

Parámetro analizado (en porción comestible)	Unidad	Resultado		Método de ensayo
		Madura	Sobre-madura	
Contenido acuoso	%	76,54	76,35	AOAC 925.10
Fibra	%	1.80	1,60	AOAC 985.29
Densidad aparente (pulpa)	-----	1,109	1,094	AOAC 932.14C
Carbohidratos totales	%	21,52	19,40	Calculo

Pruebas físicas de la chirimoya

Tabla 2. Pruebas físicas de la chirimoya.

PARAMETRO	Unidad	MADURA	SOBRE-MADURA
Diámetro	cm	7,59	7,54
Peso	g	355,67	355,34
Volumen	ml	119,43	117,54

4.2 GRADO DE MADUREZ.

Tabla 3. Parámetros analizados durante los ocho días a partir de su cosecha

Parámetros Analizados									
Día	pH			°Brix			Índice de penetración (kg/cm ²)		
	FR	M	SM	FR	M	SM	FR	M	SM
1	3,89			10,50			4,00		
2	3,96			11,70			3,50		
3	4,64			11,90			3,25		
4	4,78			12,40			2,80		
5		4,86			13,50			1,75	
6		4,96			13,90			1,25	
7			5,65			14,30			0,75
8			5,79			14,80			0,25

Gráfico 1. Comportamiento del pH durante los ocho días a partir de su cosecha.

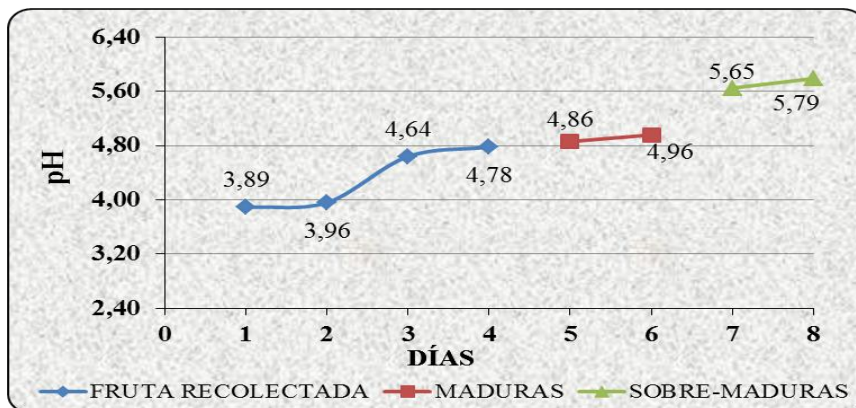


Gráfico 2. Comportamiento del contenido de sólidos solubles durante los ocho días a partir de su cosecha.

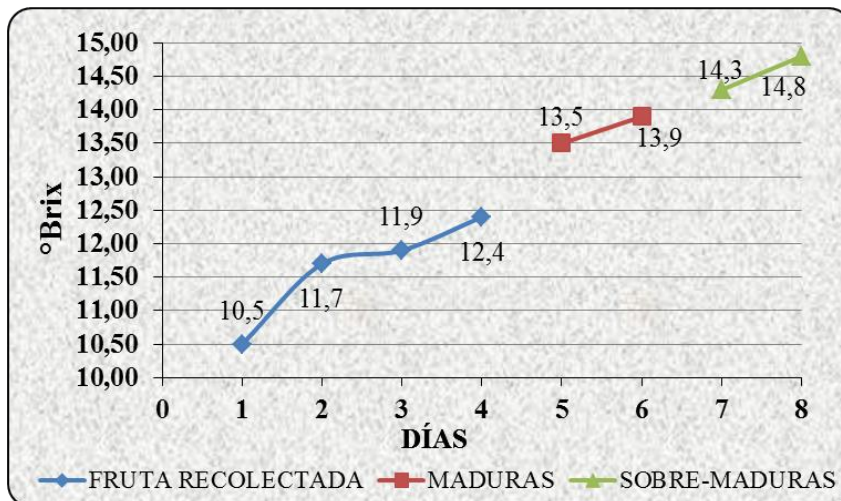
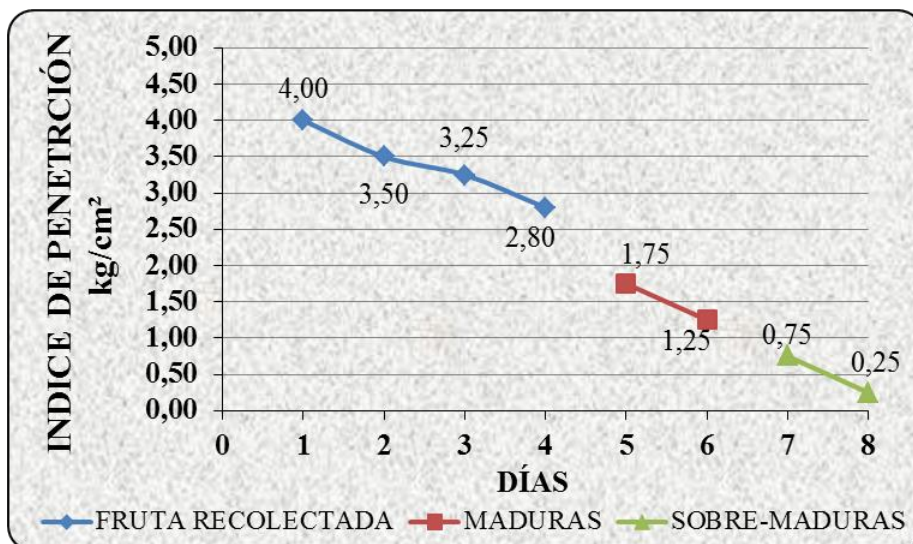


Gráfico 3. Comportamiento del índice de penetración durante los ocho días de almacenamiento.



4.3 EL VINO

4.3.1 Determinación del grado alcohólico a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.

Tabla 4. Análisis de varianza para el grado alcohólico a los cuatro días del proceso de elaboración del vino

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	1,1996				
Tratamientos	7	0,1063	0,0152	0,2221 ^{NS}	4,0300	2,660
FA (Condición materia prima)	1	0,0038	0,0038	0,0549 ^{NS}	8,5300	4,490
FB (Grado de madurez)	1	0,0704	0,0704	1,0305 ^{NS}	8,5300	4,490
FC (Cepa de levaduras)	1	0,0104	0,0104	0,1524 ^{NS}	8,5300	4,490
I (AxB)	1	0,0104	0,0104	0,1524 ^{NS}	8,5300	4,490
I (AxC)	1	0,0004	0,0004	0,0061 ^{NS}	8,5300	4,490
I (BxC)	1	0,0004	0,0004	0,0061 ^{NS}	8,5300	4,490
I (AxBxC)	1	0,0104	0,0104	0,1524 ^{NS}	8,5300	4,490
ERROR EXP.	16	1,0933	0,0683			

CV= 4,2534%

4.3.2 Determinación del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.

Tabla 5. Análisis de sólidos solubles (°Brix) a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	3,080				
Tratamientos	7	1,353	0,193	1,791 ^{NS}	4,030	2,660
FA (Condición materia prima)	1	0,094	0,094	0,869 ^{NS}	8,530	4,490
FB (Grado de madurez)	1	0,094	0,094	0,869 ^{NS}	8,530	4,490
FC (Cepa de levaduras)	1	0,304	0,304	2,815 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxB)	1	0,454	0,454	4,205 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxC)	1	0,094	0,094	0,869 ^{NS}	8,530	4,490
I (BxC)	1	0,304	0,304	2,815 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxBxC)	1	0,010	0,010	0,097 ^{NS}	8,530	4,490
ERROR EXP.	16	1,727	0,108			

CV= 2,402%

4.3.3 Determinación del pH a los 4 días durante el proceso de elaboración del vino.

Tabla 6. Análisis de pH a los cuatro días del proceso de elaboración del vino.

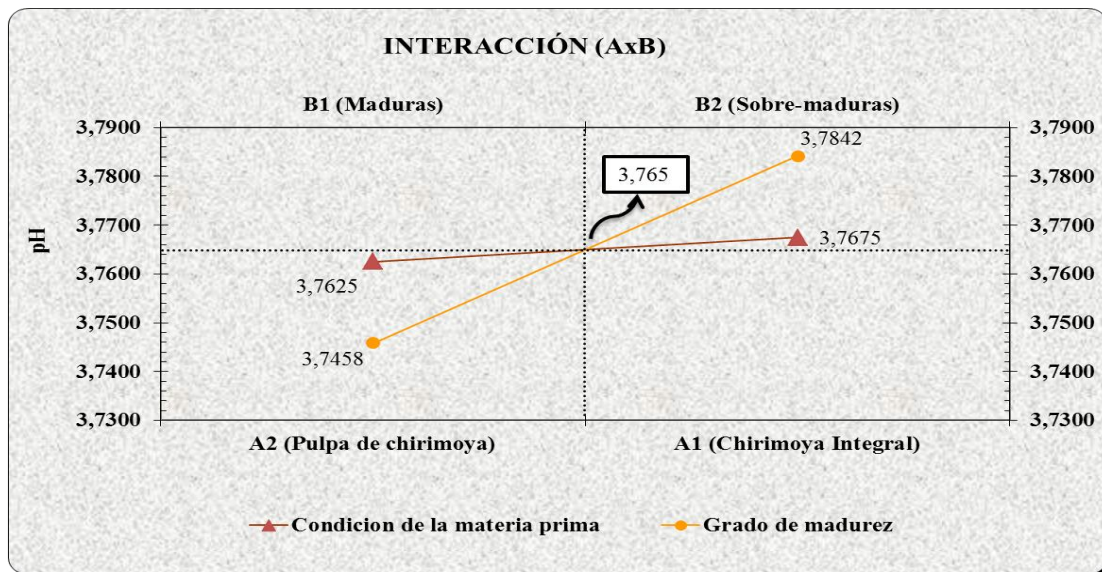
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,055				
Tratamientos	7	0,028	0,004	2,440 ^{NS}	4,030	2,660
FA (Condición materia prima)	1	0,000	0,000	0,090 ^{NS}	8,530	4,490
FB (Grado de madurez)	1	0,009	0,009	5,303 [*]	8,530	4,490
FC (Cepa de levaduras)	1	0,000	0,000	0,040 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxB)	1	0,013	0,013	7,860 [*]	8,530	4,490
I (AxC)	1	0,000	0,000	0,090 ^{NS}	8,530	4,490
I (BxC)	1	0,004	0,004	2,256 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxBxC)	1	0,002	0,002	1,444 ^{NS}	8,530	4,490
ERROR EXP.	16	0,027	0,002			

CV= 1,083%

Tabla 7. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	3,784	a
B1	3,746	b

Gráfico 4. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable pH para el vino.



4.3.4 Determinación del grado alcohólico en el vino a los 8 días.

Tabla 8. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los ocho días en el vino.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	7,0000				
Tratamientos	7	1,8333	0,2619	0,8111 ^{NS}	4,0300	2,6600
FA (Condición materia prima)	1	0,0417	0,0417	0,1290 ^{NS}	8,5300	4,4900
FB (Grado de madurez)	1	0,0417	0,0417	0,1290 ^{NS}	8,5300	4,4900
FC (Cepa de levaduras)	1	0,3750	0,3750	1,1613 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxB)	1	0,0000	0,0000	0,0000 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxC)	1	0,1667	0,1667	0,5161 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (BxC)	1	0,1667	0,1667	0,5161 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxBxC)	1	1,0417	1,0417	3,2258 ^{NS}	8,5300	4,4900
ERROR EXP.	16	5,1667	0,3229			

CV= 5,1660%

4.3.5 Determinación de sólidos solubles (°Brix) en el vino a los 8 días.

Tabla 9. Análisis de varianza para sólidos solubles (°Brix) a los ocho días en vino.

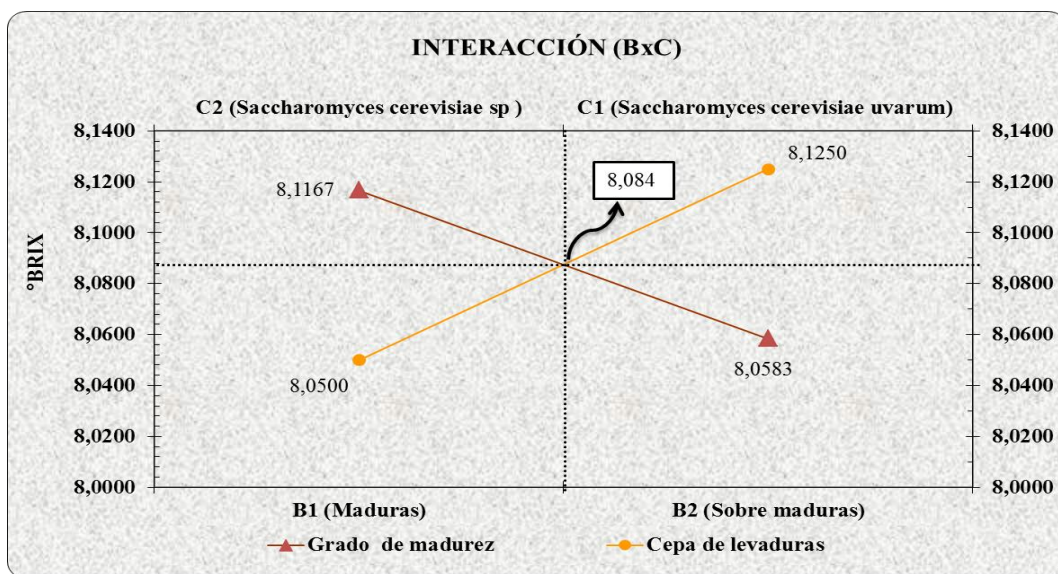
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	3,2862				
Tratamientos	7	1,6796	0,2399	2,3894 ^{NS}	4,0300	2,6600
FA (Condición materia prima)	1	0,6337	0,6337	6,3112 [*]	8,5300	4,4900
FB (Grado de madurez)	1	0,0204	0,0204	0,2033 ^{NS}	8,5300	4,4900
FC (Cepa de levaduras)	1	0,0337	0,0337	0,3361 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxB)	1	0,4004	0,4004	3,9876 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxC)	1	0,0004	0,0004	0,0041 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (BxC)	1	0,5704	0,5704	5,6805 [*]	8,5300	4,4900
I (AxBxC)	1	0,0204	0,0204	0,2033 ^{NS}	8,5300	4,4900
ERROR EXP.	16	1,6067	0,1004			

CV= 3,9182%

Tabla 10. Prueba de DMS para factor A (Condición de la materia prima)

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A1	8,2500	a
A2	7,9250	b

Gráfico 5. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable °Brix para el vino.



4.3.6 Determinación del pH en el vino a los 8 días.

Tabla 11. Análisis de la varianza para el pH en el vino a los ocho días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,122				
Tratamientos	7	0,061	0,009	2,336 ^{NS}	4,030	2,660
FA (Condición materia prima)	1	0,001	0,001	0,359 ^{NS}	8,530	4,490
FB (Grado de madurez)	1	0,037	0,037	9,796 ^{**}	8,530	4,490
FC (Cepa de levaduras)	1	0,002	0,002	0,537 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxB)	1	0,001	0,001	0,160 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxC)	1	0,000	0,000	0,000 ^{NS}	8,530	4,490
I (BxC)	1	0,007	0,007	1,774 ^{NS}	8,530	4,490
I (AxBxC)	1	0,014	0,014	3,729 ^{NS}	8,530	4,490
ERROR EXP.	16	0,060	0,004			

CV= 1,703%

Tabla 12. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B2	3,639	a
B1	3,561	b

4.3.7 Determinación de la acidez en el vino a los 8 días.

Tabla 13. Análisis de la varianza para la acidez en el vino a los ocho días

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	23	0,0219				
Tratamientos	7	0,0072	0,0010	1,1214 ^{NS}	4,0300	2,6600
FA (Condición materia prima)	1	0,0005	0,0005	0,5500 ^{NS}	8,5300	4,4900
FB (Grado de madurez)	1	0,0040	0,0040	4,3682 ^{NS}	8,5300	4,4900
FC (Cepa de levaduras)	1	0,0000	0,0000	0,0045 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxB)	1	0,0003	0,0003	0,3682 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxC)	1	0,0001	0,0001	0,1136 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (BxC)	1	0,0022	0,0022	2,4045 ^{NS}	8,5300	4,4900
I (AxBxC)	1	0,0000	0,0000	0,0409 ^{NS}	8,5300	4,4900
ERROR EXP.	16	0,0147	0,0009			

CV= 1,1474%

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE VINAGRE

4.4.1 Determinación del grado alcohólico a los 8 días de la elaboración del vinagre.

Tabla 14. Análisis de la varianza para el grado alcohólico (%) a los 8 días de la elaboración del vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	20,250				
Tratamientos	15	9,417	0,628	1,854 ^{NS}	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	1,333	1,333	3,938 ^{NS}	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,083	0,083	0,246 ^{NS}	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,521	0,521	1,538 ^{NS}	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,021	0,021	0,062 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxB)	1	1,333	1,333	3,938 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,521	0,521	1,538 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,188	0,188	0,554 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxC)	1	1,021	1,021	3,015 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,021	0,021	0,062 ^{NS}	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,750	0,750	2,215 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	1,021	1,021	3,015 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,187	0,187	0,554 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	1,333	1,333	3,938 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,750	0,750	2,215 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,333	0,333	0,985 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	10,833	0,339			

CV= 11,935%

4.4.2 Determinación de los sólidos solubles (°Brix) a los 8 días de la elaboración de vinagre.

Tabla 15. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 8 días de la elaboración del vinagre.

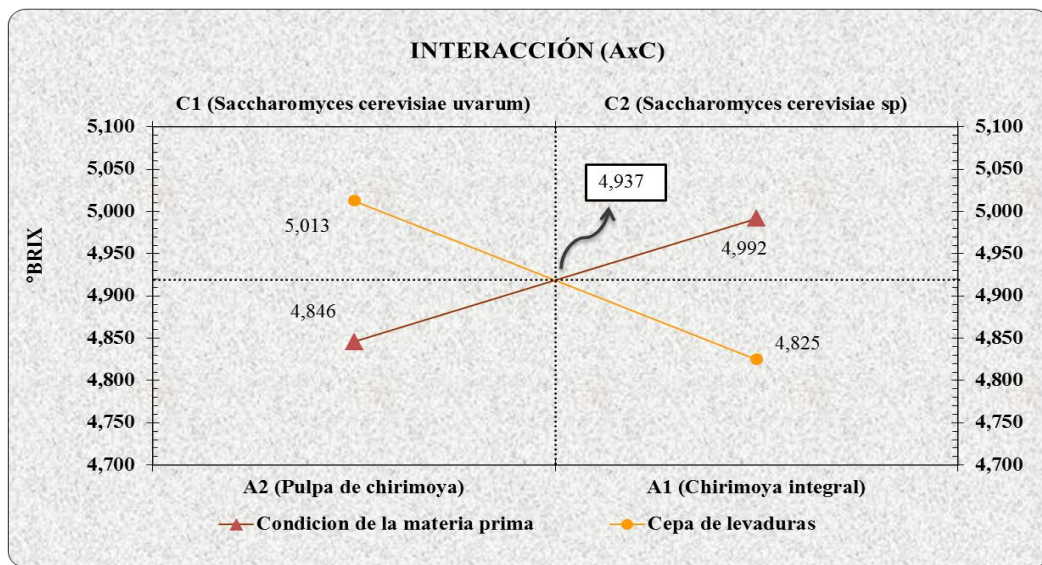
F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	4,6731				
Tratamientos	15	2,0798	0,1387	1,7109 ^{NS}	2,6200	1,9700
FA (Condición materia prima)	1	0,2552	0,2552	3,1491 ^{NS}	7,5000	4,1500
FB (Grado de madurez)	1	0,1519	0,1519	1,8740 ^{NS}	7,5000	4,1500
FC (Cepa de levaduras)	1	0,4219	0,4219	5,2057 [*]	7,5000	4,1500
FD (Volumen de inóculo)	1	0,0102	0,0102	0,1260 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxB)	1	0,2269	0,2269	2,7995 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxC)	1	0,5419	0,5419	6,6864 [*]	7,5000	4,1500
I (AxD)	1	0,0752	0,0752	0,9280 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (BxC)	1	0,1102	0,1102	1,3599 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (BxD)	1	0,1519	0,1519	1,8740 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (CxD)	1	0,0169	0,0169	0,2082 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxBxC)	1	0,0002	0,0002	0,0026 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxBxD)	1	0,0169	0,0169	0,2082 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxCxD)	1	0,0002	0,0002	0,0026 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (BxCxD)	1	0,0752	0,0752	0,9280 ^{NS}	7,5000	4,1500
I (AxBxCxD)	1	0,0252	0,0252	0,3111 ^{NS}	7,5000	4,1500
ERROR EXP.	32	2,5933	0,0810			

CV= 5,7876%

Tabla 16. Prueba DMS para el factor C (cepa de levaduras).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C1	5,013	a
C2	4,825	b

Gráfico 6. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) al inicio de la elaboración del vinagre.



4.4.3 Determinación del pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.

Tabla 17. Análisis de la varianza para el pH a los 8 días para la elaboración del vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	0,409				
Tratamientos	15	0,285	0,019	4,913 **	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,200	0,200	51,778 **	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,002	0,002	0,623 ^{NS}	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,049	0,049	12,778 **	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,001	0,001	0,364 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxB)	1	0,008	0,008	1,940 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,000	0,000	0,034 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,000	0,000	0,078 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxC)	1	0,000	0,000	0,078 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,001	0,001	0,138 ^{NS}	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,002	0,002	0,552 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	0,002	0,002	0,485 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,000	0,000	0,054 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	0,014	0,014	3,623 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,004	0,004	0,950 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,001	0,001	0,216 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,124	0,004			

CV= 2,272%

Tabla 18. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T11	A1B2C2D1	2,863	a
T12	A1B2C2D2	2,863	a
T15	A2B2C2D1	2,843	a
T9	A1B1C2D1	2,783	a
T10	A1B1C2D2	2,773	a
T16	A2B2C2D2	2,770	a
T14	A2B1C2D2	2,767	a
T13	A2B1C2D1	2,747	a
T8	A2B2C1D2	2,727	a
T4	A1B2C1D2	2,720	a
T7	A2B2C1D1	2,697	a
T1	A1B1C1D1	2,670	b
T3	A1B2C1D1	2,667	b
T5	A2B1C1D1	2,667	b
T6	A2B1C1D2	2,620	c
T2	A1B1C1D2	2,610	c

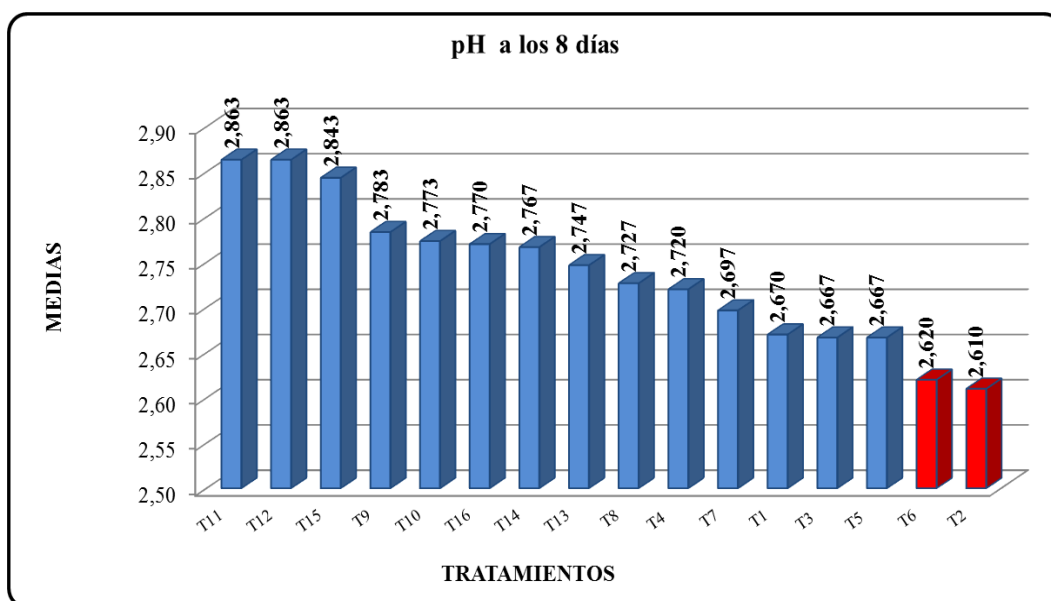
Tabla 19. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A2	2,801	a
A1	2,672	b

Tabla 20. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C2	2,769	a
C1	2,705	b

Gráfico 7. Comportamiento de las medias del contenido de pH a los 8 días



4.4.4 Determinación de la acidez a los 8 días.

Tabla 21. Análisis de la varianza para la acidez a los 8 días para el vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	4,708				
Tratamientos	15	4,005	0,267	12,143 **	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,711	0,711	32,318 **	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	1,074	1,074	48,850 **	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,090	0,090	4,100 ^{NS}	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,108	0,108	4,926 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxB)	1	1,519	1,519	69,109 **	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,019	0,019	0,873 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,116	0,116	5,278 *	7,500	4,150
I (BxC)	1	0,003	0,003	0,137 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,082	0,082	3,715 ^{NS}	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,094	0,094	4,259 *	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	0,042	0,042	1,911 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,042	0,042	1,911 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	0,019	0,019	0,873 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,082	0,082	3,715 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,004	0,004	0,167 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,704	0,022			

CV= 4,664%

Tabla 22. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T12	A1B2C2D2	3,743	a
T10	A1B1C2D2	3,730	a
T9	A1B1C2D1	3,530	a
T11	A1B2C2D1	3,510	a
T7	A2B2C1D1	3,247	b
T2	A1B1C1D2	3,213	b
T14	A2B1C2D2	3,160	b
T6	A2B1C1D2	3,153	b
T5	A2B1C1D1	3,070	b
T1	A1B1C1D1	3,047	c
T4	A1B2C1D2	2,983	c
T16	A2B2C2D2	2,957	c
T15	A2B2C2D1	2,900	c
T13	A2B1C2D1	2,877	c
T3	A1B2C1D1	2,873	c
T8	A2B2C1D2	2,873	c

Tabla 23. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A1	3,301	a
A2	3,058	b

Tabla 24. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
B1	3,329	a
B2	3,030	b

Tabla 25. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
D1	3,227	a
D2	3,132	b

Gráfico 8. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable acidez a los 8 días.

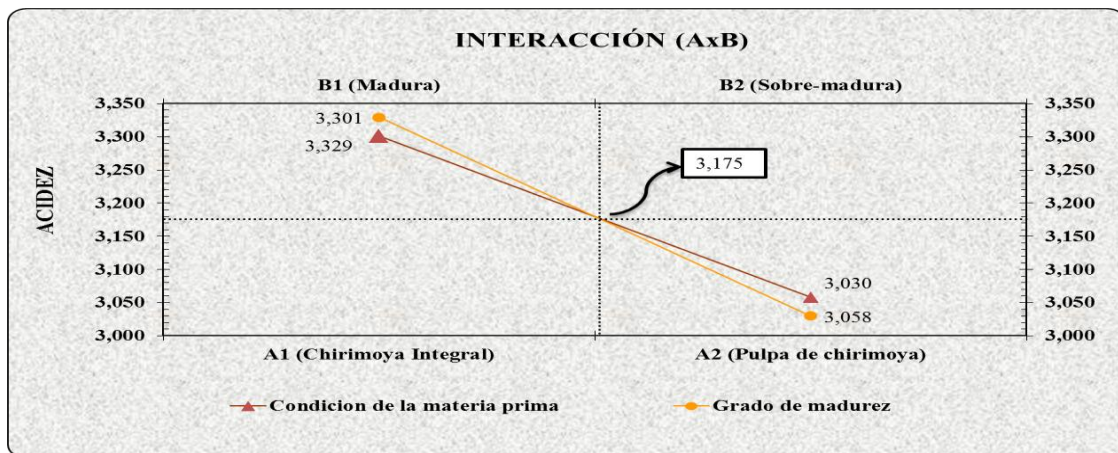


Gráfico 9. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (mosto que contiene la bacteria *Acetobacter aceti*)) en la variable acidez a los 8 días.

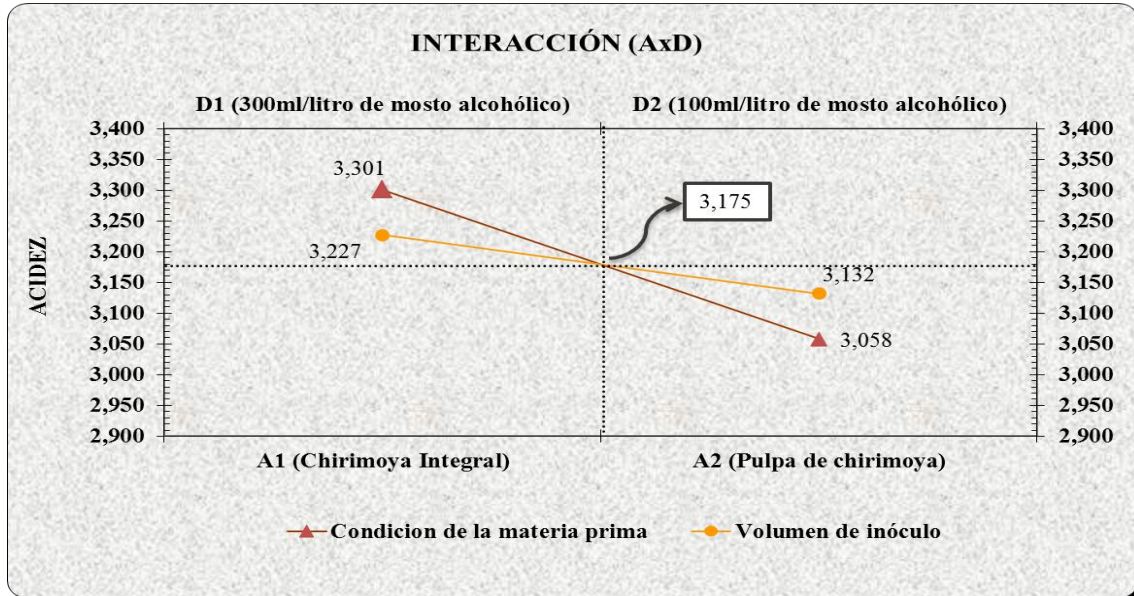


Gráfico 10. Interacción de los factores C (Cepa de levadura) y D (Volumen de inóculo (Mosto que contiene la bacteria *Acetobacter aceti*)) en la variable acidez a los 8 días.

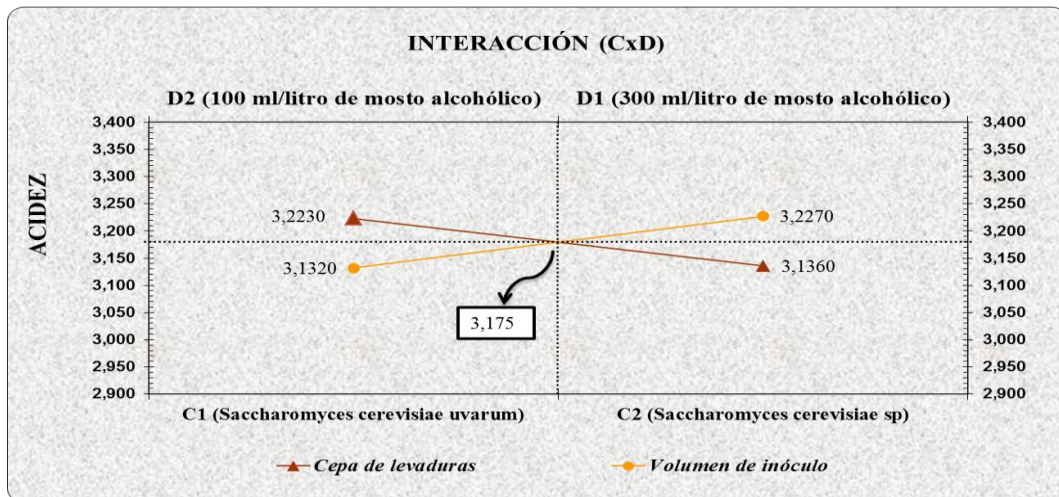
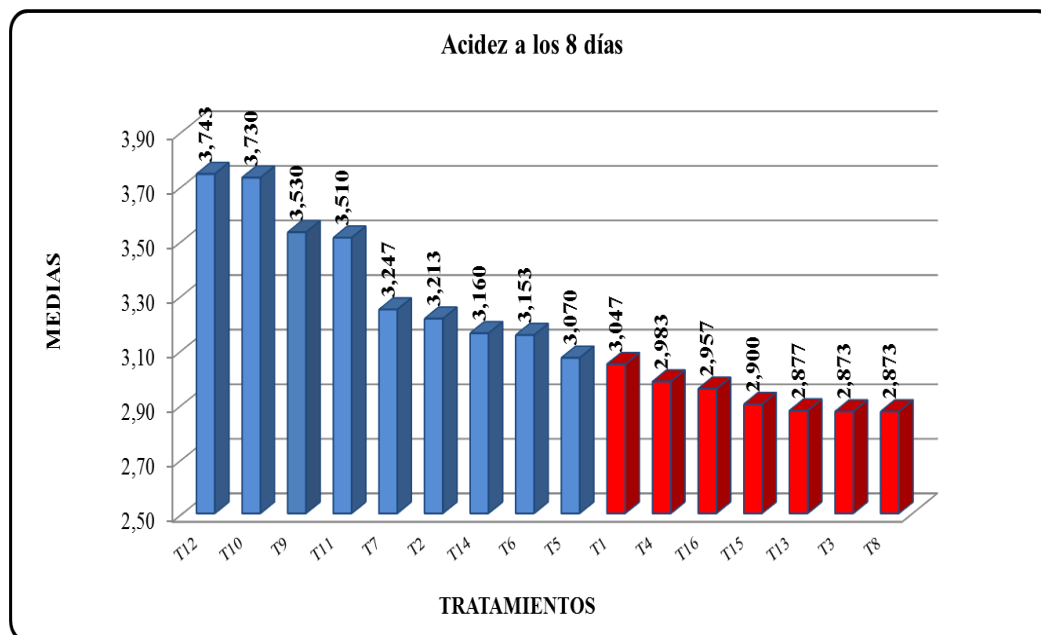


Gráfico 11. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 8 días



4.4.5 Determinación de grado alcohólico a los 18 días.

Tabla 26. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 18 días para el vinagre.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	0,899				
Tratamientos	15	0,748	0,050	10,524 ^{**}	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,514	0,514	108,440 ^{**}	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,088	0,088	18,577 ^{**}	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,000	0,000	0,025 ^{NS}	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,024	0,024	4,989 [*]	7,500	4,150
I (AxB)	1	0,041	0,041	8,561 ^{**}	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,015	0,015	3,216 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,002	0,002	0,357 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxC)	1	0,028	0,028	5,868 [*]	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,003	0,003	0,619 ^{NS}	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,004	0,004	0,832 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	0,000	0,000	0,025 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,005	0,005	0,951 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	0,006	0,006	1,355 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,019	0,019	3,928 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,001	0,001	0,120 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,152	0,005			

CV= 2,651%

Tabla 27. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T12	A1B2C2D2	2,835	a
T9	A1B1C2D1	2,795	a
T10	A1B1C2D2	2,760	a
T16	A2B2C2D2	2,700	a
T11	A1B2C2D1	2,695	a
T15	A2B2C2D1	2,645	b
T14	A2B1C2D2	2,615	b
T2	A1B1C1D2	2,565	b
T13	A2B1C2D1	2,550	b
T1	A1B1C1D1	2,525	b
T4	A1B2C1D2	2,515	b
T7	A2B2C1D1	2,505	b
T6	A2B1C1D2	2,490	b
T8	A2B2C1D2	2,465	c
T5	A2B1C1D1	2,455	c
T3	A1B2C1D1	2,420	c

Tabla 28. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
A2	2,699	a
A1	2,493	b

Tabla 29. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
B1	2,639	a
B2	2,553	b

Tabla 30. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)).

FACTORES	MEDIAS	RANGOS
D2	2,618	a
D1	2,574	b

Gráfico 12. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la variable grado alcohólico 18 días.

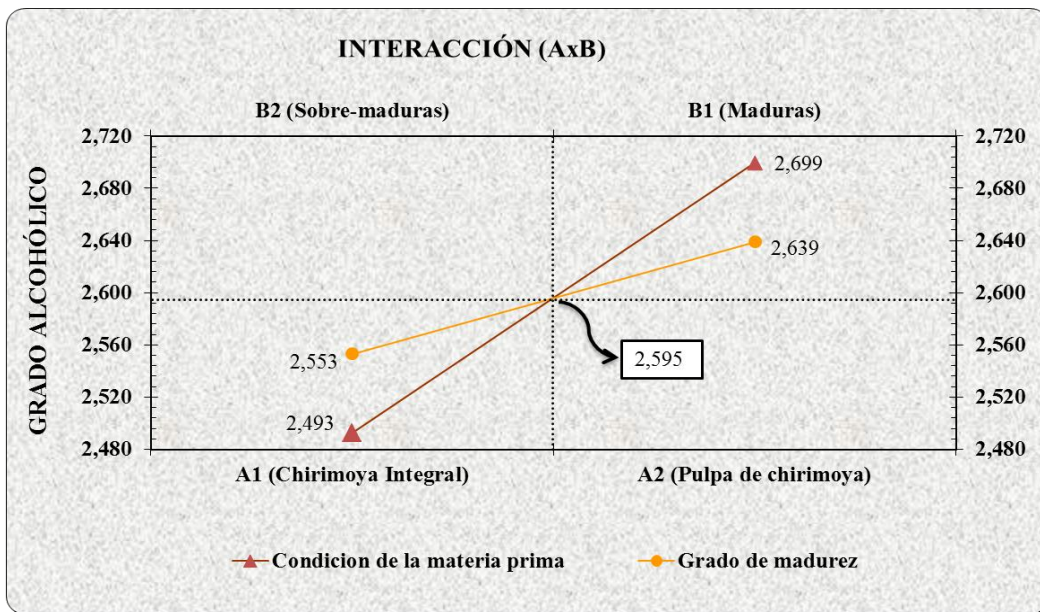


Gráfico 13. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable grado alcohólico a los 18 días.

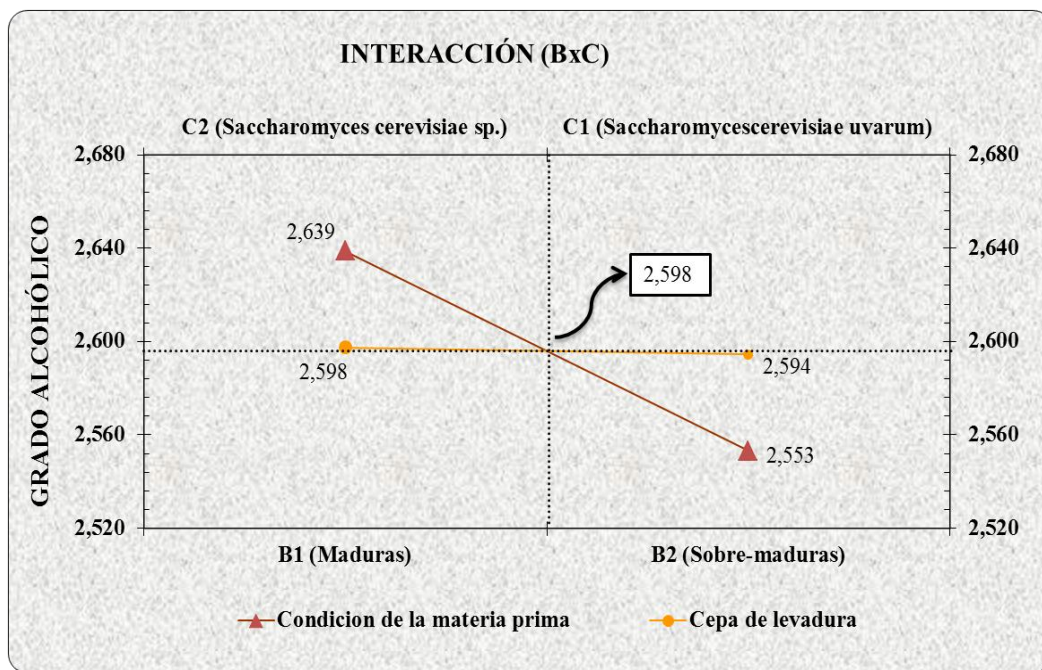


Gráfico 14. Comportamiento de las medias para el grado alcohólico 18 días.



4.4.6 Determinación de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

Tabla 31. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles a los 18 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
Total	47	6,930				
Tratamientos	15	5,823	0,388	11,225 **	2,664	1,992
FA (Condición materia prima)	1	0,422	0,422	12,199 **	7,510	4,152
FB (Grado de madurez)	1	0,200	0,200	5,789 *	7,510	4,152
FC (Cepa de levaduras)	1	0,152	0,152	4,392 *	7,510	4,152
FD (Volumen de inóculo)	1	0,175	0,175	5,066 *	7,510	4,152
I (AxB)	1	1,435	1,435	41,500 **	7,510	4,152
I (AxC)	1	0,227	0,227	6,560 *	7,510	4,152
I (AxD)	1	0,047	0,047	1,355 ^{NS}	7,510	4,152
I (BxC)	1	2,125	2,125	61,452 **	7,510	4,152
I (BxD)	1	0,017	0,017	0,488 ^{NS}	7,510	4,152
I (CxD)	1	0,060	0,060	1,741 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxBxC)	1	0,017	0,017	0,492 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxBxD)	1	0,725	0,725	20,964 **	7,510	4,152
I (AxCxD)	1	0,075	0,075	2,169 ^{NS}	7,510	4,152
I (BxCxD)	1	0,035	0,035	1,012 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxBxCxD)	1	0,110	0,110	3,181 ^{NS}	7,510	4,152
ERROR EXP.	32	1,107	0,035			

CV= 4,012%

Tabla 32. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C1D2	5,3000	a
T12	A1B2C2D2	5,1000	a
T5	A2B1C1D1	5,0667	a
T14	A2B1C2D2	4,9000	a
T15	A2B2C2D1	4,8333	a
T1	A1B1C1D1	4,8000	a
T2	A1B1C1D2	4,7000	b
T4	A1B2C1D2	4,6667	b
T16	A2B2C2D2	4,6333	b
T13	A2B1C2D1	4,6000	b
T3	A1B2C1D1	4,5000	b
T11	A1B2C2D1	4,3333	c
T7	A2B2C1D1	4,3000	c
T8	A2B2C1D2	4,2000	c
T9	A1B1C2D1	4,1667	c
T10	A1B1C2D2	4,0667	c

Tabla 33. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	4,7292	a
A1	4,5417	b

Tabla 34. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B2	2,7417	a
B1	2,6871	b

Tabla 35. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
C1	4,6917	a
C2	4,5792	b

Tabla 36. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
D1	4,6958	a
D2	4,5750	b

Gráfico 15. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) en la cantidad de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

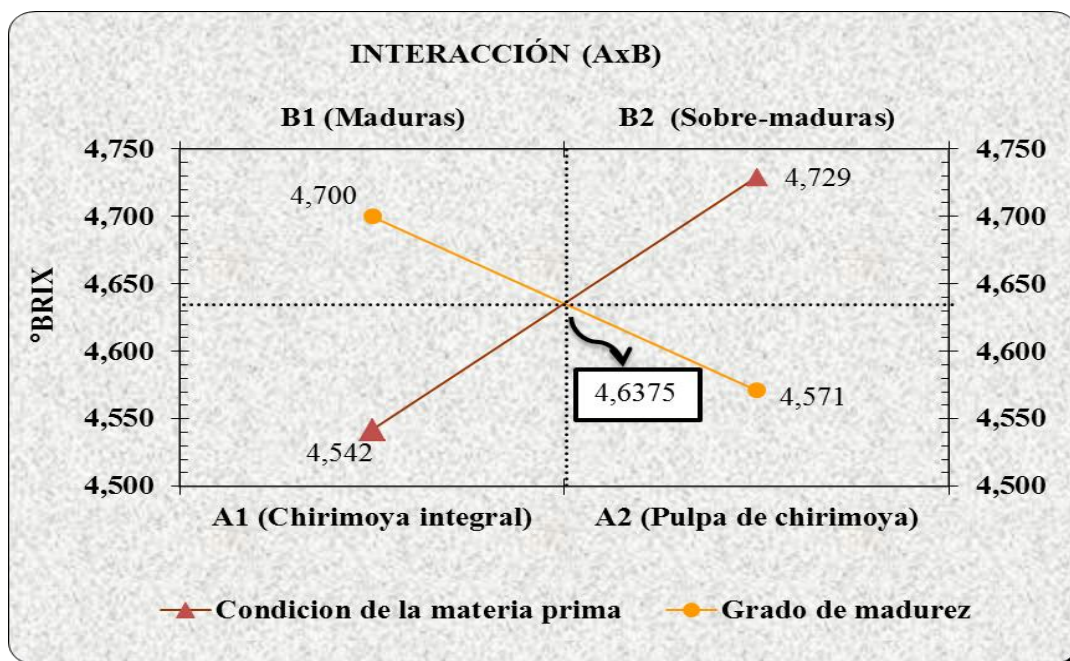


Gráfico 16. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

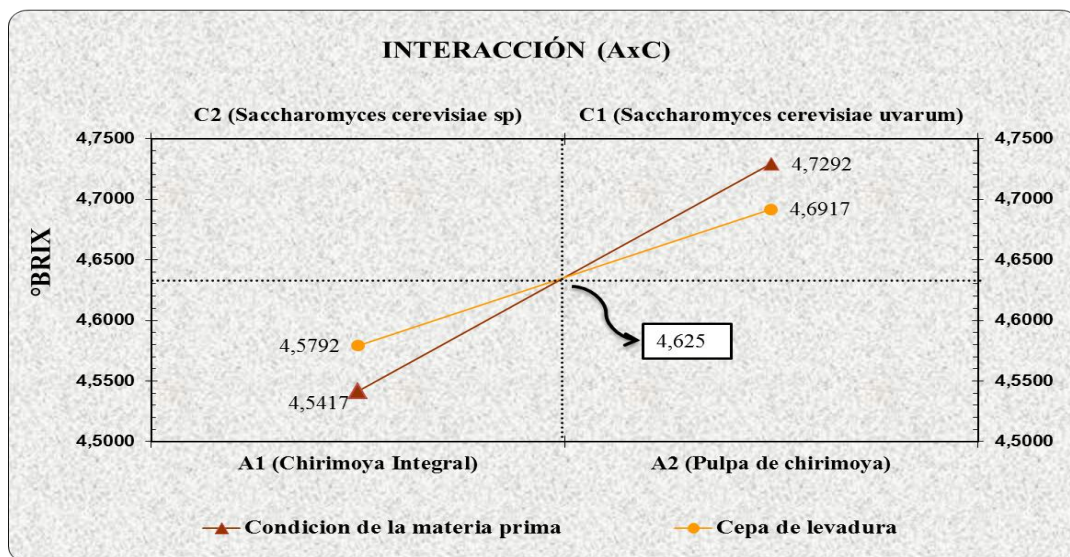


Gráfico 17. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.

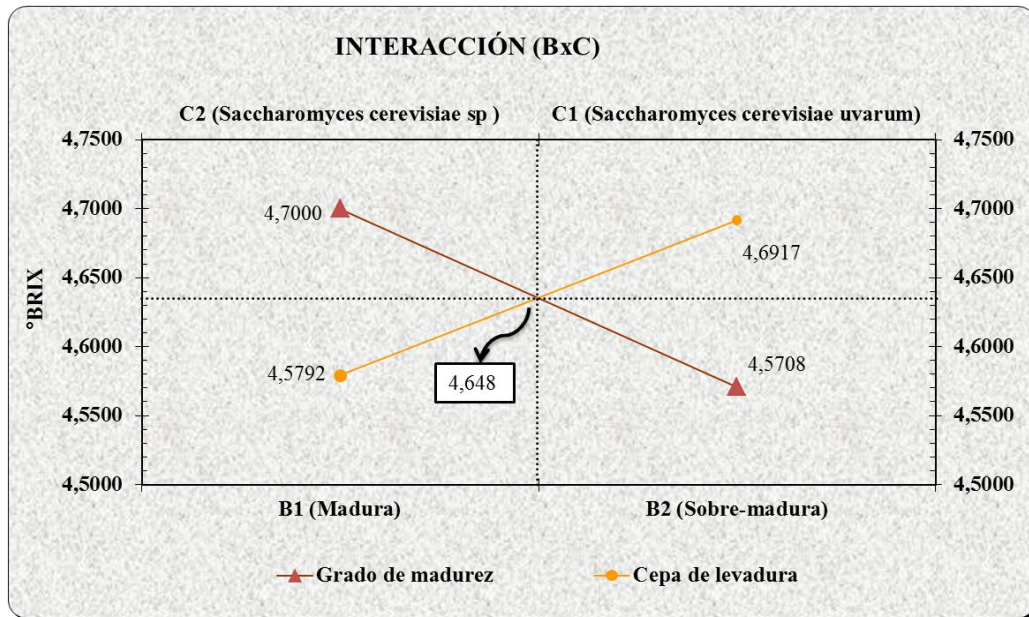
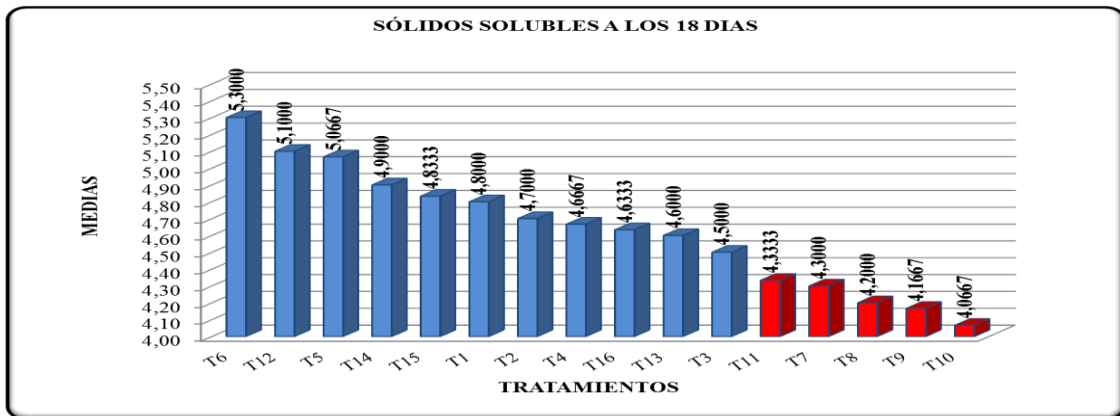


Gráfico 18. Comportamiento de las medias de la variable de sólidos solubles (°Brix) a los 18 días.



4.4.7 Determinación del pH a los 18 días.

Tabla 37. Análisis de la varianza para pH a los 18 días

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	0,899				
Tratamientos	15	0,748	0,050	10,524 **	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,514	0,514	108,440 **	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,137	0,137	28,942 **	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,000	0,000	0,025 ^{NS}	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,024	0,024	4,989 *	7,500	4,150
I (Ax B)	1	0,016	0,016	3,445 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax C)	1	0,015	0,015	3,216 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax D)	1	0,002	0,002	0,357 ^{NS}	7,500	4,150
I (Bx C)	1	0,009	0,009	1,830 ^{NS}	7,500	4,150
I (Bx D)	1	0,000	0,000	0,080 ^{NS}	7,500	4,150
I (Cx D)	1	0,004	0,004	0,832 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax Bx C)	1	0,007	0,007	1,505 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax Bx D)	1	0,000	0,000	0,009 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax Cx D)	1	0,006	0,006	1,355 ^{NS}	7,500	4,150
I (Bx Cx D)	1	0,004	0,004	0,832 ^{NS}	7,500	4,150
I (Ax Bx Cx D)	1	0,009	0,009	2,004 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,152	0,005			

CV= 2,651%

Tabla 38. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T12	A1B2C2D2	2,835	a
T9	A1B1C2D1	2,795	a
T10	A1B1C2D2	2,760	a
T16	A2B2C2D2	2,700	a
T11	A1B2C2D1	2,695	a
T15	A2B2C2D1	2,645	b
T14	A2B1C2D2	2,615	b
T2	A1B1C1D2	2,565	b
T13	A2B1C2D1	2,550	b
T1	A1B1C1D1	2,525	b
T4	A1B2C1D2	2,515	b
T3	A1B2C1D1	2,505	b
T6	A2B1C1D2	2,490	b
T8	A2B2C1D2	2,465	c
T5	A2B1C1D1	2,455	c
T7	A2B2C1D1	2,420	c

Tabla 39. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A1	2,699	a
A2	2,493	b

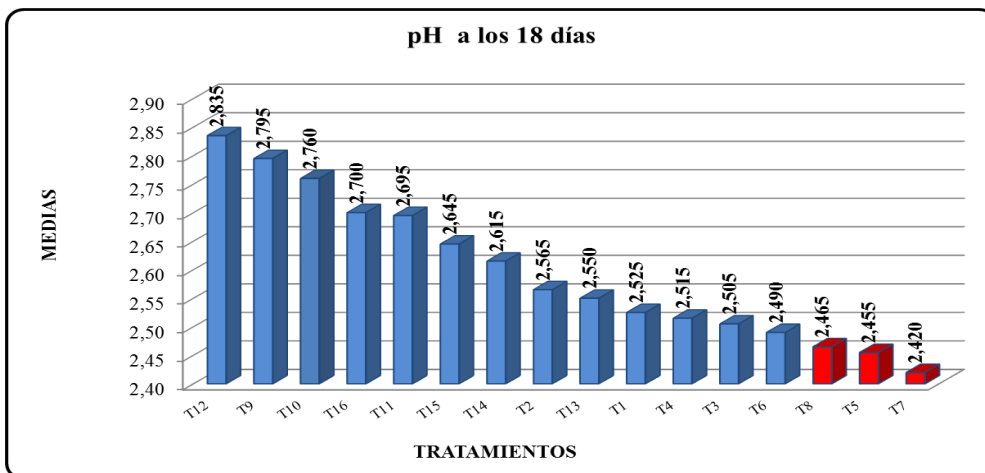
Tabla 40. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B1	2,6279	a
B2	2,5813	b

Tabla 41. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
D2	2,618	a
D1	2,574	b

Gráfico 19. Comportamiento de las medias para el contenido de pH a los 18 días.



4.4.8 Determinación de la acidez a los 18 días.

Tabla 42. Análisis de la varianza para la acidez a los 18 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
Total	47	4,014				
Tratamientos	15	3,071	0,205	6,941 **	2,664	1,992
FA (Condición materia prima)	1	1,806	1,806	61,225 **	7,510	4,152
FB (Grado de madurez)	1	0,596	0,596	20,218 **	7,510	4,152
FC (Cepa de levaduras)	1	0,009	0,009	0,298 NS	7,510	4,152
FD (Volumen de inóculo)	1	0,146	0,146	4,960 *	7,510	4,152
I (AxB)	1	0,012	0,012	0,397 NS	7,510	4,152
I (AxC)	1	0,005	0,005	0,184 NS	7,510	4,152
I (AxD)	1	0,001	0,001	0,016 NS	7,510	4,152
I (BxC)	1	0,076	0,076	2,577 NS	7,510	4,152
I (BxD)	1	0,248	0,248	8,408 **	7,510	4,152
I (CxD)	1	0,031	0,031	1,034 NS	7,510	4,152
I (AxBxC)	1	0,051	0,051	1,729 NS	7,510	4,152
I (AxBxD)	1	0,002	0,002	0,068 NS	7,510	4,152
I (AxCxD)	1	0,001	0,001	0,034 NS	7,510	4,152
I (BxCxD)	1	0,084	0,084	2,848 NS	7,510	4,152
I (AxBxCxD)	1	0,002	0,002	0,068 NS	7,510	4,152
ERROR EXP.	32	0,944	0,030			

CV= 3,219%

Tabla 43. Prueba de Tukey para tratamientos

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T5	A2B1C1D1	4,5633	a
T16	A2B2C2D2	4,5200	a
T1	A1B1C1D1	4,5100	a
T2	A1B1C1D2	4,4750	a
T15	A2B2C2D1	4,4700	a
T7	A2B2C1D1	4,4500	a
T8	A2B2C1D2	4,4433	a
T14	A2B1C2D2	4,4133	a
T13	A2B1C2D1	4,4000	a
T6	A2B1C1D2	4,3467	a
T9	A1B1C2D1	4,3367	a
T12	A1B2C2D2	4,2667	a
T4	A1B2C1D2	4,2567	a
T11	A1B2C2D1	4,2500	b
T3	A1B2C1D1	4,2333	b
T10	A1B1C2D2	4,1333	b

Tabla 44. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima)

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	4,4508	a
A1	4,3077	b

Tabla 45. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez)

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B1	4,3973	a
B2	4,3613	b

Tabla 46. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti))

NIVEL	MEDIAS	RANGO
D1	4,4017	a
D2	4,3569	b

Gráfico 20. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 18 días.

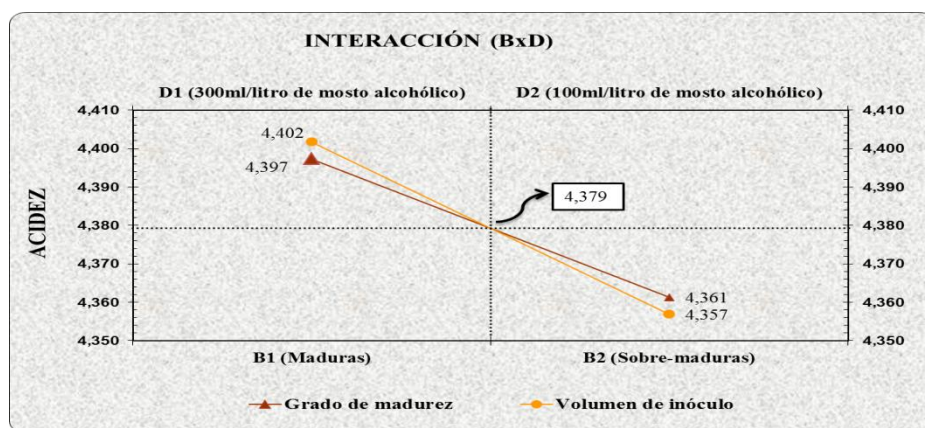
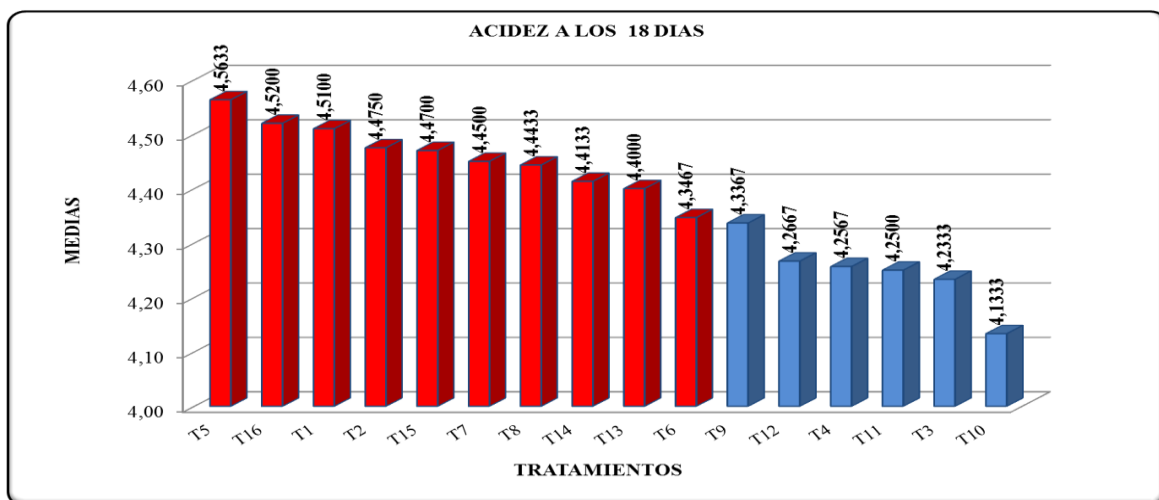


Gráfico 21. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 18 días.



4.4.9 Determinación del grado alcohólico a los 28 días.

Tabla 47. Análisis de la varianza para el grado alcohólico a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	0,793				
Tratamientos	15	0,714	0,048	19,349 **	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,052	0,052	21,000 **	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,009	0,009	3,857 ^{NS}	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,128	0,128	51,857 **	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,000	0,000	0,048 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxB)	1	0,009	0,009	3,857 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,000	0,000	0,048 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,034	0,034	13,762 **	7,500	4,150
I (BxC)	1	0,128	0,128	51,857 **	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,042	0,042	17,190 **	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,001	0,001	0,429 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	0,160	0,160	65,190 **	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,062	0,062	25,190 **	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	0,006	0,006	2,333 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,009	0,009	3,857 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,073	0,073	29,762 **	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,079	0,002			

CV= 4,055%

Tabla 48. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T5	A2B1C1D1	1,400	a
T9	A1B1C2D1	1,375	a
T2	A1B1C1D2	1,325	a
T4	A1B2C1D2	1,300	a
T13	A2B1C2D1	1,300	a
T14	A2B1C2D2	1,300	a
T3	A1B2C1D1	1,250	a
T6	A2B1C1D2	1,250	a
T10	A1B1C2D2	1,250	a
T15	A2B2C2D1	1,250	a
T12	A1B2C2D2	1,200	b
T11	A1B2C2D1	1,200	b
T16	A2B2C2D2	1,175	b
T1	A1B1C1D1	1,000	c
T7	A2B2C1D1	1,000	c
T8	A2B2C1D2	1,000	c

Tabla 49. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A1	1,256	a
A2	1,191	b

Tabla 50. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levaduras)

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C2	1,275	a
C1	1,172	b

Gráfico 22. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable grado alcohólico a los 28 días

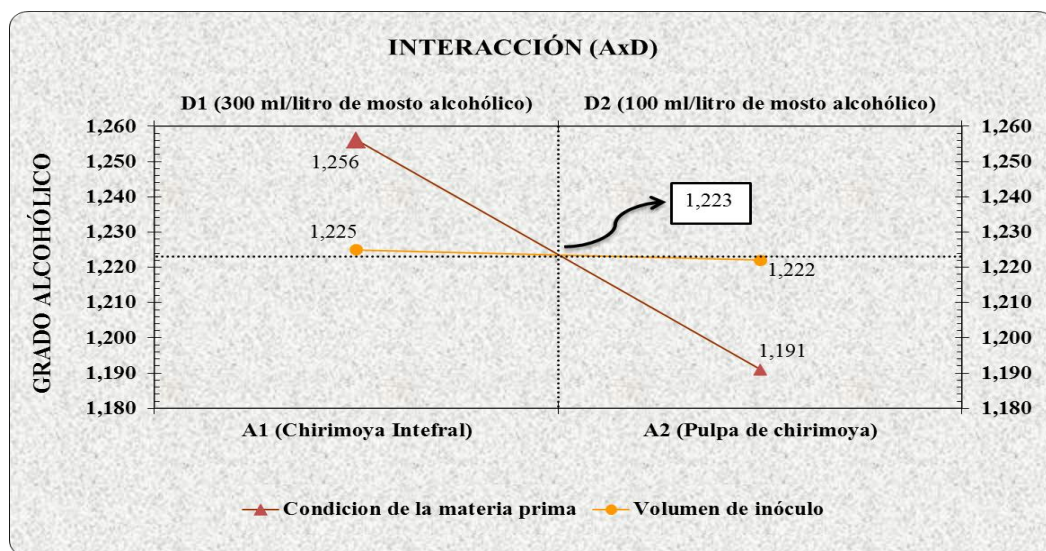


Gráfico 23. Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levaduras) en la variable alcohol 28 días.

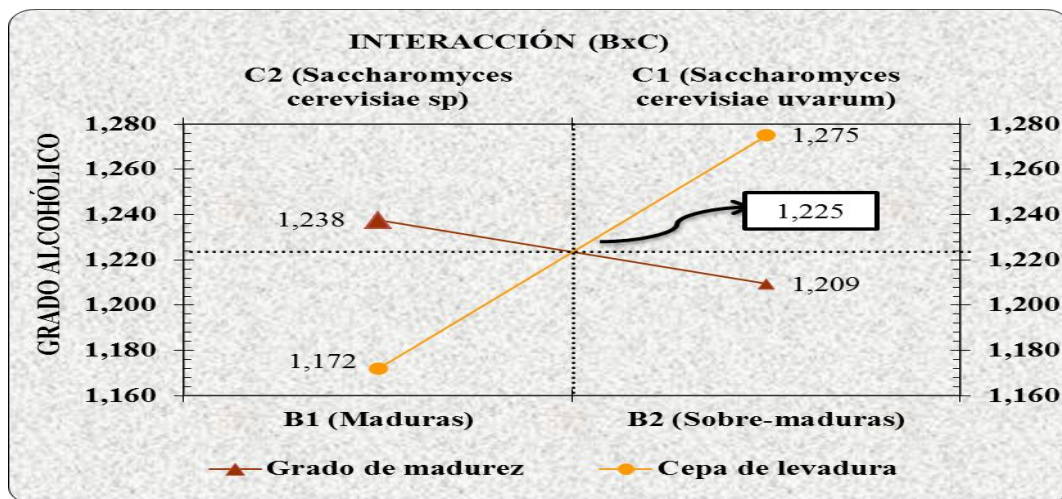


Gráfico 24. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (volumen de inóculo: vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*)) en la variable alcohol 28 días.

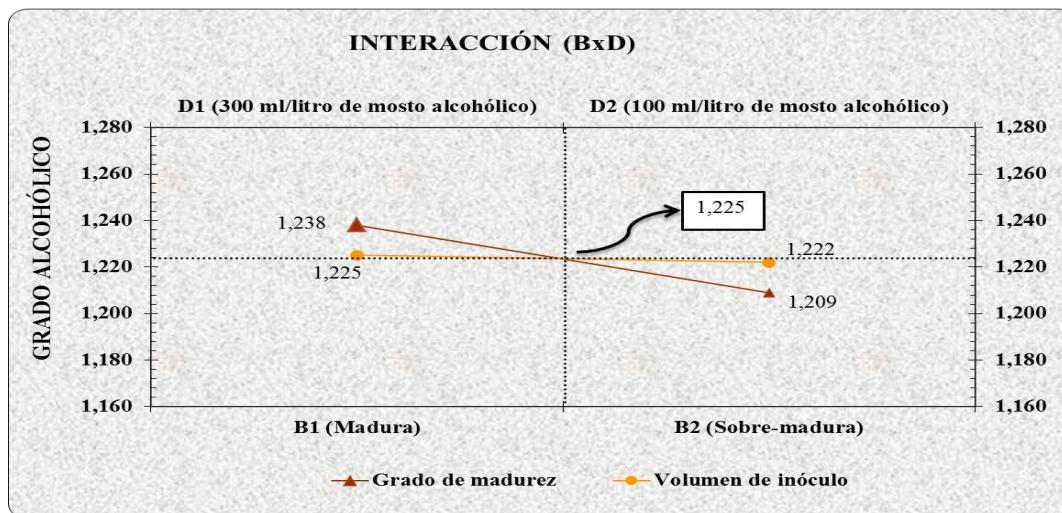
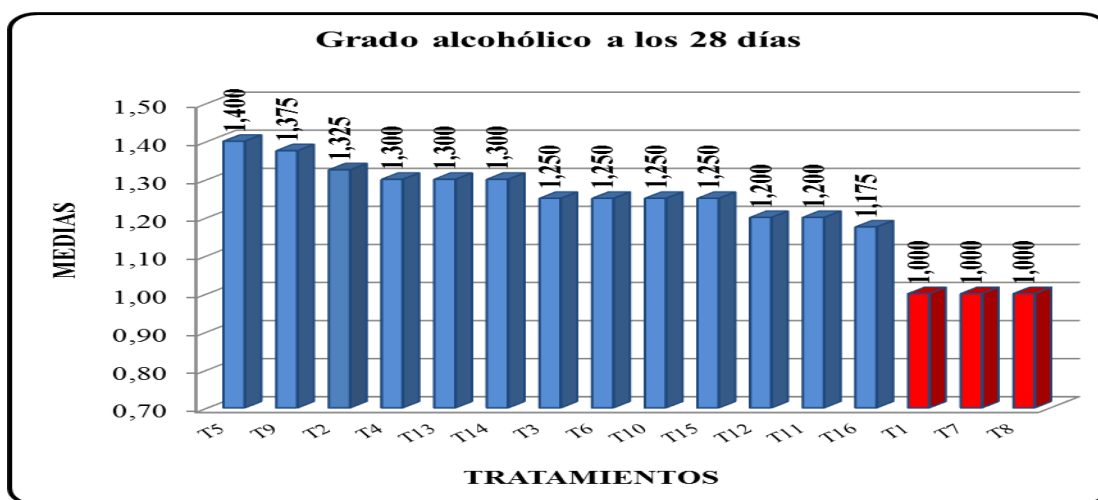


Gráfico 25. Comportamiento de las medias de grado alcohólico a los 28 días.



4.4.10 Determinación del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

Tabla 51. Análisis de la varianza del contenido de sólidos solubles a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
Total	47	4,453				
Tratamientos	15	3,553	0,237	8,422 **	2,664	1,992
FA (Condición materia prima)	1	0,047	0,047	1,667 ^{NS}	7,510	4,152
FB (Grado de madurez)	1	0,227	0,227	8,067 **	7,510	4,152
FC (Cepa de levaduras)	1	0,422	0,422	15,000 **	7,510	4,152
FD (Volumen de inóculo)	1	0,152	0,152	5,400 *	7,510	4,152
I (AxB)	1	0,827	0,827	29,400 **	7,510	4,152
I (AxC)	1	0,227	0,227	8,067 **	7,510	4,152
I (AxD)	1	0,047	0,047	1,667 ^{NS}	7,510	4,152
I (BxC)	1	0,677	0,677	24,067 **	7,510	4,152
I (BxD)	1	0,017	0,017	0,600 ^{NS}	7,510	4,152
I (CxD)	1	0,017	0,017	0,600 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxBxC)	1	0,422	0,422	15,004 **	7,510	4,152
I (AxBxD)	1	0,002	0,002	0,071 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxCxD)	1	0,227	0,227	8,071 **	7,510	4,152
I (BxCxD)	1	0,017	0,017	0,604 ^{NS}	7,510	4,152
I (AxBxCxD)	1	0,227	0,227	8,071 **	7,510	4,152
ERROR EXP.	32	0,900	0,028			

CV= 4,109%

Tabla 52. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T6	A2B1C1D2	4,800	a
T5	A2B1C1D1	4,300	a
T12	A1B2C2D2	4,300	a
T4	A1B2C1D2	4,300	b
T3	A1B2C1D1	4,200	b
T11	A1B2C2D1	4,200	b
T16	A2B2C2D2	4,200	b
T8	A2B2C1D2	4,100	b
T1	A1B1C1D1	4,000	b
T15	A2B2C2D1	4,000	b
T7	A2B2C1D1	3,900	b
T10	A1B1C2D2	3,900	b
T13	A2B1C2D1	3,900	b
T2	A1B1C1D2	3,800	b
T9	A1B1C2D1	3,700	c
T14	A2B1C2D2	3,700	c

Tabla 53. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B2	4,1500	a
B1	4,0125	b

Tabla 54. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
C1	4,1750	a
C2	3,9875	b

Tabla 55. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inculo: vinagre iniciador (Acetobacter aceti)).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
D1	4,1375	a
D2	4,0250	b

Gráfico 26. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y B (Grado de madurez) para el contenido de sólidos solubles a los 28 días.

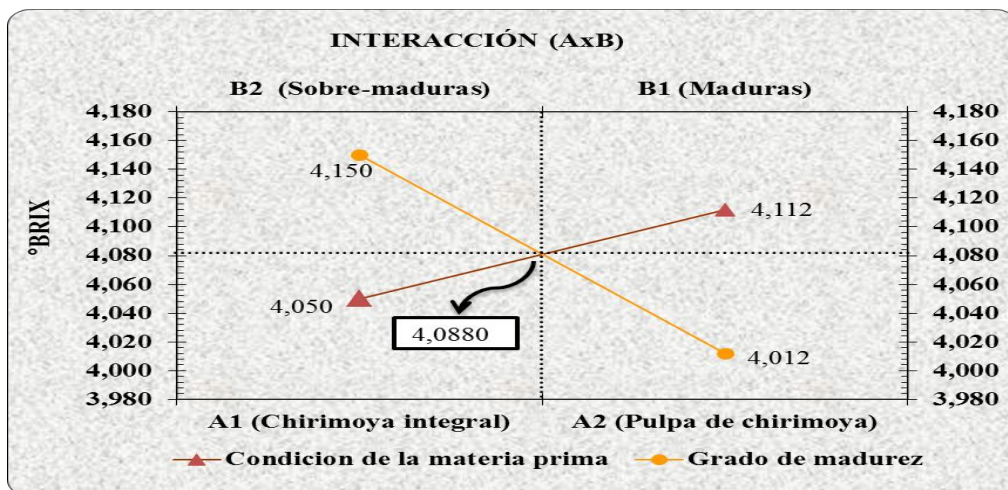


Gráfico 27. Interacción de los factores A (Condición de la materia prima) y C (Cepa de levadura) en el contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

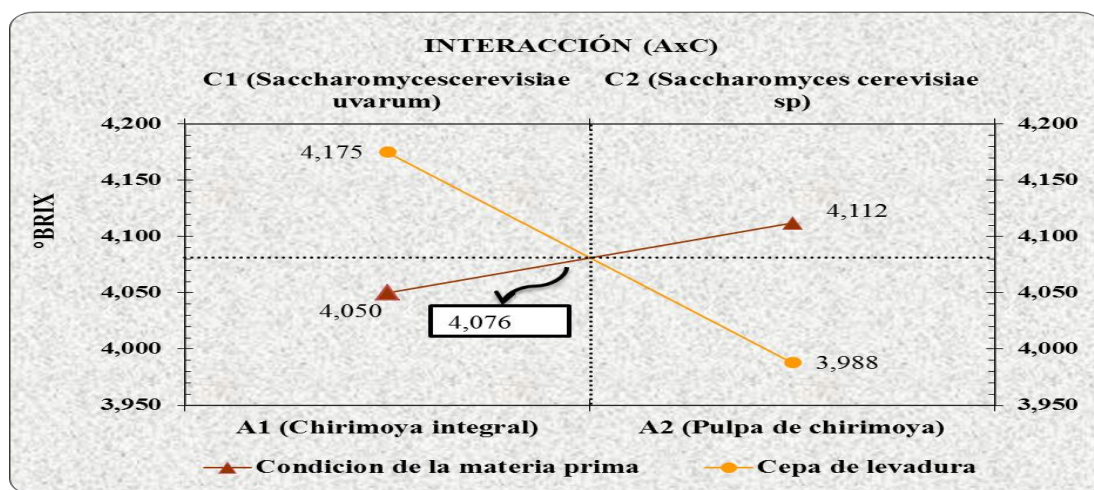


Gráfico 28. Interacción de los factores B (Grado de madurez) C (Cepa de levadura) para los sólidos solubles (°Brix) a los 28 días.

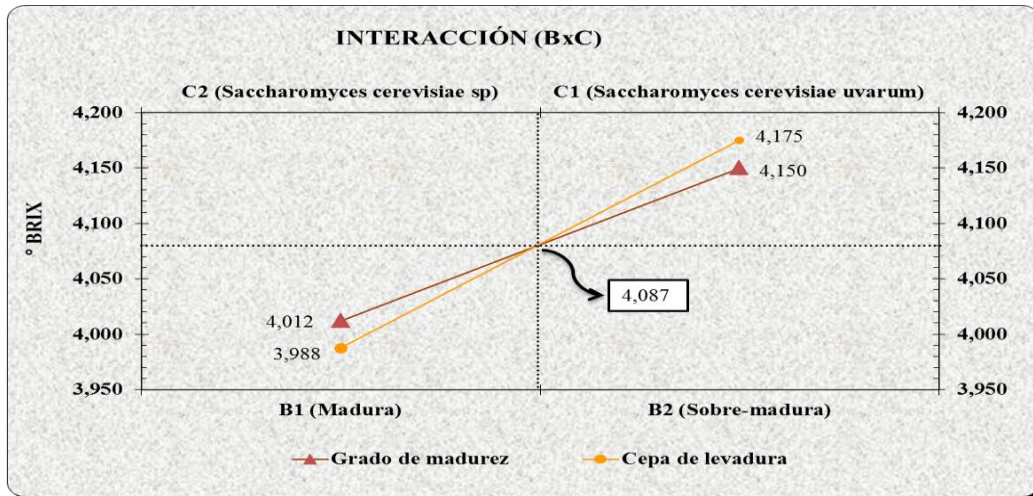
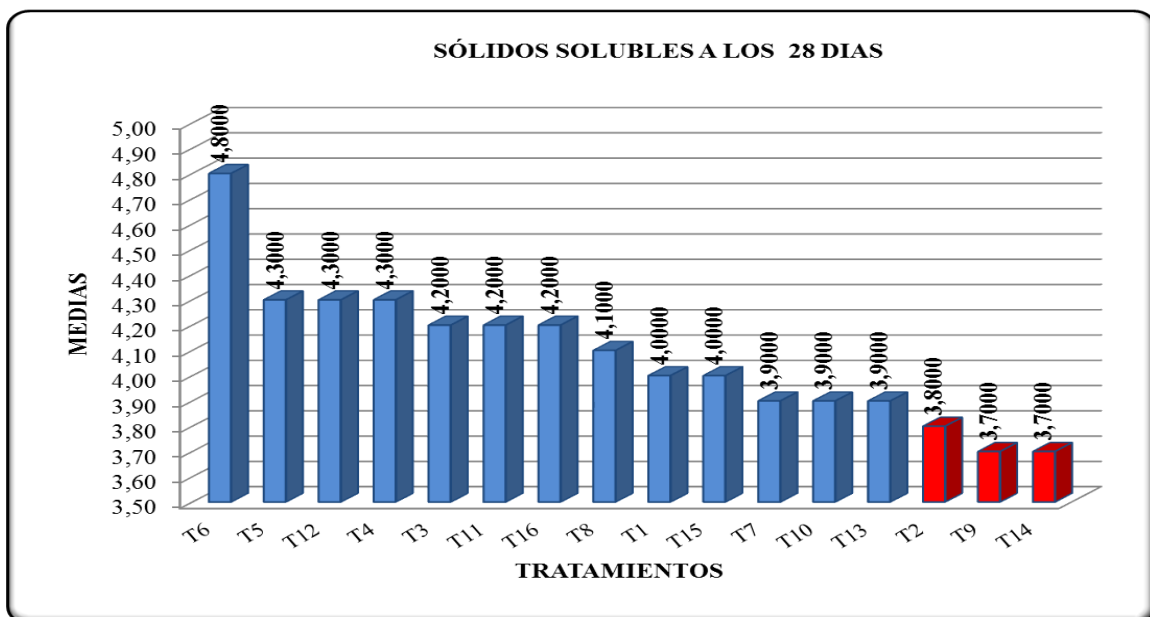


Gráfico 29. Comportamiento de las medias del contenido de sólidos solubles (°Brix) a los 28 días



4.4.11 Determinación del pH a los 28 días.

Tabla 56. Análisis de la varianza para pH a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	47	0,018				
Tratamientos	15	0,010	0,001	2,703 **	2,620	1,970
FA (Condición materia prima)	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
FB (Grado de madurez)	1	0,000	0,000	0,077 ^{NS}	7,500	4,150
FC (Cepa de levaduras)	1	0,002	0,002	7,692 **	7,500	4,150
FD (Volumen de inóculo)	1	0,002	0,002	6,231 *	7,500	4,150
I (AxB)	1	0,000	0,000	0,000 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxC)	1	0,002	0,002	6,231 *	7,500	4,150
I (AxD)	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
I (BxC)	1	0,000	0,000	0,308 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxD)	1	0,000	0,000	0,077 ^{NS}	7,500	4,150
I (CxD)	1	0,001	0,001	4,923 *	7,500	4,150
I (AxBxC)	1	0,000	0,000	0,692 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxD)	1	0,000	0,000	0,308 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxCxD)	1	0,001	0,001	3,769 ^{NS}	7,500	4,150
I (BxCxD)	1	0,000	0,000	0,308 ^{NS}	7,500	4,150
I (AxBxCxD)	1	0,000	0,000	0,077 ^{NS}	7,500	4,150
ERROR EXP.	32	0,008	0,000			

CV= 0,622%

Tabla 57. Prueba de Tukey para tratamientos

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T3	A1B2C1D1	2,520	a
T5	A2B1C1D1	2,520	a
T9	A1B1C2D1	2,520	a
T2	A1B1C1D2	2,515	a
T4	A1B2C1D2	2,515	a
T6	A2B1C1D2	2,515	a
T10	A1B1C2D2	2,515	a
T11	A1B2C2D1	2,515	a
T13	A2B1C2D1	2,515	a
T14	A2B1C2D2	2,515	a
T1	A1B1C1D1	2,510	a
T7	A2B2C1D1	2,510	a
T8	A2B2C1D2	2,510	a
T15	A2B2C2D1	2,510	a
T16	A2B2C2D2	2,475	b
T12	A1B2C2D2	2,470	b

Tabla 58. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima)

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
A2	2,514	a
A1	2,504	b

Tabla 59. Prueba DMS para el factor C (Cepa de levadura).

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
C1	2,516	a
C2	2,503	b

Tabla 60. Prueba DMS para el factor D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti))

NIVEL	MEDIAS	RANGOS
D1	2,515	a
D2	2,504	b

Gráfico 30. Interacción de los factores B (Grado de madurez), C (Cepa de levadura) en la variable pH a los 28 días.

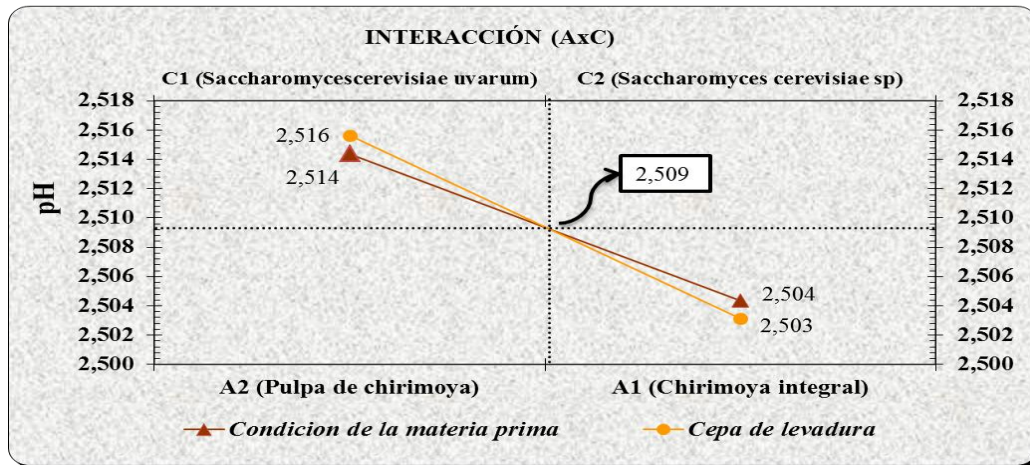


Gráfico 31. Interacción de los factores A (Condición de materia prima), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días.

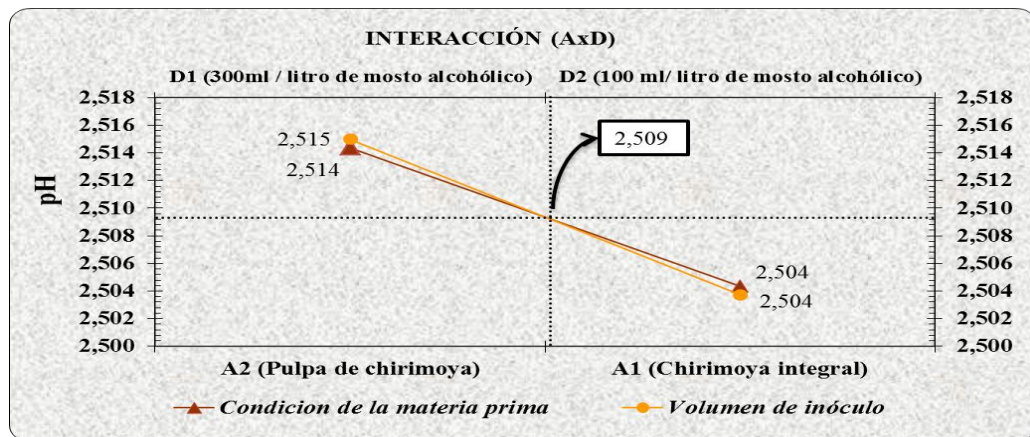


Gráfico 32. Interacción de los factores C (Cepa de levadura), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en el pH a los 28 días.

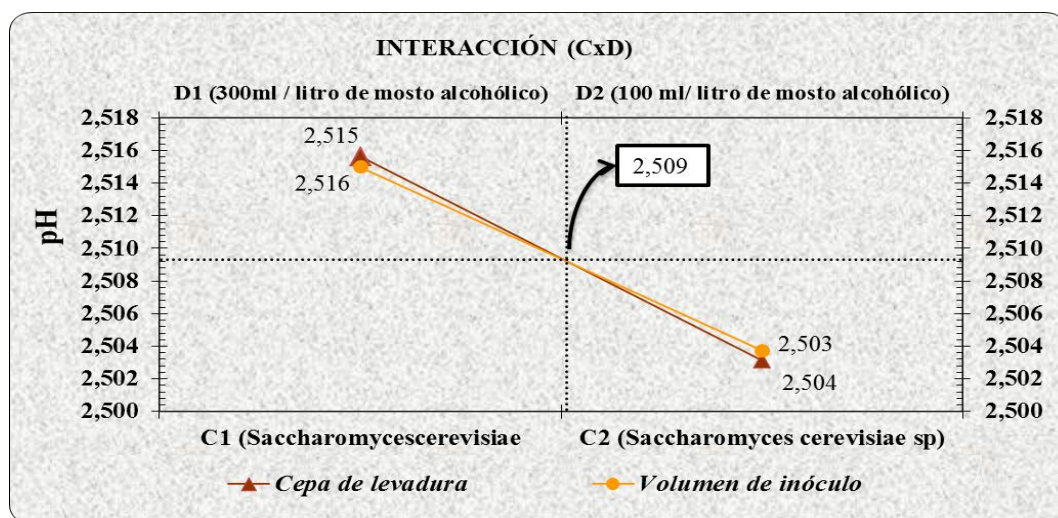
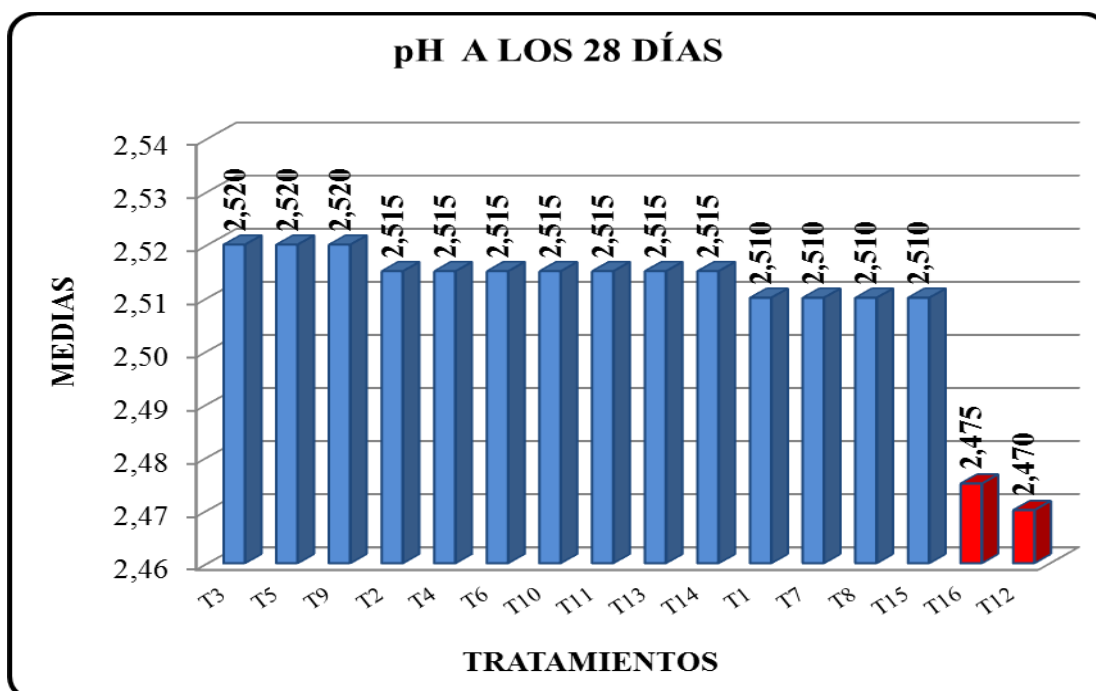


Gráfico 33. Comportamiento de las medias para el pH 28 días.



4.4.12 Determinación de acidez a los 28 días.

Tabla 61. Análisis de la varianza para la acidez a los 28 días.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F. 1%	F.T 5%
Total	47	1,5500				
Tratamientos	15	1,0815	0,0721	4,9241 **	2,6640	1,9920
FA (Condición materia prima)	1	0,5974	0,5974	40,8011 **	7,5100	4,1520
FB (Grado de madurez)	1	0,1536	0,1536	10,4880 **	7,5100	4,1520
FC (Cepa de levaduras)	1	0,0025	0,0025	0,1694 ^{NS}	7,5100	4,1520
FD (Volumen de inóculo)	1	0,0323	0,0323	2,2054 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax B)	1	0,0355	0,0355	2,4231 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax C)	1	0,0064	0,0064	0,4383 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax D)	1	0,0014	0,0014	0,0925 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Bx C)	1	0,0829	0,0829	5,6629 *	7,5100	4,1520
I (Bx D)	1	0,1126	0,1126	7,6913 **	7,5100	4,1520
I (Cx D)	1	0,0004	0,0004	0,0259 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax Bx C)	1	0,0000	0,0000	0,0000 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax Bx D)	1	0,0000	0,0000	0,0000 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax Cx D)	1	0,0170	0,0170	1,1610 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Bx Cx D)	1	0,0350	0,0350	2,3904 ^{NS}	7,5100	4,1520
I (Ax Bx Cx D)	1	0,0030	0,0030	0,2049 ^{NS}	7,5100	4,1520
ERROR EXP.	32	0,4685	0,0146			

CV= 2,3083%

Tabla 62. Prueba de Tukey para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
T8	A2B2C1D2	5,5200	a
T7	A2B2C1D1	5,4800	a
T16	A2B2C2D2	5,3900	a
T15	A2B2C2D1	5,3600	a
T5	A2B1C1D1	5,3600	a
T13	A2B1C2D1	5,3400	a
T4	A1B2C1D2	5,2800	a
T14	A2B1C2D2	5,2500	a
T9	A1B1C2D1	5,2000	b
T11	A1B2C2D1	5,1550	b
T1	A1B1C1D1	5,1400	b
T6	A2B1C1D2	5,1300	b
T3	A1B2C1D1	5,1100	b
T12	A1B2C2D2	5,0950	c
T10	A1B1C2D2	5,0900	c
T2	A1B1C1D2	4,9750	c

Tabla 63. Prueba DMS para el factor A (Condición de la materia prima).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
A2	5,3538	a
A1	5,1306	b

Tabla 64. Prueba DMS para el factor B (Grado de madurez).

NIVEL	MEDIAS	RANGO
B2	5,2988	a
B1	5,1856	b

Gráfico 34. Interacción de los factores B (Grado de madurez) y C (Cepa de levadura) en la variable acidez a los 28 días.

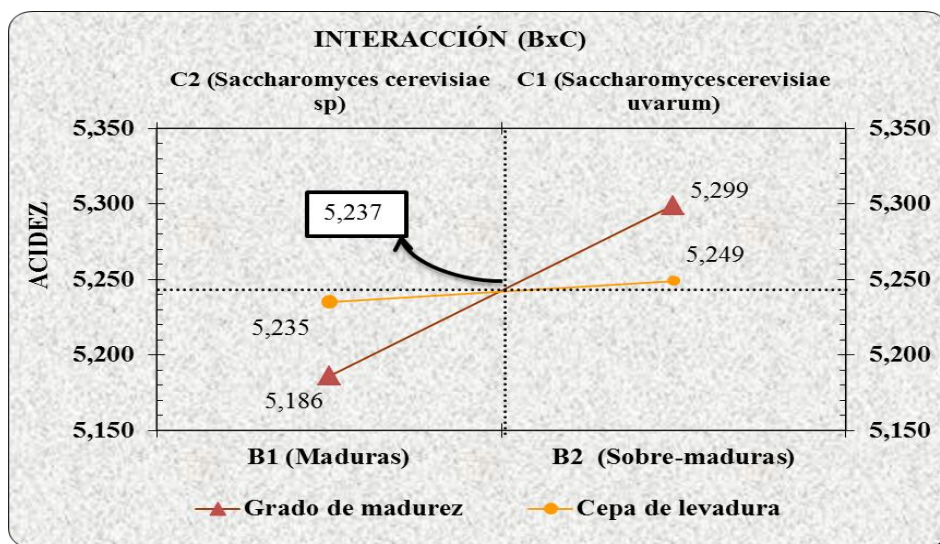


Gráfico 35. Interacción de los factores B (Grado de madurez), D (Volumen de inóculo (Acetobacter aceti)) en la variable acidez a los 28 días.

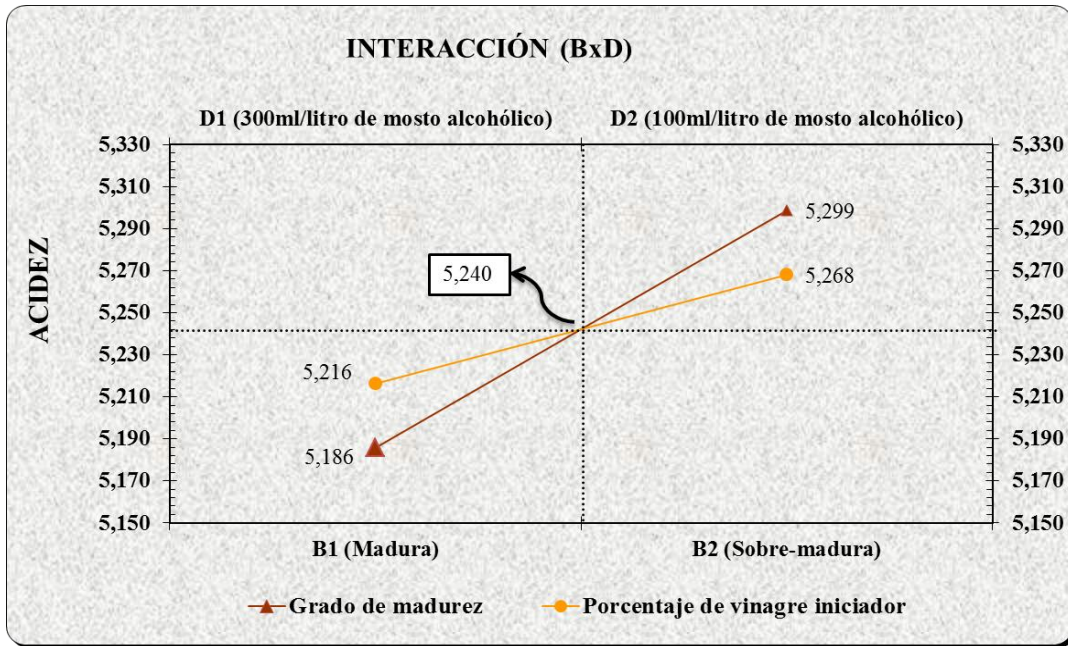
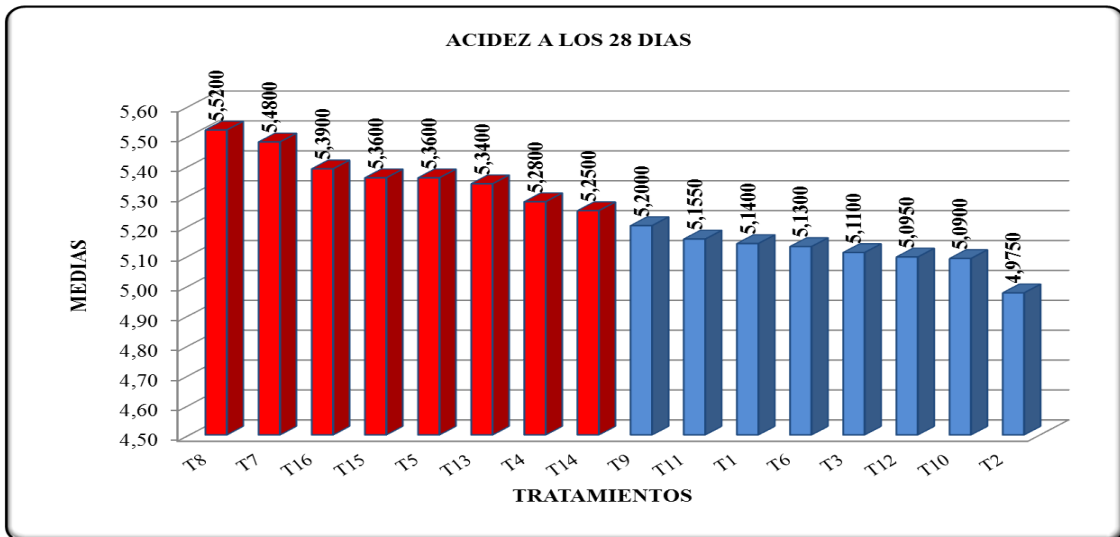


Gráfico 36. Comportamiento de las medias de la variable acidez a los 28 días.



4.5 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO.

Tabla 65. Análisis de Friedman vinagre chirimoya.

VARIABLE	VALOR CALCULADO X ²	VALOR TABULAR X ² (5%)	SIGN.	TRATAMIENTOS
COLOR	14,42	25,00	NS	T15, T7, T8
OLOR	8,94	25,00	NS	T8, T4,T11
SABOR	8,19	25,00	NS	T7,T6,T1
ACEPTABILIDAD	14,56	25,00	NS	T1,T10,T8

4.6 ANÁLISIS DE CURVAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL VINO.

Gráfico 37. Grado alcohólico en el vino.

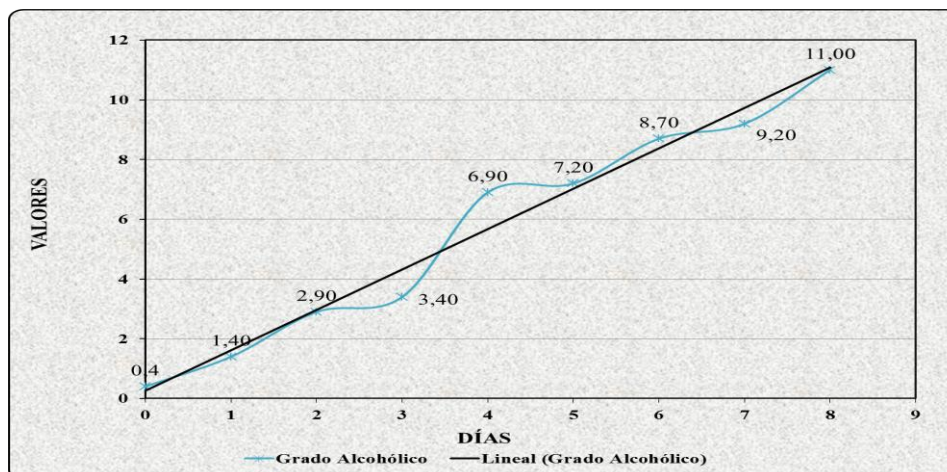


Gráfico 38. Sólidos solubles en el vino.

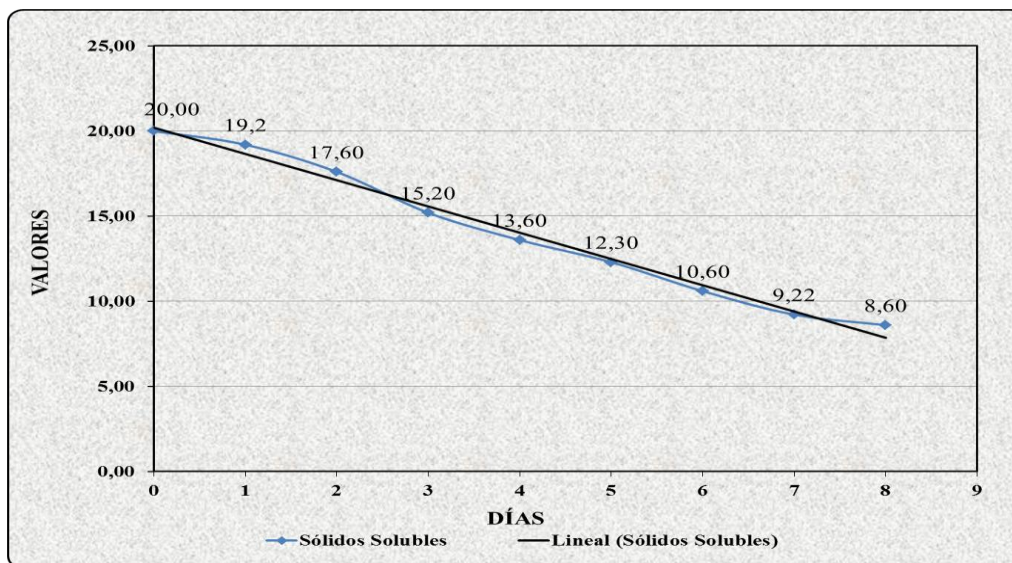
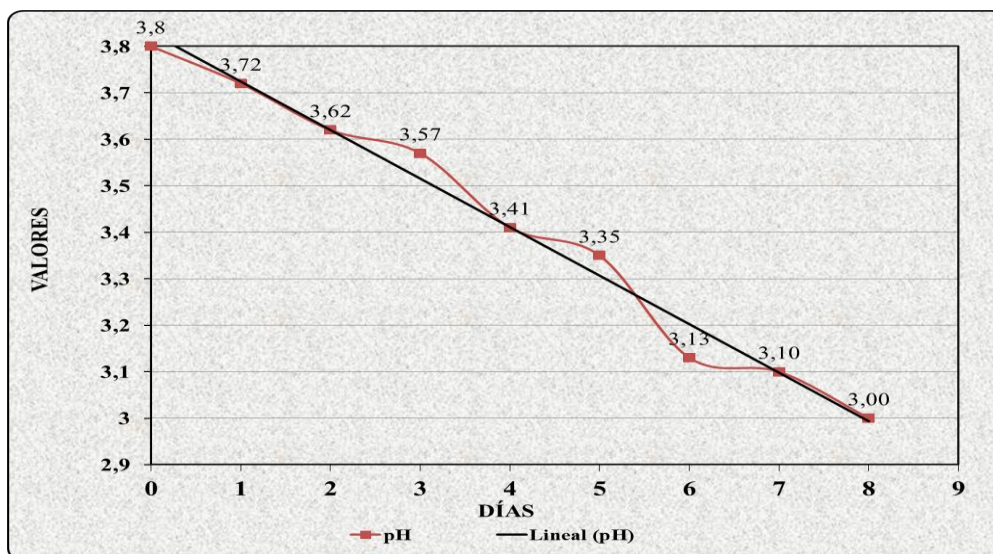


Gráfico 39. pH en el vino.



4.7 ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE LAS VARIABLES EVALUADAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL VINAGRE

Gráfico 40. Grado alcohólico en el vinagre

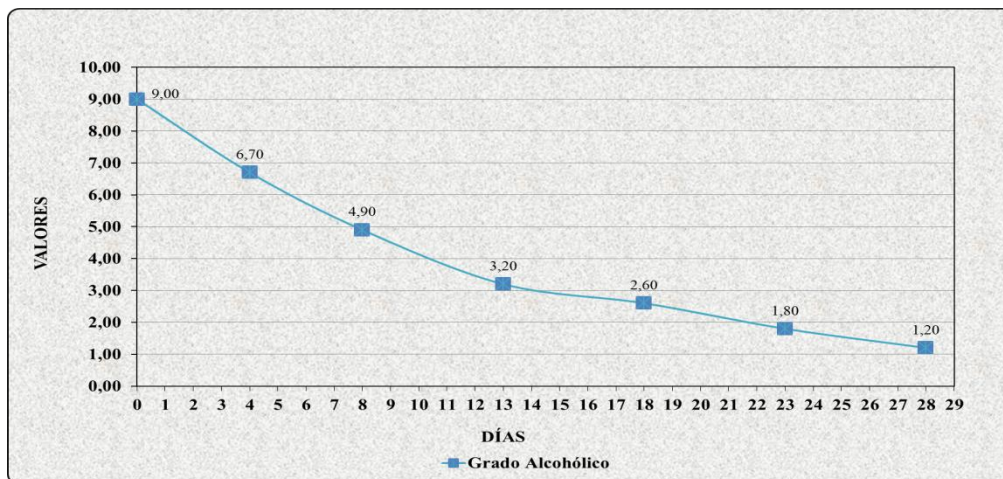


Gráfico 41. Sólidos solubles en el vinagre.

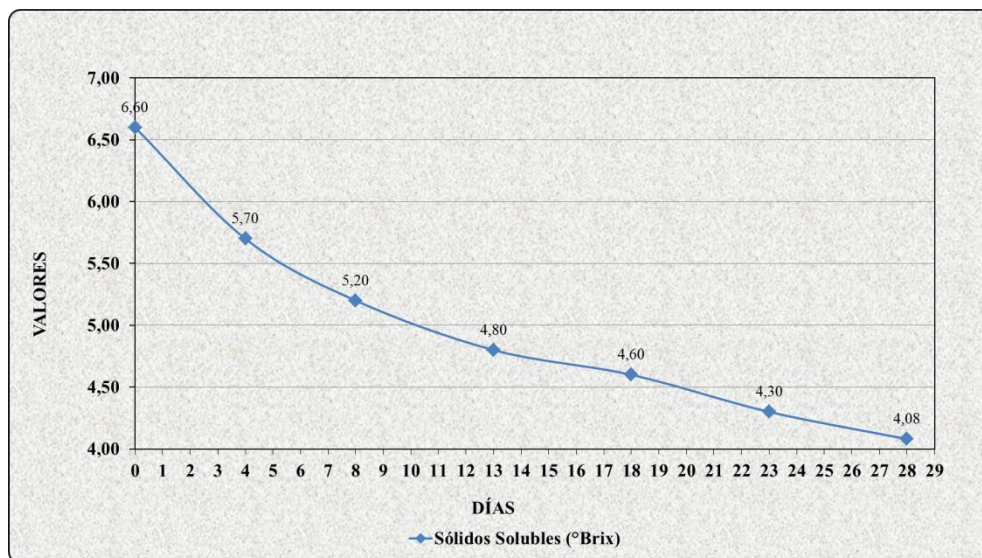


Gráfico 42. pH en el vinagre.

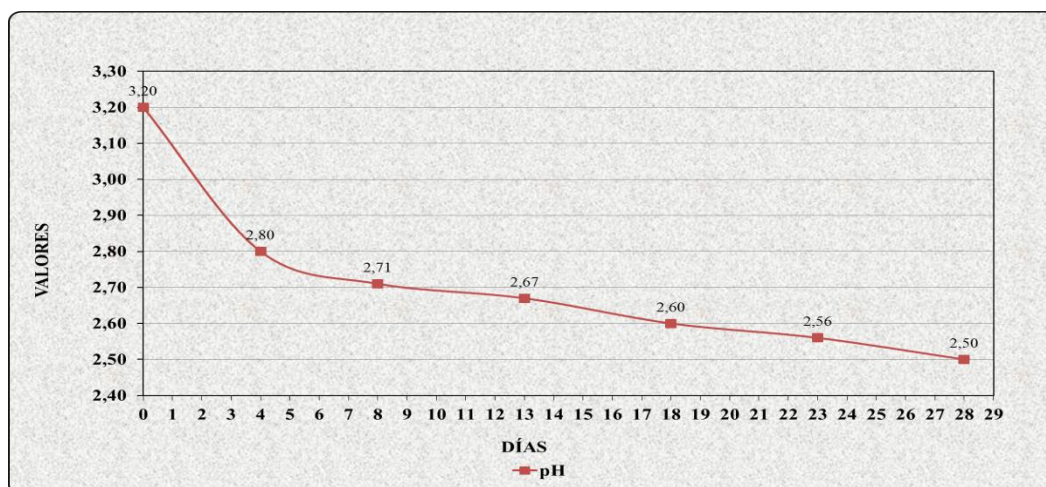
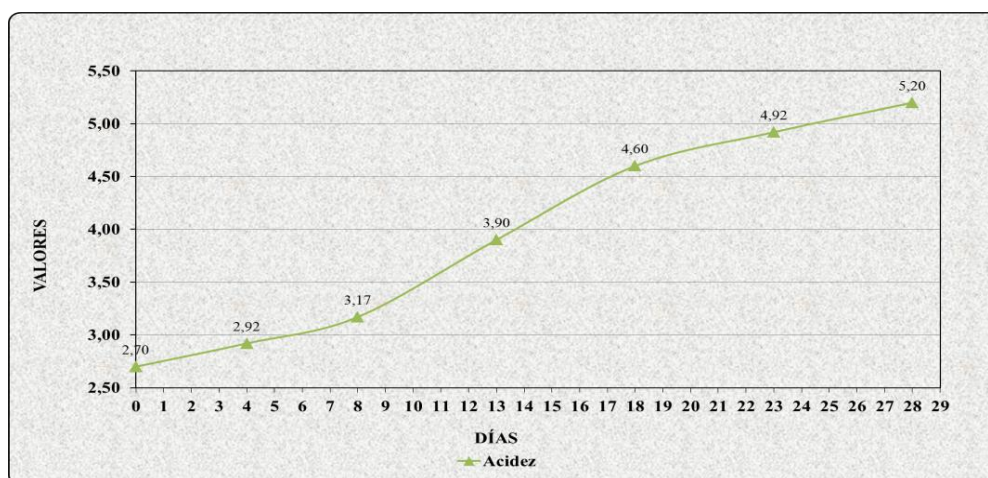


Gráfico 43. Acidez en el vinagre.



CONCLUSIONES

- El tiempo de maduración de la fruta es a partir de su recolección que es de 6 días con un índice de penetración de $1,215 \text{ kg/cm}^2$. Después de dos días se obtuvo chirimoya sobre-madura con un índice de penetración de $0,25 \text{ kg/cm}^2$.
- La concentración de sólidos solubles en la solución es inversamente proporcional con el tiempo que duro el proceso que fue de 8 días, en el proceso de fermentación alcohólica se obtuvo una concentración final de $8,60^\circ\text{Brix}$ y con 11 grados alcohólicos, en cuanto a la variación de pH en la obtención de vino de chirimoya esta fue mínima.
- Las características del mejor vinagre elaborado en la presente investigación correspondieron al T8, mismo que está constituido por pulpa de chirimoya, sobre-madura, *Saccharomyces cerevisiae sp*, el cual cumple con las normativas establecidas en la NTE – INEN 2 2006-2013; con un, pH: 2,55; acidez: 5,2% y alcohol: 1%.
- La evaluación sensorial, demostró que los tratamientos mejor evaluados, fueron aquellos en los que se produjo ácido acético en menor tiempo, comprobando que no hubo muchas pérdidas de compuestos volátiles, siendo así, que en el proceso de acondicionamiento biológico del mosto alcohólico; la cantidad de inóculo durante el proceso de 300 ml/lts de mosto alcohólico, es el recomendado, logrando una estandarización definida. Por lo que, esto se consideró mediante el control de sólidos solubles $^\circ\text{Brix}$, pH y acidez, siendo el mejor tratamiento T8 (pulpa de chirimoya, sobre-madura, *Saccharomyces cerevisiae sp* y 300 ml/lit de mosto alcohólico), con las mejores características fisicoquímicas y organolépticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R. (2009). *Caracterización morfo-agronómica y molecular de la colección de chirimoya (annona cherimola mill)*. Quigt.
- Beltran, R. (2012). *La elaboración del vino*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://www.lapalmadelcondado.org/documents/14409/231664/Tema+3+++y+5.+Elaboraci%C3%B3n+de+vinos.pdf>.
- Carpenter, P. (1979). *Microbiología*. Mexico: Interamericana.
- Cherrez, M. y. (2005). *Proyecto de inversión para la Elaboración y Comercialización del Vinagre de Guineo en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral.

- Cholota, N. &. (1999). Estudio de la vida útil de la pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*) mínimamente procesada. Tesis de Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Córdova, A. (1987). *Tema de orientación agropecuaria: Chirimoya*. (p. 70). Bogotá: APOSTAL.
- De la Rosa, T. (1998). *Tecnología de los vinos blancos*. Barcelona-España: Mundy prensa.
- Delgado, C. (2005). *El cultivo de la chirimoya*. Recuperado el junio de 2012, de http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_24_Cultivo%20%de%20la%20Chirimoya.pdf.
- Durán, E. (2008). *Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del vinagre de jerez*. Puerto Real: Mundi prensa.
- FAO. (2008). <http://www.fao.or>. Recuperado el 5 de Enero de 2012, de <http://www.fao.org/inphoarchive/conten/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/INSEGURIDADALIMENTARIA.HTM>
- González, S. (1978). *Microbiología de la Bedidas*. Habana-Cuba: Pueblo y Educación Ediciones.
- Grisales, S. E. (2012). <http://www.slideshare.net/>. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.slideshare.net/soanye/vinos-fundamentos>
- Hernández, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Chile: Euned.
- Hough, J. (2002). *Biotecnología de la cerveza y la malta*. Zaragoza-España: Acribia, S.A.
- <http://www.virtual.unal.edu.co>. (s.f.). Recuperado el 26 de Octubre de 2012, de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/lecciones/cap03/cap03_10.html
- IPGRI. (2003). *Tecnologías de marcadores moleculares para estudios de diversidad genética de plantas: Módulos de aprendizaje*. Recuperado el junio de 2012, de www.ipgri.cgiar.org/Training/Unit101/MolMarkers_es/PDF/VOL1/I.Introducción.pdf.

- Kader, A., & Arpaia, M. (1999). *Chirimoya (Atemoya y Sweetsop): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha*. Recuperado el Julio de 2012, de <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Cherimoya/>
- Labbe, M. (2007). *Tratamientos post fermentativos del vinagre: conservación en botella, envejecimiento acelerado y eliminación de plomo*. Barcelona-España: Universidad Rovira i Virgili.
- Llaguno, C. (1991). *El vinagre de vino*. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://bdnhome.com/tecnologia/temas/vinagre.pdf>.
- Mogrovejo, M. (2009). *La Chirimoya (Annona cherimola)*. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://mednaturesagradafamilia.blogspot.com/2009/08/la-chirimoya.html>.
- Mortón, I., Simeón et al., I., & Cortes et al., I. c. (s.f.). *Manual de Cultivos de Chirimoya*. Quito- Ecuador.
- Palacio, H. (1956). *Fabricación del Alcohol*. Barcelona-España: Salvat Editores S.A.
- Riambau, J. (1977). *Pernanencia en barrica del Vino*. Recuperado el Junio de 2012, de http://www.mivino.es/pdf_anteriores/Vinum79.pdf.
- Rivera, S. (2011). *Obtención de vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras frutas para su industrialización*. Quito: Universidad de las Américas.
- Torres, M. (1990). *Fermentación acética*. . Recuperado el Julio de 2012, de <http://alimentos.blogia.com/2007/112901-fermentacion-acetica.php>.
- Vazquez, H. y. (2007). *Fermentacion alcoholica. Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícola. Ingeniería. Investigación y Tecnología*. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.ejournal.unam.mx/ict/vol0804/ICT000800404.pdf>.
- Vicente. (1994). *Manual de industrias alimetarias*. Recuperado el Noviembre de 2012, de http://hackmitin.espora.org/free_beer_as_in_freedom/Manua_Cerveza_Casera.odt.

Ficha

Alemán Alemán Amanda Lucía

Velásquez Obando Lisbeth Katerine

Elaboración de vinagre a partir de chirimoya (*Annona cherimola mill*) que se produce en la zona de Urcuquí

Dirección

Universidad Técnica del Norte

Trabajo de grado

República del Ecuador, provincia de Imbabura, cantón Ibarra, región Norte