



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“UTILIZACIÓN DEL EXTRACTO DE REMOLACHA *Beta vulgaris*, COMO
COLORANTE NATURAL EN LA ELABORACIÓN DEL YOGURT DE FRESA”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR

CARMEN MARIBEL AMÁN SILVA

Riobamba – Ecuador

2010

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Luís Eduardo Hidalgo Almeida.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. M.C. Enrique César Vayas Machado.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Luís Fiallos Ortega Ph.D.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 6 de Mayo del 2010

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis padres por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mi esposo Germán, a él especialmente le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, ... porque lo amo. Es la persona que más directamente ha estado en estos momentos junto a mi familia.

Realmente el me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mi. Nunca le podré estar suficientemente agradecida.

Para toda mi familia es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

Carmita

AGRADECIMIENTO

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Ing. Enrique Vayas y Ing. Luis Fiallos, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Han inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador. A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con ellos por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis

También me gustaría agradecer los consejos recibidos a lo largo de los últimos años por otros profesores del Departamento de Ingeniería de Industrias Pecuarias de la ESPOCH, que de una manera u otra han aportado su granito de arena a mi formación.

Y por último, pero no menos importante, estaré eternamente agradecido a mi Dios a mis padres y esposo por estar siempre a mi lado los amo me siento muy orgullosa de formar parte de mi familia soy una mujer muy afortunada

Para ellos, mil gracias por todo.

Carmita

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstrac	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. YOGURT	3
1. <u>Composición nutricional del yogurt</u>	3
2. <u>Cualidades del yogurt</u>	4
3. <u>Las bacterias en el yogurt</u>	4
4. <u>Descripción del proceso para elaborar yogurt</u>	
a. Selección de la leche	7
b. Pasteurización	8
c. Incubación	9
d. Fermentación y envasado	10
B. COLORANTES	10
1. <u>Los colorantes naturales</u>	11
a. Curcumina	12
b. Riboflavina	12
c. Cochinilla, ácido carmínic	13
d. Rojo de remolacha, betanina, betalaína	14
2. <u>Los colorantes artificiales</u>	14
a. Tartracina	15
b. Amarillo anaranjado	16
c. Amaranto	16
d. Amarillo de quinoleína	17
e. Eritrosina	17

C.	<u>REMOLACHA</u>	18
1.	<u>Vitaminas de la remolacha</u>	18
2.	<u>Contenido de componentes en la remolacha</u>	19
3.	<u>Propiedades</u>	21
4.	<u>Colorante de la remolacha</u>	21
5.	<u>Clases de remolacha</u>	21
a.	Remolacha forrajera	21
b.	Remolacha azucarera	22
c.	Remolacha de mesa o remolacha roja	22
6.	<u>Utilización</u>	22
D.	INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	22
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	24
C.	MATERIALES Y EQUIPOS E INSTALACIONES	25
1.	<u>Materiales</u>	25
2.	<u>Equipos e instalaciones</u>	25
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
1.	<u>Esquema del experimento</u>	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	28
1.	<u>Análisis físico-químico</u>	28
2.	<u>Análisis microbiológico</u>	28
3.	<u>Análisis organoléptico</u>	28
4.	<u>Vida de anaquel</u>	28
5.	<u>Rentabilidad</u>	28
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA	29
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	29
H.	METODOLOGIA DE EVALUACIÓN	32
1.	<u>Medición del Ph</u>	32

2.	<u>Determinación de la acidez</u>	33
3.	<u>Prueba de la grasa</u>	33
4.	<u>Control microbiológico</u>	33
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	35
A.	EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA	35
1.	<u>Contenido de Proteína</u>	35
2.	<u>Contenido de grasa</u>	41
3.	<u>Contenido de humedad</u>	47
4.	<u>Contenido de materia seca</u>	49
5.	<u>Ph</u>	51
6.	<u>Ácidez</u>	56
B.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA <i>Beta vulgaris</i>	59
1.	<u>Coliformes totales</u>	59
2.	<u>Coliformes fecales</u>	63
3.	<u>Mohos y Levaduras</u>	65
C.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA	67
1.	<u>Apariencia</u>	67
2.	<u>Olor</u>	69
3.	<u>Color</u>	72
4.	<u>Sabor</u>	74
5.	<u>Valoración total</u>	77
D.	VIDA DE ANAQUEL EN FUNCION DEL pH DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA <i>Beta vulgaris</i>	77

1.	<u>pH a los 15 días</u>	77
2.	<u>pH a los 30 días</u>	80
E.	ANÁLISIS ECONÓMICO	82
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	84
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	85
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	86
	ANEXOS	

RESUMEN

En la Planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó la utilización del extracto de remolacha como colorante natural en la elaboración del yogurt de fresa, utilizando 3 niveles de colorante (0.5, 1 y 1.5%), en comparación de un tratamiento testigo, aplicando un Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones y en 2 ensayos consecutivos. Los reportes del análisis físico químico registran diferencias altamente significativas presentándose los mejores valores de proteína (2.98%), con 1.5% de colorante (T3), mientras que la mejor humedad (79.06%), pH (4.30) y acidez (0.78), con 1% (T2). Los análisis microbiológicos no registran presencia de coliformes totales y muy baja incidencia de mohos y levaduras en el tratamiento T3. Las características organolépticas de apariencia (4.63 puntos), olor (4.38 puntos), color (4.88 puntos) y sabor (4 puntos), presentan mayor calificación en los yogures del tratamiento T2. En la evaluación de la vida de anaquel se observa a los 15 días elevación del pH especialmente en el tratamiento T1 (4.34), lo que indica el inicio de la descomposición del yogurt. El mejor beneficio costo fue registrado en el yogurt con 1% de colorante (T2), con 1.47. Por lo que se recomienda elaborar yogurt de fresa con 1% de colorante, ya que registra las mejores calificaciones organolépticas y los más altos contenidos de humedad el mejor pH y la acidez apropiada y sobre todo nos genera una rentabilidad alta.

ABSTRACT

In the Plant of Milky of the Experimental Station Tunshi of the Ability of Cattle Sciences of the ESPOCH, the use of the beet extract was evaluated like coloring natural in the elaboration of the strawberry yogurt, using 3 levels of coloring (0.5, 1 and 1.5%), in comparison of a treatment witness, applying a Design Totally at random with 4 repetitions and in 2 serial rehearsals. The reports of the chemical physical analysis register highly significant differences being presented the best protein securities (2.98%), with 1.5% of coloring (T3), while the best humidity (79.06%), pH (4.30) and acidity (0.78), with 1% (T2). The analyses microbiológicas don't register presence of coliformes total and very low incidence of molds and yeasts in the treatment T3. The organoleptic characteristics of appearance (4.63 points), scent (4.38 points), color (4.88 points) and flavor (4 points), they present bigger qualification in the yogurts of the treatment T2. In the evaluation of the shelf life it is observed especially to the 15 days elevation of the pH in the treatment T1 (4.34), what indicates the beginning of the decomposition of the yogurt. The best benefit cost was registered in the yogurt with 1% of coloring (T2), with 1.47. For what is recommended to elaborate strawberry yogurt with 1% of coloring, since registers the best organoleptic qualifications and the highest contents of humidity the best pH and the appropriate acidity and mainly it generates us a high profitability.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPARACIÓN DEL CONTENIDO ENERGÉTICO PROMEDIO ENTRE DISTINTOS TIPOS DE ALIMENTOS.	4
2.	COMPONENTES EN LA REMOLACHA /100 GRAMOS.	20
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI.	24
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	27
5.	ESQUEMA DEL ADEVA.	27
6.	EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES (0,5%; 1% Y 1,5%) DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA <i>BETA VULGARIS</i> .	36
7.	EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA COLOREADO CON DIFERENTES NIVELES (0,5%; 1% Y 1,5%) DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA <i>BETA VULGARIS</i> , POR EFECTO DE LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	39
8.	EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	45
9.	EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	60
10.	EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	64
11.	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT DE FRESA ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	68

12. EVALUACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL YOGURT DE FRESA ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%). 79
13. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN. 83

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Flujograma de elaboración del yogurt de fresa.	32
2. Detección de bacterias coliformes totales y fecales en el yogurt.	34
3. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de fresa por efecto de los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, <i>Beta vulgaris</i> .	37
4. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, <i>Beta vulgaris</i> , por efecto de los ensayos y de la interacción (tratamientos * ensayo).	40
5. Análisis de regresión del contenido de proteína del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, <i>Beta vulgaris</i> .	42
6. Comportamiento del contenido de grasa del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha <i>Beta vulgaris</i> .	43
7. Análisis de regresión del contenido de grasa del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, <i>Beta vulgaris</i> .	46
8. Comportamiento del contenido de humedad del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha <i>Beta vulgaris</i> .	48
9. Análisis de regresión del contenido de humedad del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, <i>Beta vulgaris</i> .	50
10. Comportamiento del pH del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha <i>Beta vulgaris</i> .	52
11. Análisis de regresión del contenido de materia seca del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de	53

- colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*.
12. Comportamiento del pH del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*, y los ensayos. 55
 13. Comportamiento de la acidez del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*. 57
 14. Comportamiento de la acidez del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%;1% y 1,5%) de colorante de remolacha *Beta vulgaris*, y los ensayos. 59
 15. Comportamiento del contenido de coliformes *Beta vulgaris*, totales del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*, y los ensayos. 62
 16. Comportamiento del contenido de mohos y levaduras del yogurt de fresa por efecto de los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*, y los ensayos. 66
 17. Análisis de regresión de la apariencia del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 70
 18. Comportamiento del olor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 71
 19. Comportamiento del color del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 73
 20. Análisis de regresión del color del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 75
 21. Comportamiento del sabor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de 76

remolacha, *Beta vulgaris*.

22. Comportamiento del sabor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 78
23. Comportamiento de la vida de anaquel del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*. 81

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Contenido de proteína del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
2. Contenido de grasa del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
3. Contenido de humedad del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
4. Contenido de materia seca del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
5. Contenido de cenizas del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
6. pH del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
7. Acidez del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
8. Apariencia del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
9. Olor del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
10. Color del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
11. Sabor del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
12. Hongos del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.

13. Coliformes Totales del yogurt de fresa con la utilización del extracto de remolacha como colorante natural.
14. Análisis físico-químico, pH y microbiológico del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles de extracto de remolacha.

I. INTRODUCCIÓN

La historia del yogurt se remota a miles de años atrás, la primera leche acidificada fue producida accidentalmente por los nómadas, la leche se volvió ácida y coagulada bajo la influencia de ciertos microorganismos, luego se fue descubriendo que esta leche fermentada tenía cualidades curativas para desordenes estomacales. El consumo de yogurt se fue incrementando principalmente en Europa Oriental y después en el resto del mundo. Actualmente la tecnología de elaboración de yogurt está al alcance de todo el mundo y se produce en forma industrial, el yogurt se define como el producto de leche coagulada obtenida por la fermentación láctea mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. A partir de la leche y productos lácteos, los microorganismos presentes en el producto deberán ser apropiados y abundantes.

Desde el punto de vista nutricional el yogurt es un excelente producto alimenticio de alto valor biológico, presenta un considerable enriquecimiento vitamínico, en especial las vitaminas del complejo B, además de la presencia de ácido láctico que aumenta la disponibilidad de micro elementos como el calcio y el fósforo. Las propiedades que contiene el yogurt lo hacen un alimento altamente nutritivo pues aporta al ser humano proteínas de alta calidad, así como vitaminas, carbohidratos y grasas. La variedad en la nomenclatura legal de lo que es un yogurt también se contagia a su aporte nutritivo, ya que no siempre un yogurt es igual a otro. El contenido en vitaminas y minerales depende de las características de la leche inicial y la leche en polvo añadida, de las modificaciones por calor, de las cepas de fermentos usadas y de las condiciones de la fermentación. Durante este proceso se consumen las vitaminas B12 y C, se forma ácido fólico, no se alteran las vitaminas B1, B2, B6, PP, biotina y ácido pantoténico, y la composición mineral permanece estable.

Sin embargo se toma en cuenta los ingredientes que forman parte en la elaboración del yogurt ya que la mayoría de estos son artificiales y causan futuros daños en la salud en especial a los niños, ya que son propensos a las alergias a los colorantes artificiales, pensando en este tipo de problemas

causados por los colorantes que se aplican en los productos lácteos en especial en el yogurt, se ha considerado tratar de reemplazar estos colorantes artificiales por colorantes extraídos directamente de la naturaleza, ya que la propuesta para este problema de salud causado por colorantes artificiales será utilizando el colorante de remolacha (*Beta vulgaris*), ya que es un alimento de alto poder nutritivo, de esta manera se les brindara a nuestros consumidores una excelente calidad y buena seguridad alimentaria disminuyendo el nivel de alergias y ciertas enfermedades que son cotidianas en nuestro medio. Existen diferentes formas de obtener el yogurt, sin embargo la producción de este implica que se le agregue aditivos artificiales lo cual no se toma conciencia de la utilización de estos, por lo tanto el uso indebido de estas sustancias producen daño en el organismo de todas las personas que lo consuman, por esta razón se ha tomado elementos de la naturaleza para contra restar estos problemas a la vez mejorar la rentabilidad que produce al utilizar el colorante de remolacha y se puede crear fuentes de producción para los agricultores de nuestra zona. Por lo anotado anteriormente los objetivos fueron:

- Utilizar el extracto de remolacha *Beta vulgaris*, como colorante natural en la elaboración del yogurt de fresa”.
- Determinar el nivel más óptimo (0.5%, 1.0%, 1.5 %), de colorante de remolacha para la coloración en el yogurt.
- Evaluar las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas del yogurt de fresa con la adición del colorante de remolacha *Beta vulgaris*.
- Conocer el tiempo de vida útil del yogurt de fresa en los diferentes niveles en la adición del colorante de remolacha.
- Establecer la rentabilidad a través del indicador Beneficio Costo de la elaboración de yogurt de fresa con adición de colorante de remolacha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. YOGURT

Para <http://www.infoyogurt.com>.(2009), el yogurt es el producto obtenido mediante la coagulación por fermentación de la leche entera, total o parcial descremada, provocada por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, las cualidades nutritivas del yogurt provienen no solo de la presencia de los compuestos de la leche, sino también de la transformación de estos como resultado de fermentación ácido láctica causada por los microorganismos. La ingestión de este producto es representable en todas las edades. Para la mayor parte de los lactantes intolerante a la leche constituye un magnífico alimento. Pues la reducción moderada de su contenido de lactosa, en comparación con la leche, lo hace más apropiado para los pacientes con deficiencia de lactasa, las propiedades bacteriostáticas del yogurt contribuyen a la resistencia a las infecciones. El consumo de fósforo, calcio y hierro en comparación con la leche; también cabe destacar su participación en la disminución de los problemas alérgicos, además de consumir el yogurt en formas naturales, este se puede integrar a múltiples preparaciones culinarias.

1. Composición nutricional del yogurt

Alvarado, J. (1996), indica que el yogurt es un producto que constituye una buena fuente de Calcio, Magnesio y Fósforo, que son los minerales más importantes para nuestros huesos, lo curioso que estos minerales están en mayor cantidad en el yogurt que en la misma leche. Es como si los microorganismos que fermentan la leche para convertirla en yogurt además de hacerla más digestiva nos aumentan la cantidad de estos minerales. El yogurt disminuye la porción del colesterol que contiene la leche antes de la fermentación, Por cada 100gr. de yogurt obtenemos.

- 180 mg. de Calcio.

- 17 de Magnesio.
- 240 de Potasio.
- 7140 mg. de Fósforo.

2. Cualidades del yogurt

En [\(2009\)](http://www.enbuenasmanos.com), se indica que el yogurt tiene la propiedad de auxiliar en la digestión por que durante la fermentación de la leche se originan compuestos que son absorbidos por el intestino. También se consideran que por las bacterias lácticas que contiene el yogurt este se digiere más rápidamente que otros productos lácteos. También se le atribuye la propiedad de mejorar la flora intestinal. A continuación se describe en el cuadro 1. La comparación entre distintos tipos de alimentos.

Cuadro. 1. COMPARACIÓN DEL CONTENIDO ENERGÉTICO PROMEDIO ENTRE DISTINTOS TIPOS DE ALIMENTOS.

Alimento a base de	Valor Kcal/g
Lípido	9
Proteína	4
Glúcido	4
Yogurt	1.6

Fuente: [\(2009\)](http://www.enbuenasmanos.com).

3. Las bacterias en el yogurt

Alais, C. (1998), reporta que las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados,

como el yogurt, el queso, la mantequilla, el kefir y el koumiss. Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo. La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto.

Condony, R. Mariné, A. y Rafecas, M. (1998), afirman que existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes. El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. El acetaldehído, por ejemplo, da al yogurt su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada. Pueden añadirse asimismo al cultivo de microorganismos, como las levaduras, a fin de obtener sabores particulares. El alcohol y el dióxido de carbono producidos por la levadura, por ejemplo, dan al kefir, al koumiss y al leven (variedades de yogurt líquido), una frescura y una esponjosidad características. Entre otras técnicas empleadas cabe mencionar las que consisten en eliminar el suero o añadir sabores, que permiten crear una variada gama de productos.

Fernández, M. (2007), señala que en lo que concierne al yogurt, su elaboración deriva de la simbiosis entre dos bacterias, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra. Cualquier yogurt comercial también puede llevar aunque no es necesario *Streptococcus lactis*. Esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación y el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los fermentados mediante una sola cepa de bacteria. Los Lactobacilos son bacilos microaerófilos, grampositivos y catalasa negativos, estos

organismos forman ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares. Los Lactobacilos homofermentativos dan lugar a ácido láctico como producto principal de fermentación. Este grupo está integrado por *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*. Los Lactobacilos heterofermentativos producen además de ácido láctico, dióxido de carbono, etanol y otros productos volátiles; *Lactobacillus fermenti* es heterofermentativo y es capaz además, de dar buen crecimiento a temperaturas elevadas (45 °C, 113 °F).

En <http://www.monografias.com>. (2010), se indica que morfológicamente, algunos bacilos son bastones delgados y largos; otros son algo parecido al colibacilo, pero, al contrario de este, todos son grampositivos. Casi todos son inmóviles, pero se han señalado excepciones. Muchos cultivos muestran una forma diplobacilar (*) característica, a menudo reniforme (*). Los Lactobacilos, son microaerófilos o anaerobios, pero después de cultivos continuos, algunas cepas pueden desarrollarse en presencia de aire. Sus necesidades nutritivas son complejas, y la mayor parte de las cepas no puede cultivarse en los medios nutritivos ordinarios, a menos que se enriquezcan con glucosa y suero. Las necesidades individuales de aminoácidos varían de 2 a 15. Además, en general se requiere piridoxina, tiamina, riboflavina, biotina, ácido fólico y ácido nicotínico, variando las necesidades en cada caso. Estos requerimientos nutritivos variados tienen aplicación práctica en técnicas de dosificación microbiológica de vitaminas y de algunos aminoácidos, para los cuales son más sensibles que los métodos químicos disponibles. En concentración adecuada, hay cierta relación definida, incluso lineal, entre la concentración de vitamina en un medio de cultivo adecuado, pero exento de vitamina, y el desarrollo o la cantidad de ácido producido.

Para <http://www.industriabebible.com>.(2010), el *Lactobacillus bulgaricus*, es una bacteria láctea homofermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el

desarrollo del *Streptococcus thermophilus*. Los estreptococos son un género de bacterias gram-positivas y catalasa negativos, esféricas pertenecientes al filo Firmicutes (*). Observadas bajo el microscopio, se ve que *Streptococcus thermophilus* crece formando pares diplococos o cadenas medianamente largas de células esféricas o elipsoides de un diámetro aproximado de 0,7-0,9 μm . Dentro de ésta familia también se encuentran otras especies que son causantes de enfermedades como: Estreptococos del grupo A: *Streptococcus pyogenes* producen amigdalitis e impétigo(*); Estreptococos del grupo B: *Streptococcus agalactiae* producen meningitis en neonatos y trastornos del embarazo en la mujer; Neumococo: *Streptococcus pneumoniae* es la principal causa de neumonía adquirida en la comunidad; *Streptococcus viridans* es una causa importante de endocarditis y de abscesos dentales. *Streptococcus thermophilus*, es una bacteria homofermentativa termorresistente, produce ácido láctico como principal producto de la fermentación, se desarrolla a 37-40° pero puede resistir 50° e incluso 65° media hora. Tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacillus*. En el yogurt viven en perfecta simbiosis.

4. Descripción del proceso para elaborar yogurt

a. Selección de la leche

Mostacero, F. (2002), indica que aunque se ha utilizado leche de diferentes especies animales para la fabricación del yogurt, en la industrialización se utiliza básicamente leche de vaca. Puede utilizarse, leche entera, leche parcialmente descremada, leche descremada o crema de leche. La leche más apropiada es la que posea un contenido elevado de proteínas por razón de su alta densidad. A pesar de ello no es necesario elegir una leche con una proporción elevada de colorante seco para la producción de yogurt, pues aquel puede ser aumentado más tarde por medio de otros productos como, leche descremada concentrada, leche en polvo descremada, suero, lactosa. Para que el cultivo iniciador se desarrolle, han de tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Bajo recuento bacteriano.
- Libre de antibióticos, desinfectantes, leche mastítica (*), calostro (*) y leche rancia.
- Sin contaminación por bacteriófagos (*).

b. Pasteurización

Palou A, y Serra, P. (2000), afirman que en la preparación del yogurt, la leche se pasteuriza a 95 – 96 °C por un tiempo de 5 min. Para destruir los microorganismos patógenos y la flora que no interese. Luego se enfría hasta los 45 °C, que es la temperatura que normalmente se usa en la incubación.

c. Incubación

Rojas, E. (1994), reporta que para efectuar la incubación la leche se inocula con un starter de los dos microorganismos, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, pero que han sido cultivados por separado para evitar un exceso de producción de ácido láctico. De este modo, no se ve favorecida una especie frente a la otra dentro del mismo starter. Si la leche está libre de inhibidores, la actividad microbiana está determinada principalmente por la temperatura de incubación y la cantidad de inoculante agregado. Mientras mayor sea la diferencia con la temperatura óptima y menor la cantidad de agregada mayor será el tiempo de fermentación.

Sawen, E. (1984), señala que la temperatura y el tiempo de incubación, además de la cantidad de inóculo, no solo influyen en la acidez final sino también en la relación entre bacterias. En el caso del cultivo del yogurt con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, una menor cantidad de este producto a bajas temperaturas favorecen al *Streptococcus thermophilus* y en el caso inverso al *Lactobacillus bulgaricus*. En la elaboración de yogurt es preferible usar un corto tiempo de procesamiento, y para eso se regula la temperatura y la cantidad de

agente patógeno. Normalmente se usan temperaturas de incubación entre 42 y 45 °C, de 2 a 3% de cultivo y un tiempo de incubación de 2³⁰ a 3 hs.

Para <http://www.bvs.yogurt.cu.com>.(2010), en un principio el pH (comúnmente de 6,8) es favorable para el *Streptococcus thermophilus* que se desarrolla más rápido produciendo ácido fórmico y dióxido de carbono, bajando así el pH hasta 5 aproximadamente. De este modo se estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. Al mismo tiempo, el desarrollo del *Lactobacillus bulgaricus* favorece el crecimiento del *Streptococcus thermophilus* por la producción de nutrientes como ácido láctico, péptidos y aminoácidos como la valina. Esta aparición del ácido láctico es el que provoca el descenso del pH, que a su vez es el responsable de la coagulación de la leche. La coagulación se produce a causa de la estabilidad de las caseínas. Al pH de la leche fresca, las caseínas tienen carga negativa y se repelen. En la acidificación de la leche, los iones hidrógeno del ácido son absorbidos por las caseínas, por lo que la carga negativa va disminuyendo y así también la repulsión entre ellas. La coagulación empieza cuando la repulsión ha disminuido. A un pH de 4,6 las caseínas son eléctricamente neutras y completamente insolubles. Este nivel de pH se conoce como punto isoelectrico de la caseína. Su efecto en el yogurt es que una vez ocurrida le confiere su consistencia semisólida característica.

Según <http://www.cenids.insp.mx.net>.(2010), los productos lácteos fermentados, la fermentación culmina cuando se alcanza un valor de 4,2 a 4,5 de pH aproximadamente, o cuando se observa un valor de 0,75 a 0,8 de acidez titulable. Una vez lograda la acidez requerida, debe enfriarse a 4 o 5 °C para detener la fermentación y evitar que se siga produciendo ácido láctico. Como vimos, estos microorganismos y su efecto sinérgico del crecimiento conjunto son los responsables finalmente de la formación de aromas y texturas típicos del yogurt. Entre los componentes responsables del aroma se encuentran el acetaldehído, acetoina, diacetilo.

d. Fermentación y envasado

Según <http://www.es.wikipedia.org>.(2010), este proceso de fermentación en el yogurt se puede lograr de dos maneras distintas, según se quiera obtener yogurt firme o yogurt batido. El yogurt firme se envasa inmediatamente a la adición del starter en vasitos o tarritos y son llevados de esta forma a una estufa donde se produce la fermentación hasta el punto deseado y luego se refrigera en cámaras o en túneles de refrigeración. En cambio, en el yogurt batido la fermentación se produce directamente en el reactor, se homogeneiza, se enfría en un intercambiador entre 22 y 24 °C, temperatura indicada para retardar el desarrollo de las bacterias, se termina por envasar en recipientes que son inmediatamente refrigerados.

B. COLORANTES

Sawen, E. (1984), reporta que el color es la primera sensación que se percibe de un alimento, y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. Es posible, por ejemplo, confundir a un panel de catadores coloreando productos como los helados con un color que no corresponda con el del aroma utilizado. Los alimentos naturales tienen su propio color, por lo que en principio parecería como ideal su mantenimiento a lo largo del proceso de transformación. Sin embargo, los consumidores prefieren en determinados alimentos un color constante, que no varíe entre los diferentes lotes de fabricación de un producto. La variabilidad natural de las materias primas hace que este color normalizado solo pueda obtenerse modificándolo de forma artificial.

Para <http://www.isfcolorantes.com>.(2010), se debe considerar que por otra parte, muchas sustancias colorantes naturales de los alimentos son muy sensibles a los tratamientos utilizados en el procesado (calor, acidez, luz, conservantes, etc.), destruyéndose, por lo que deben substituirse por otras más estables. Otros

alimentos, como los caramelos, o como los productos de alta tecnología aparecidos recientemente en el mercado como imitaciones de mariscos, no tienen ningún color propio para hacerlos más atractivos deben colorearse artificialmente. El coloreado también contribuye a la identificación visual del producto por parte del consumidor, y en muchos casos un buen proceso de coloreado puede condicionar el éxito o fracaso comercial de un producto. La práctica de colorear los alimentos tiene una larga tradición, ya que algunos productos naturales como el azafrán o la cochinilla eran ya conocidos por las civilizaciones antiguas. También data de antiguo el uso incorrecto de sustancias colorantes perjudiciales para la salud, y su denuncia pública. Ya en 1820, F. Accum publicó en Londres un libro denunciando el uso de compuestos de cobre, plomo y arsénico, muy tóxicos, para colorear fraudulentamente los alimentos. Actualmente las regulaciones legales han hecho desaparecer muchos de los colorantes utilizados anteriormente. Por otra parte, existe una cierta tendencia a utilizar cuando es posible colorantes naturales en lugar de colorantes sintéticos, motivada por la presión de un sector importante de los consumidores. Analizado objetivamente, el coloreado de los alimentos es una actividad "cosmética", que no contribuye a mejorar su conservación o calidad nutritiva, por lo que el nivel de riesgo aceptable para un beneficio pequeño ha de ser forzosamente muy bajo.

1. Los colorantes naturales

Sharapin, N. (2000), manifiesta que la distinción entre natural y artificial, términos muy utilizados en las polémicas sobre la salubridad de los alimentos, es de difícil aplicación cuando se quiere hablar con propiedad de los colorantes alimentarios. En sentido estricto, solo sería natural el color que un alimento tiene por sí mismo. Esto puede generalizarse a los colorantes presentes de forma espontánea en otros alimentos y extraíbles de ellos, pero puede hacer confusa la situación de aquellas sustancias totalmente idénticas pero obtenidas por síntesis química. También la de colorantes obtenidos de materiales biológicos no alimentarios, insectos, por ejemplo, y la de aquellos que pueden bien añadirse o bien formarse espontáneamente al calentar un alimento, como es el caso del caramelo. Los colorantes naturales son considerados en general como inocuos y

consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes artificiales. A continuación se muestra una serie de colorantes naturales y sus propiedades:

a. Curcumina

En <http://www.mundohelado.com>. (2010), expresa que la curcumina es el colorante de la cúrcuma, especia obtenida del rizoma de la planta del mismo nombre cultivada en la India. En tecnología de alimentos se utiliza, además del colorante parcialmente purificado, la especia completa y la oleorresina; en estos casos su efecto es también el de aromatizante. La especia es un componente fundamental del curry, al que confiere su color amarillo intenso característico. Se utiliza también como colorante de mostazas, en preparados para sopas y caldos y en algunos productos cárnicos. Es también un colorante tradicional de derivados lácteos. Se puede utilizar sin más límite que la buena práctica de fabricación en muchas aplicaciones, con excepciones como las conservas de pescado, en las que el máximo legal es 200 mg/kg, las conservas vegetales y el yogurt, en las que es 100 mg/kg, y en el queso fresco, en el que este máximo es sólo 27 mg/Kg.

Según <http://www.zonadiet.com>.(2010), el colorante de la cúrcuma se absorbe relativamente poco en el intestino, y aquel que es absorbido se elimina rápidamente por vía biliar. Tiene una toxicidad muy pequeña. La especia completa es capaz de inducir ciertos efectos de tipo teratogénico (anomalía, deformidad, monstruosidad), en algunos experimentos. La dosis diaria admisible para la OMS es, provisionalmente, de hasta 0,1 mg/kg de colorante, y 0,3 mg/kg de oleorresina.

b. Riboflavina

En <http://www.blog.laiveesvida.com>. (2010), se considera que la riboflavina es una vitamina del grupo B, concretamente la denominada B2. Es la sustancia que da color amarillo al suero de la leche, alimento que es la principal fuente de

aporte, junto con el hígado. Industrialmente la riboflavina se obtiene por síntesis química o por métodos biotecnológicos. Como colorante tiene la ventaja de ser estable frente al calentamiento, y el inconveniente de que, expuesta a la luz solar o a la procedente de tubos fluorescentes es capaz de iniciar reacciones que alteran el aroma y el sabor de los alimentos. Este efecto puede ser importante por ejemplo en la leche esterilizada envasada en botellas de vidrio.

En [\(http://www.redescolar.ilce.edu.mx\)](http://www.redescolar.ilce.edu.mx).(2010), se cita que este aditivo es relativamente poco utilizado. Cuando se emplea como colorante no pueden hacerse indicaciones acerca del enriquecimiento vitamínico en la publicidad del alimento. En España se limita su uso en el yogurt a 100 mg/kg y en las conservas de pescado a 200 mg/kg. En otros productos no tiene limitación.

c. Cochinilla, ácido carmínico

Aleixandre, J. (1989), expresa que el ácido carmínico, una sustancia química compleja, se encuentra presente en las hembras con crías de ciertos insectos de la familia Coccidae, parásitos de algunas especies de cactus. Durante el siglo pasado, el principal centro de producción fueron las Islas Canarias, pero actualmente se obtiene principalmente en Perú y en otros países americanos. Los insectos que producen esta sustancia son muy pequeños, hasta tal punto que hacen falta unos 100.000 para obtener 1 Kg. de producto, pero son muy ricos en colorante, alcanzando hasta el 20% de su peso seco.

Alimarket, P. (1994), indica que el colorante se forma en realidad al unirse la sustancia extraída con agua caliente de los insectos, que por si misma no tiene color, con un metal como el aluminio, o el calcio y para algunas aplicaciones (bebidas especialmente), con el amoniaco. Es probablemente el colorante con mejores características tecnológicas entre los naturales, pero se utiliza cada vez menos debido a su alto precio. Confiere a los alimentos a los que se añade un color rojo muy agradable, utilizándose en conservas vegetales y mermeladas (hasta 100 mg/kg), helados, productos cárnicos y lácteos, como el yogurt y el

queso fresco (20 mg/Kg de producto), bebidas, tanto alcohólicas como no alcohólicas. No se conocen efectos adversos para la salud producidos por este colorante.

d. Rojo de remolacha, betanina, betalaína

En <http://www.sabormediterraneo.com>.(2010), se reporta que este colorante consiste en el colorante acuoso de la raíz de la remolacha roja *Beta vulgaris*. Como tal colorante, es una mezcla muy compleja de la que aún no se conocen todos sus componentes. A veces se deja fermentar el colorante de la remolacha para eliminar el azúcar presente, pero también se utiliza sin más modificación, simplemente desecado. Aunque este colorante resiste bien las condiciones ácidas, se altera fácilmente con el calentamiento, especialmente en presencia de aire, pasando su color a marrón. El mecanismo de este fenómeno, que es parcialmente reversible, no se conoce con precisión. Se absorbe poco en el tubo digestivo. La mayor parte del colorante absorbido se destruye en el organismo, aunque en un cierto porcentaje de las personas se elimina sin cambios en la orina.

Para <http://www.clubplaneta.com>.(2010), ante la preocupación del público por el uso de colorantes artificiales, el rojo de remolacha está ganando aceptación, especialmente en productos de repostería, helados y derivados lácteos dirigidos al público infantil. En España se utiliza en bebidas refrescantes, conservas vegetales y mermeladas (300mg/kg), conservas de pescado (200mg/kg), en yogures (hasta 18 mg/Kg), y en preparados a base de queso fresco, hasta 250 mg/Kg. No se conocen efectos nocivos de este colorante y la OMS no ha fijado un límite a la dosis diaria admisible.

2. Los colorantes artificiales

Cheftel, J. y Cheftel, H. (1980), manifiestan que el coloreado artificial de los alimentos es una práctica que data de la antigüedad, pero alcanzó su apogeo con

el desarrollo en el siglo XIX de la industria de los colorantes orgánicos de síntesis; ya en 1860 se coloreaba el vino en Francia con fucsina; más adelante se colorearon los macarrones y la mantequilla con dinitrocresol. En los últimos años la preocupación por la seguridad de los alimentos, y la presión del público, ha llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y sustituir cuando es tecnológicamente factible los colorantes artificiales por otros naturales. Además, aunque en general son más resistentes que los colorantes naturales, los colorantes sintéticos presentan también problemas en su uso; por ejemplo, en muchos casos se decoloran por acción del ácido ascórbico, efecto importante en el caso de las bebidas refrescantes, en que esta sustancia se utiliza como antioxidante. Los colorantes artificiales pueden utilizarse en forma soluble, como sales de sodio y potasio, y a veces amonio, en forma insoluble como sales de calcio o aluminio, o bien adsorbidos sobre hidróxido de aluminio formando lo que se conoce como una laca. La utilización de un colorante soluble o insoluble depende de la forma en que se va a llevar a cabo la dispersión en el alimento. A continuación presentamos algunos colorantes artificiales.

a. Tartracina

En <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>. (2010), se recalca que es un colorante ampliamente utilizado, por ejemplo, en productos de repostería, fabricación de galletas, de derivados cárnicos, sopas preparadas, conservas vegetales helados y caramelos. Para bebidas refrescantes, a las que confiere color de limón. A nivel anecdótico, la tartrazina es el colorante del condimento para paellas utilizado en sustitución del azafrán.

La tartrazina es capaz de producir reacciones adversas en un pequeño porcentaje (alrededor del 10%), de entre las personas alérgicas a la aspirina. Estas personas deben examinar la etiqueta de los alimentos que pueden contener este colorante antes de consumirlos.

b. Amarillo anaranjado

Para [\(2009\)](http://www.search.boe.es/gal.doc.php.com), se utiliza para colorear refrescos de naranja, helados, caramelos, productos para aperitivo, postres, etc. Sus límites legales de utilización en España son en general iguales o menores a los del E-102, con excepciones como las conservas vegetales, en las que no está autorizado. En 1984 se acusó a este colorante de cancerígeno, aunque esta afirmación no llegara a demostrarse. También se le ha acusado, como a todos los colorantes azoicos, de provocar alergias y trastornos en el comportamiento en niños.

c. Amaranto

Según [\(2009\)](http://www.consumerroski.com), este colorante rojo se ha utilizado como aditivo alimentario desde principios de siglo. Sin embargo, a partir de 1970 se cuestionó la seguridad de su empleo. En primer lugar, dos grupos de investigadores rusos publicaron que esta sustancia era capaz de producir en animales de experimentación tanto cáncer como defectos en los embriones. Esto dio lugar a la realización de diversos estudios en Estados Unidos que llegaron a resultados contradictorios; sin embargo, sí quedó claro que uno de los productos de la descomposición de este colorante por las bacterias intestinales era capaz de atravesar en cierta proporción la placenta.

En [\(2009\)](http://www.google.cenizas.com), se indica que este colorante es capaz de producir alteraciones en los cromosomas. Aunque no se pudieron confirmar fehacientemente los riesgos del amaranto, la administración estadounidense, al no considerarlo tampoco plenamente seguro, lo prohibió en 1976. En la CE está aceptado su uso, pero algunos países como Francia e Italia lo han prohibido de hecho al limitar su autorización únicamente a los sucedáneos de caviar, aplicación para la que no es especialmente útil y en la que suele usarse el rojo cochinilla. Del amaranto se está extrayendo las betalainas (pigmentos rojos naturales en el Amaranto), para evaluar el color y su estabilidad a diferentes temperaturas en

varias industria tanto de alimentos, cosméticas y textiles. Las betalainas dan un color más brillante que el color comercial y su estabilidad es similar en 20 semanas de almacenamiento.

d. Amarillo de quinoleína

Sharapin, N. (2000), reporta que este colorante es una mezcla de varias sustancias químicas muy semejantes entre sí. Se utiliza en bebidas refrescantes con color naranja, y en la elaboración de productos de repostería, conservas vegetales, derivados cárnicos, helados, etc. El amarillo de quinoleína es un colorante que se absorbe poco en el aparato digestivo, eliminándose directamente. Aunque no existen datos que indiquen eventuales efectos nocivos a las concentraciones utilizadas en los alimentos, no está autorizado como aditivo alimentario en Estados Unidos, Canadá y Japón, entre otros países.

e. Eritrosina

Porter, N. (1981), indica que una característica peculiar de este colorante es la de incluir en su molécula 4 átomos de yodo, lo que hace que este elemento represente más de la mitad de su peso total. Es el colorante más popular en los postres lácteos con aroma de fresa. En España se utiliza en yogures aromatizados, en mermeladas, especialmente en la de fresa, en caramelos, derivados cárnicos, patés de atún o de salmón, y en algunas otras aplicaciones.

C. REMOLACHA

Para <http://www.elrebot/Hortalizas.htm>.(2009), la remolacha *Beta vulgaris*, es una planta de la familia de las Chenopodiáceas, originaria del sur de Europa y, según la opinión más generalizada, de Italia. Procede de la especie silvestre *Beta marítima* Linn, que crece libremente en muchas zonas marítimas del sur de Europa y norte de África. Esta especie no es comestible y solo se ha utilizado

como planta medicinal. Las remolachas fueron utilizadas en la antigüedad, cuando no solamente se consumía la raíz sino las hojas que tienen un sabor semejante a las espinacas y que todavía siguen comiéndose en Francia. Fue a partir del siglo XIX cuando se abandono su uso como alimento y se destino fundamentalmente a la producción de azúcar o la extracción de alcohol.

Según <http://wwwportalgastronomico.com>.(2009), la remolacha es una buena fuente de vitamina C. Si cocemos la remolacha sin pelarla, evitaremos que se pierda la betaclanina, el pigmento rojo que contiene. La betaclanina se extrae de la remolacha para crear el colorante rojo remolacha que se usa en la industria de procesamiento de alimentos para añadir color, desde la sopas hasta helados. La remolacha de mesa (también conocida como remolacha de huerto, nabo de sangre o remolacha roja), es un vegetal popular en los huertos ecuatorianos. Las hojas (cuello), de la remolacha son una fuente excelente de vitamina A y las raíces (remolachas), son una buena fuente de vitamina C. Las hojas se cocinan y son servidas frescas como verduras, mientras que las raíces o cabezas pueden ser conservadas en vinagre para ensaladas o cocinadas enteras, para después cortarse en rodajas o en trozos.

Para <http://wwwportalremolacha.com>.(2009), las remolachas son particularmente ricas en folate. Se ha encontrado que el ácido folate y ácido fólico previenen defectos de nacimiento del tubo neural (nervioso), ayudan contra enfermedades cardíacas y anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibra, soluble e insoluble. La fibra insoluble ayuda a mantener su tracto intestinal trabajando bien, mientras que la fibra soluble mantiene sus niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados.

1. Vitaminas de la remolacha

Noonan, J. y Meggos, H, (1980), indican que en la remolacha se destaca los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6. Por el contrario, la remolacha es, junto con la berenjena o el pepino, una de las verduras con menor

contenido en provitamina A y en vitamina C. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos en el sistema inmunológico.

Para <http://www.vitaminas-de-la-remolacha.html>.(2009), la vitamina B2 o riboflavina se relaciona con la producción de anticuerpos y de glóbulos rojos y colabora en la producción de energía y en el mantenimiento del tejido epitelial de las mucosas, mientras que la niacina o vitamina B3 colabora en el funcionamiento del sistema digestivo, el buen estado de la piel, el sistema nervioso y en la conversión de los alimentos en energía. La vitamina B6 participa en el metabolismo celular y en el funcionamiento del sistema inmunológico.

2. Contenido de componentes en la remolacha

Cheftel, J. (1980), señala que la composición de un mismo tipo de alimento puede diferir considerablemente dependiendo de la variedad local y otros factores tales como el clima, época de cosecha, grado de madurez, etc. Los análisis se refieren a 100 gr. de parte comestible del alimento en crudo, a menos que se indique lo contrario. La remolacha es rica en azúcar y sales minerales. Su valor nutritivo es parecido al de la zanahoria, su valor químico o catalítico es considerable. Tiene mucha cantidad de carotina, de suma importancia para la vitalidad del organismo en general. Es refrescante, aperitiva, bastante nutritiva. Contiene un elemento radioactivo, el rubidio, cuya acción sobre la nutrición es notable.

En <http://www.composiciremolacha.com>.(2010), se indica que es particularmente recomendable en invierno ya que sus azúcares naturales, no habiendo sufrido las transformaciones industriales que destruyen sus vitaminas. Cosa que no ocurre con el azúcar industrial. Hay que advertir que, al envejecer, las fibras celulósicas de la remolacha se endurecen y se vuelven indigestas. Los componentes presentes en 100 g de remolacha son los que a continuación se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. COMPONENTES EN LA REMOLACHA /100 GRAMOS.

Principios inmediatos	Blancas cocidas	Rojas crudas
Agua	88,09 g.	84,9 g.
Celulosa	1,1	1,3
Sacarosa	7,7	9,6
Glucosa	0,8	1,1
Grasas	0,1	0,1
Proteínas	1,4	1,9
Cenizas	0,9	1,1
Minerales		
Sodio	82 mg.	200 mg.
Potasio	227	275
Calcio	26	103
Magnesio	17	26
Hierro	0,7	1
Fósforo	30	52
Azufre	20	37
Cloro	80	83
Manganeso	0,5	0,6
Cobre	0,18	0,2
Vitaminas		
Vitamina A	12,5 U.I.	55 U.I.
Vitamina C	5,6 mg	16,7 mg
Vitamina B1	0,028	0,065
Vitamina B2	0,038	0,065
Vitamina B5	0,250	0,280
Vitamina PP	0,300	0,840

Fuente: <http://www.composiciremolacha.com>.(2010).

3. Propiedades

Para <http://www.diabetesstop.wordpress.com>.(2010), la remolacha es rica en folate. Se ha encontrado que el ácido folate y ácido fólico previenen defectos de nacimiento del tubo neural (nervioso), ayudan contra enfermedades cardíacas y anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibra, soluble e insoluble. La fibra insoluble ayuda a mantener su tracto intestinal trabajando bien, mientras que la fibra soluble mantiene sus niveles de azúcar en la sangre y colesterol controlados. La remolacha es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, lo que hace que ésta sea una de las hortalizas más ricas en azúcares, es buena fuente de fibra.

4. Colorante de la remolacha

Según <http://www.fguirado.blogspot.com>.(2010), es un gran regenerador y reconstituyente del organismo sobre todo del hígado y sangre. Ayuda a bajar la tensión. Baja la fiebre combate los enfriamientos y procesos gripales. Es excelente para los desordenes menstruales y deberá de tomarse a razón de tres vasitos diarios. Contiene gran cantidad de sodio, hierro, calcio, potasio, cloro. Es un remedio muy potente y deberá de ser tomado en vasitos pequeños por cada toma o bien mitad de colorante y mitad de agua.

5. Clases de remolacha

a. Remolacha forrajera

Mostacero. F. (2002), indica que la remolacha forrajera se utiliza sobre todo en la alimentación animal. Se cultiva en los climas más frescos pero no puede resistir las heladas y una vez recogida, debe mantenerse almacenada durante un tiempo antes de administrársela a los animales.

b. Remolacha azucarera

Según <http://www.aditivosalimentarios.html>. (2010), la remolacha azucarera es de color blanquecino, su explotación se destina principalmente a la industria del azúcar. De hecho, en nuestro país el 99 % de la producción de azúcar proviene de esta hortaliza.

c. Remolacha de mesa o remolacha roja

Mostacero. F. (2002), manifiesta que la remolacha de mesa es la más común y la que normalmente se consume como hortaliza. Su forma se suele asemejar a la de un globo, aunque algunas variedades también presentan una forma más plana.

6. Utilización

En <http://www.consumer.es>.(2010), se indica que estos compuestos extraídos de la remolacha son utilizados generalmente en la industria de la alimentación como colorante para ciertos postres, como las gelatinas o el yogurt etc. Este colorante también se usa para pigmento de pinturas.

D. INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

En <http://www.monografias.com>.(2010), se indica que en España se utiliza en bebidas refrescantes, conservas vegetales y mermeladas (300mg/kg), conservas de pescado (200mg/kg), en yogures (hasta 18 mg/kg), y en preparados a base de queso fresco, hasta 250 mg/kg. No se conocen efectos nocivos de este colorante y la OMS no ha fijado un límite a la dosis diaria admisible. Disponible en:

Según <http://www.industriabebible.com>.(2010), el uso de colorantes sintéticos en alimentos ha sido cuestionado ya que todo indica que su consumo indiscriminado podría tener efectos cancerígenos. Debido a esto los colorantes naturales

extraídos de plantas pueden ser utilizados con fines alimenticios. En este trabajo investigativo, se utilizó como materia prima al mortiño y a la flor de la jamaica, frutos que poseen antocianinas y que son subutilizados en nuestro país, se muestran aspectos generales sobre los colorantes antocianicos. Además se describen los métodos de extracción utilizados tomando como solvente una solución alcohólica acidificada (etanol – ácido cítrico), en diferentes concentraciones. Luego se analizó la posibilidad del uso del colorante en yogurt. La materia prima fue sometida al proceso de liofilización disminuyendo en un 30% el tiempo de extracción del colorante en comparación con la fruta al natural. Una vez obtenido el colorante se determinó la concentración de los colorantes (mg/L), mediante el método del pH diferencial y con estos valores obtenidos estudiamos las posibilidades de tinción en yogurt. Las muestras fueron sometidas a un análisis sensorial por medio de una prueba triangular utilizando panelistas semientrenados. Se realizaron 3 muestreos con 20 panelistas cada uno. Se pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído utilizando 0.5 gr del colorante del mortiño y 1.75 gr del colorante de la flor de la jamaica al comparar por medio de colorimetría con una muestra de yogurt de mora industrial que fue tomado como referencia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el Centro de Producción de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi de la ESPOCH, en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo la misma que se encuentra ubicada en el Km 7 vía a Licto-Tunshi San Nicolás, a 2750 SNM., 79° 40' Longitud W y 01° 65' de latitud Sur. El presente experimento tuvo una duración de 120 días. Las condiciones meteorológicas, donde se efectuó la investigación se expresan en el cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI.

Características	AÑOS		Promedio
	2008	2009	
Temperatura, °C	13.50	12.70	13.10
Precipitación, mm.	500.40	573.60	558.60
Humedad relativa, %	63.00	61.00	66.25

Fuente: Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. (2009).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el presente trabajo se utilizaron 160 litros de leche por cada réplica, distribuidos en cuatro tratamientos (incluido el testigo), con cuatro repeticiones, es decir cada repetición fue de 10 litros. Para esta investigación se realizaron 2 réplicas consecutivas dando un total de 320 litros de yogurt.

C. MATERIALES Y EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Olla doble fondo acero inoxidable.
- Termómetro.
- Frigorífico.
- Tanque de gas.
- Colador.
- Envases de plástico.
- Fermento de yogurt.
- Colorante de remolacha.
- Azúcar.
- Saborizante de fresa.
- Colorante artificial.
- Botas de caucho.
- Guantes de goma.
- Mascarilla.
- Gorra.
- Materiales de oficina.

2. Equipos e instalaciones

- Sala de procesamiento de yogurt.
- Colador de jugos.
- Bidones de plástico de 40 litros.
- Balanza de precisión digital.
- Báscula.
- Acidómetro.
- Equipo para determinar grasa GERBER.
- Equipo Kendall para determinar grasa y ceniza.

- Peachímetro.
- Envasador Manual.
- Extractor de hortalizas.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó la aplicación de diferentes niveles de colorante de remolacha (0,5%; 1% y 1,5%), para la coloración del yogurt de fresa frente a un tratamiento testigo (0%), se realizó 4 repeticiones para cada tratamiento modelados bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial, ya que se tomo como factor de estudio el efecto que presentaron las réplicas, el modelo lineal aditivo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (\alpha T \beta_{ij}) + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media general

T_{ij} = Efecto de los tratamientos (factor A)

β_{ij} = Efecto de los ensayos (factor B)

$\alpha T \beta_{ij}$ = Efecto de la interacción AxB

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

1. Esquema del experimento

En el cuadro 4. Se describe el esquema del experimento que fue empleado en la investigación:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Porcentaje de colorante de remolacha	Código	Repeticiones	T.U.E.	Litros de yogurt por tratamiento
0 %	T ₀	4	10	40
0,5%	T ₁	4	10	40
1%	T ₂	4	10	40
1,5%	T ₃	4	10	40
Subtotal				160
Réplicas	2			
Total				320

Fuente: Amán, C. (2010).

En el cuadro 5. Se describe el esquema del Análisis de varianza (ADEVA).

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	31
Factor A	3
Factor B	1
Interacción A*B	3
Error	24

Fuente: Amán, C. (2010).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Análisis físico-químico

- Proteína.
- Grasa.
- Humedad.
- pH.
- Ácidez.

2. Análisis microbiológico

- Coliformes totales y fecales.
- Mohos y levaduras.

3. Análisis organoléptico

- Apariencia.
- Color.
- Olor.
- Sabor.

4. Vida de anaquel

La vida de anaquel del yogurt de fresa se la evaluó bajo condiciones de almacenamiento y se tomaron muestras del pH el día 15 y 30 posteriores a la elaboración.

5. Rentabilidad

- Costos de producción.

- B/C.

F. ANALISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias a través de la prueba de Tukey ($P < 0.05$), para variables que presenten significancia.
- Las variables sensoriales fueron evaluados aplicando la prueba de Rating Test.
- Análisis de regresión múltiple para variables que presenten significancia.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Primeramente se realizó la recepción de la leche, teniendo precaución de recibirla en recipientes limpios, completamente lavados y desinfectados.
- Posteriormente se efectuó el control de la materia prima, seleccionando la remolacha para proceder a lavarla, pelarla de esta forma continuar a cortar en el tamaño en el cual pueda ser fácil para pasarle por el extractor de hortalizas, se obtuvo el colorante por medio de la aplicación de la fuerza centrífuga, que permitió el desprendimiento del colorante rojo de remolacha y como residuo únicamente quedo la fibra, este colorante fue colocado en un recipiente para aplicar al yogurt en sus respectivas concentraciones.
- Luego se procedió a la filtración de la leche que consistió en que en el momento de descargar la leche a los tanques de recepción esta pasó por un filtro o colador para eliminar suciedades gruesas (pelos, pasto, etc.), y de existir alguna de estas.
- El paso siguiente fue practicar el control de calidad de la leche es decir La realización de los análisis físico (pH y acidez), sensorial (olor, color y sabor),

ya que se debíamos estar seguro que la leche no provenga de vacas que estén siendo tratadas con antibióticos, ni que estén enfermas.

- A continuación se procedió al enfriamiento es decir que la leche una vez filtrada fue enfriada por medio de un sistema de placas a una temperatura de 4°C.
- Seguidamente se realizó la estandarización de la leche, para lo cual se utilizó principalmente el homogeneizador con el fin de normalizar la cantidad de grasa y de sólidos que va a contener el producto, para garantizar una distribución homogénea de la grasa.
- Luego se procedió a la pasteurización que se realizó por medio de un pasteurizador de placas a una temperatura de 87°C. por 5 minutos y enfriar a la leche a una temperatura de 45°C.
- El paso siguiente fue la incubación que se realizó a una temperatura de 45°C . Esta se efectuó por medio de Fermentos Directos, dado que se ha comprobado que por medio de repiques se ha producido algún tipo de contaminación. La incubación se la realizó por un lapso de 4 horas. hasta alcanzar un pH de 4.6.
- Posteriormente se efectuó la fermentación del yogurt que consistió en dejar reposo a la leche incuba hasta que se fermente y se forme el coagulo.
- Cuando la mezcla ya ha obtenido un pH de 4,6 aproximadamente, se procedió al corte de la misma.
- Posteriormente se adicionó el azúcar, saborizante y el colorante de remolacha, que fue colocado de acuerdo a los tratamientos establecidos en la investigación es decir, para el tratamiento control no se adicionó el colorante y para el resto de tratamientos los porcentajes fueron de 0,5% ; 1% y 1,5%.

- Se efectuó la toma de muestras de cada uno de los 4 tratamientos y 4 repeticiones en cada una de las réplicas para los análisis respectivos de laboratorio y vida de anaquel, para proceder al envasado llevando a refrigerarlo a 5°C.
- Finalmente se efectuó el almacenamiento, el mismo que consistió en que después de ser empacado se colocó en cámaras frigoríficas con una temperatura de 5 °C, donde se mantendrá hasta su uso. Se recomienda no almacenar el producto no más de 3 semanas. A continuación se ilustra en el gráfico 1, el flujo de elaboración del yogurt de fresa.

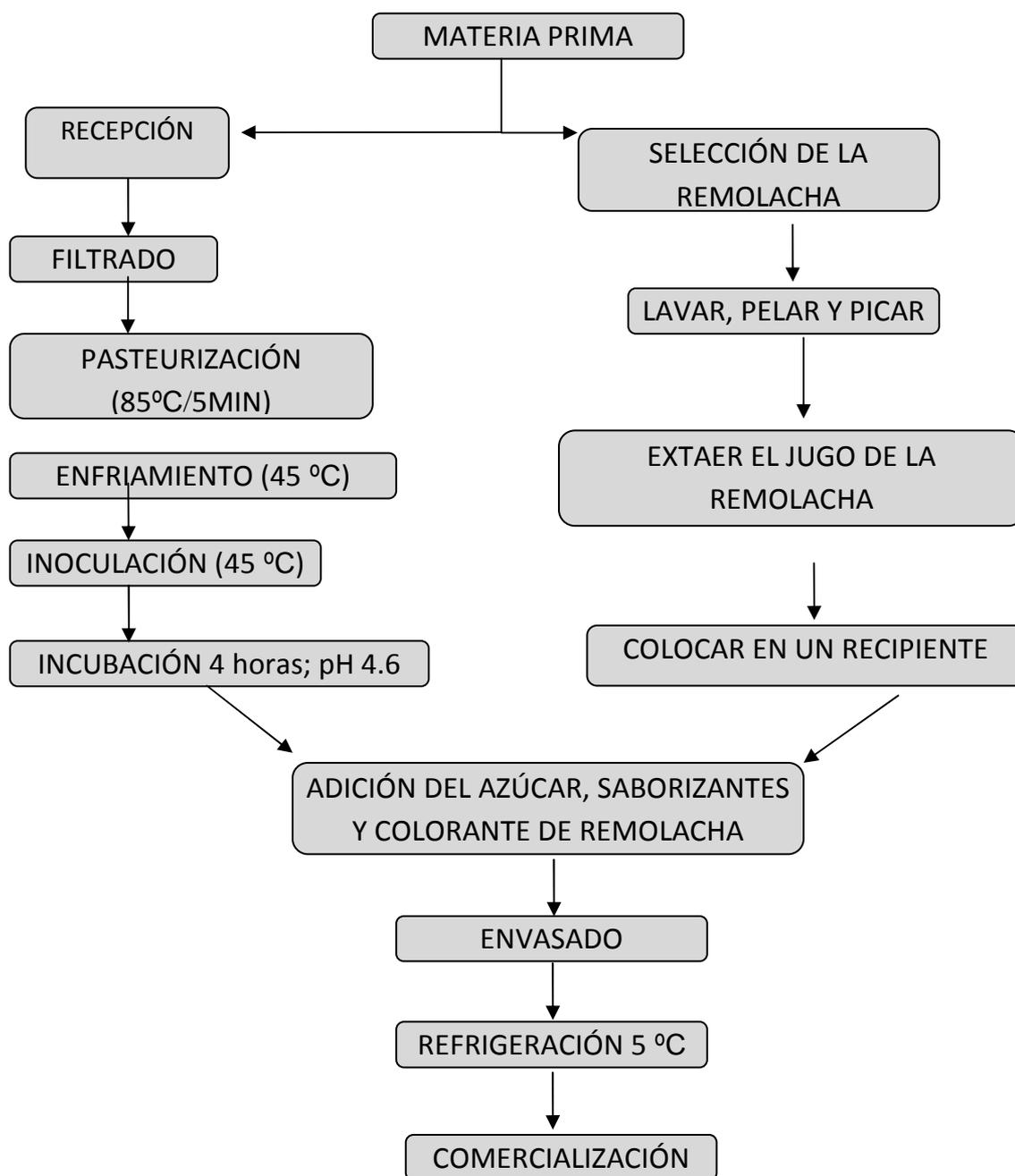


Gráfico 1. Flujograma de elaboración del yogurt de fresa.

H. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

1. Medición del pH

- En un vaso de precipitación se colocó 10 ml de la muestra.
- Posteriormente se lavó y secó los electrodos del peachímetro.

- Se calibró con la solución buffer de pH 4 y luego con la pH 7.
- Finalmente se realizó la lectura.

2. Determinación de la acidez

- Colocamos 10 ml de muestra en un vaso de precipitación con la ayuda de la pipeta.
- Agregamos 2-3 gotas de fenolftaleína.
- Titulamos.
- Procedemos a la lectura con el acidímetro.

3. Prueba de la grasa

- Se colocó en un butirómetro 10 ml de H_2SO_4 a $20^\circ C$, luego 2 ml de alcohol isoamílico a $20^\circ C$.
- Con la ayuda de una pipeta se colocó 11 ml de yogurt.
- Finalmente se procedió a tapar el butirómetro, luego se centrifugó por 5 minutos, luego se introdujo la aguja en el tapón del butirómetro y se procedió a la lectura.

4. Control microbiológico

Para la determinación de las colonias de bacterias de E. coli, coliformes totales y bacterias aerobias, se utilizaron las placas petrifilm, las cuáles vienen ya preparadas para cada tipo de bacterias en estudio. Una vez esterilizados todos los materiales se procedió a desinfectar el área en donde se iba a sembrar para luego realizar la respectiva siembra colocando 1 ml de muestra en cada una de las placas petrifilm dependiendo del tipo de bacteria que se desea observar. El tiempo de incubación depende del tipo de bacteria que se quiere observar, como son: Aerobios totales 48h a temperatura de $37^\circ C$ y E. coli, coliformes totales y

24h a temperatura de 37°C. A continuación se ilustra en el gráfico 2. El esquema de determinación de coliformes totales y fecales en el yogurt:

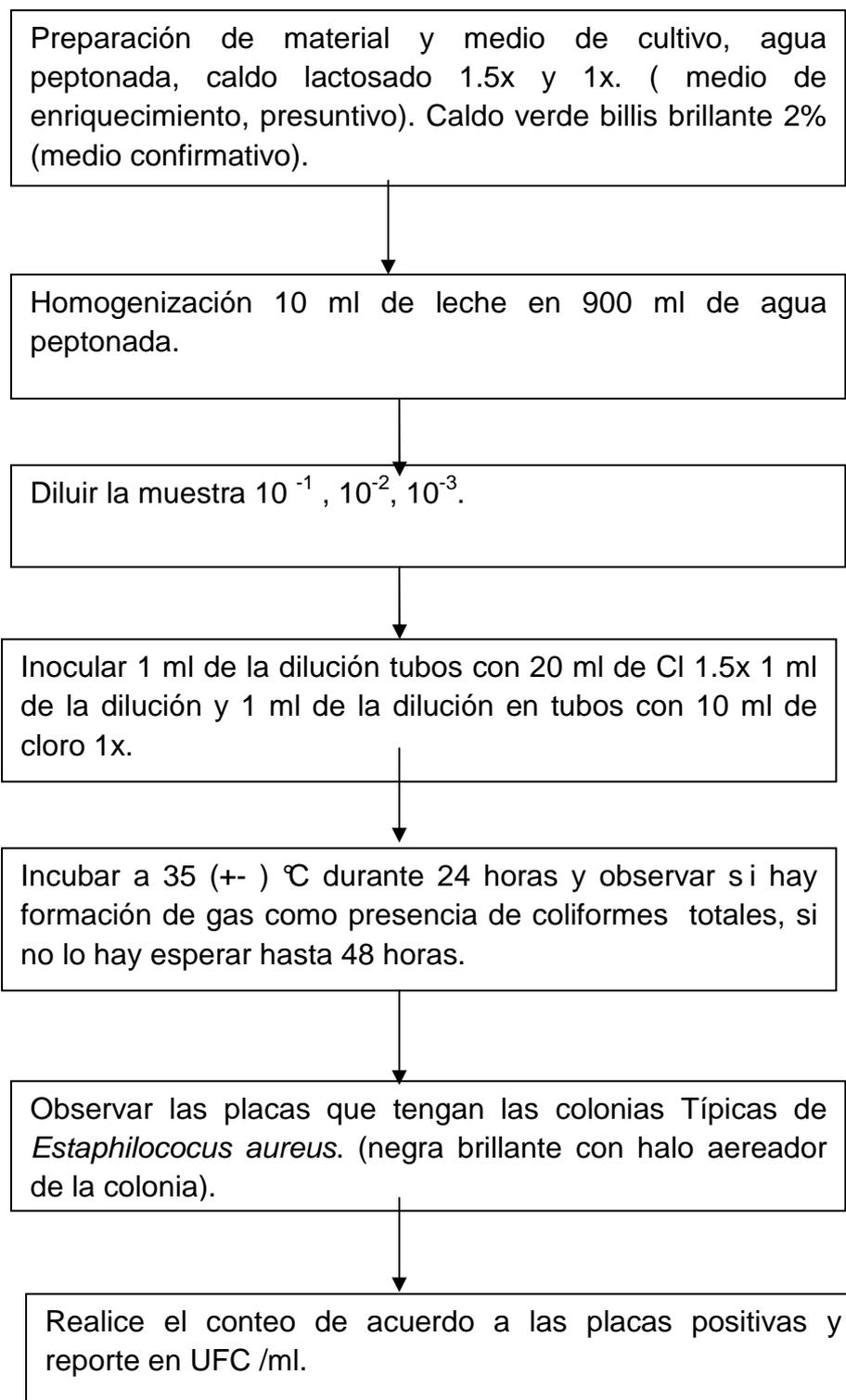


Gráfico 2. Detección de bacterias coliformes totales y fecales en el yogurt.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA

1. Contenido de Proteína

Los contenidos de proteína que presentaron los yogures de fresa registraron diferencias altamente significativas ($P > 0.0004$), por efecto de los niveles de colorante natural de remolacha (factor A), reportándose el valor más alto de proteína en el tratamiento con 1,5% de colorante (T3) con 2.98%, y las respuestas más bajas fueron registradas en los yogures coloreados con 0,5% de remolacha (T1), con 2.80%, en comparación del tratamiento testigo (T0), que presentó 2,86% de proteína, como se puede observar en el cuadro 6 y gráfico 3.

Las respuestas alcanzadas en nuestra investigación nos permiten deducir que a mayores niveles de colorante de remolacha los contenidos proteicos en el yogurt de fresa, se elevan. Lo que es corroborado con las afirmaciones de Sawen, E. (1994), que indica que el contenido de proteína de la leche varía entre 2.5 y 4.4 % y el del colorante de remolacha es de 1,9%, por lo tanto existe un aporte dual de este componente por parte de las materias primas del yogurt.

Pero sin embargo el contenido de proteína del yogurt de fresa se mantiene entre los aportes de la leche, ratificándose lo que señala Hernández, M. (1998), quien indica que la calidad del producto que se obtiene depende fundamentalmente de la procedencia de los fermentos y del tipo de leche que se utilice, ya que cada una posee distintas proporciones de agua, proteína, lactosa, grasas y sales minerales; lo que en parte justifica también que las respuestas encontradas son ligeramente inferiores a las que reportaron Vayas, E. (2002), Cuvi, J. (2004) y Sacón, P. (2004), quienes registraron contenidos de proteína de 3.4 a 3.8 %. Además, las diferencias existentes entre los reportes citados con las respuestas obtenidas pueden deberse a la técnicas de laboratorio empleadas en el análisis

Cuadro 6. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES (0, 0,5%; 1% y 1,5%) DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA *Beta vulgaris*.

VARIABLES	PORCENTAJES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA				CV	\bar{x}	Prob	Sig.
	0%	0,5%	1%	1,5%				
	TO	T1	T2	T3				
Contenido de Proteína, (%).	2,86 c	2,80 d	2,90 b	2,98 a	3.4	2,88	0.0004	**
Contenido de Grasa, (%).	3,29 b	3,43 a	3,09 d	3,19 c	2.6	3,21	0.0005	**
Contenido de Humedad, (%).	76,68 c	78,81 b	79,06 a	78,93 b	2.0	78,90	0.0001	**
Contenido de Materia Seca, (%).	23,32 a	21,19 b	20,94 d	21,07 c	9.0	21,10	0.0001	**
pH	4,29 a	4,29 a	4,30 a	4,30 a	3.8	4,29	0.40	ns
Ácidoz	0,77 a	0,76 a	0,78 a	0,77 a	1.4	0,77	0.72	ns

Fuente: Aman, C. (2010).

CV: Coeficiente de variación

\bar{x} : Media general

Sign.: Significancia

Prob. >0,01: Existen diferencias estadísticas.

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey (P<0.05).

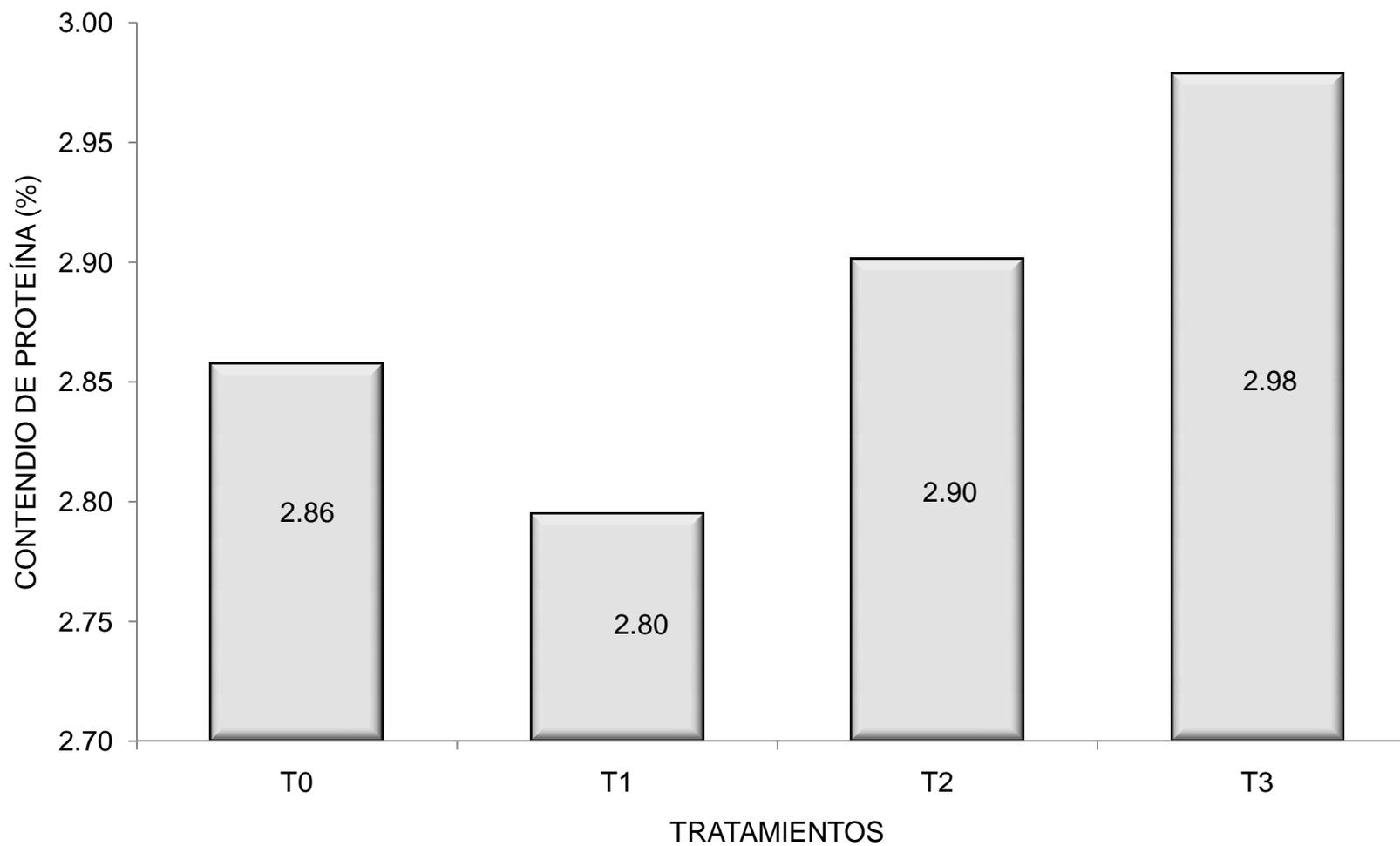


Gráfico 3. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de fresa por efecto de los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

físico-químico, y la precisión con la que se realizó los procesos de extracción del colorante de remolacha *Beta vulgaris*, y la obtención del yogurt.

En el análisis del efecto que presentan los ensayos (Factor B), sobre las valoraciones de proteína del yogurt de fresa se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.05$), como se observa en el cuadro 7 y gráfico 4, con un promedio general de 2,88 y una desviación estándar de 0,003, con relación a la media. La separación de medias de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$), determinan que los valores proteínicos más altos se consiguió en el segundo ensayo con medias de 2,91% y los más bajos fueron registrados en el primer ensayo con medias de 2,85%. Sin embargo podemos decir que estos reportes se encuentran enmarcados dentro de las exigencias de calidad de la Norma INEN 710 (1996), que indica que un yogurt para ser considera de buena calidad y apto para el consumo humano no debe contener menos del 3% de proteína. Las respuestas registradas pueden deberse a que a medida que se desarrollo la investigación se adquirió mayor experiencia en la elaboración del yogurt y no se permitió que la proteína tanto del yogurt como del colorante de remolacha se volatilicen.

Finalmente en el análisis del contenido de proteína del yogurt de fresa por efecto de la interacción entre los niveles de colorante de remolacha y los ensayos consecutivos, cuadro 8, se determinaron diferencias altamente significativas ($P > 0.0003$), entre medias registrándose los mejores valores en los tratamientos T3 del primero y segundo ensayo con medias de 2,95 y 3,01% respectivamente, en tanto que en los tratamiento T0 y T1 del primer ensayo, se observó los contenidos proteicos más bajos de la investigación que fueron de 2,77 y 2,73%, que al ser cotejados con las exigencias de calidad de la Norma INEN 710 (1996), no son considerados productos confiables para el consumo humano pues el contenido proteico mínimo que debe aportar un yogurt debe ser de 3%, según el INEN. Pese a estas consideraciones hay que tomar en cuenta que existen en el mercado aditivos que pueden elevar estos porcentajes proteicos aunque a un mayor costo, lo que incide sobre el precio y la rentabilidad del producto pero la ventaja seria que al utilizar en la formulación un colorante natural estamos cuidando la salud del consumidor.

Cuadro 7. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA COLOREADO CON DIFERENTES NIVELES (0,5%; 1% y 1,5%) DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA *Beta vulgaris*, POR EFECTO DE LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

VARIABLES	ENSAYOS		\bar{x}	Sx	Prob	Sig
	E1	E2				
Contenido de Proteína, (%).	2,85 b	2,91 a	2.88	0,003	0.0001	**
Contenido de Grasa, (%).	3,25 b	3,16 a	3.21	0,03	0.006	**
Contenido de Humedad, (%).	81,23 a	76,57 b	78,90	0,01	0.0002	**
Contenido de Materia Seca, (%).	18,77 b	23,43 a	21,10	0,01	0.0002	**
pH	4,30 a	4,29 a	4,30	0,01	0.45	Ns
Ácidoz	0,77 a	0,77 a	0,77	0,004	0.51	Ns

Fuente: Aman, C. (2010).

Sx: desviación estándar de las medias

Sign.: Significancia

Prob. >0,01: Existen diferencias estadísticas.

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

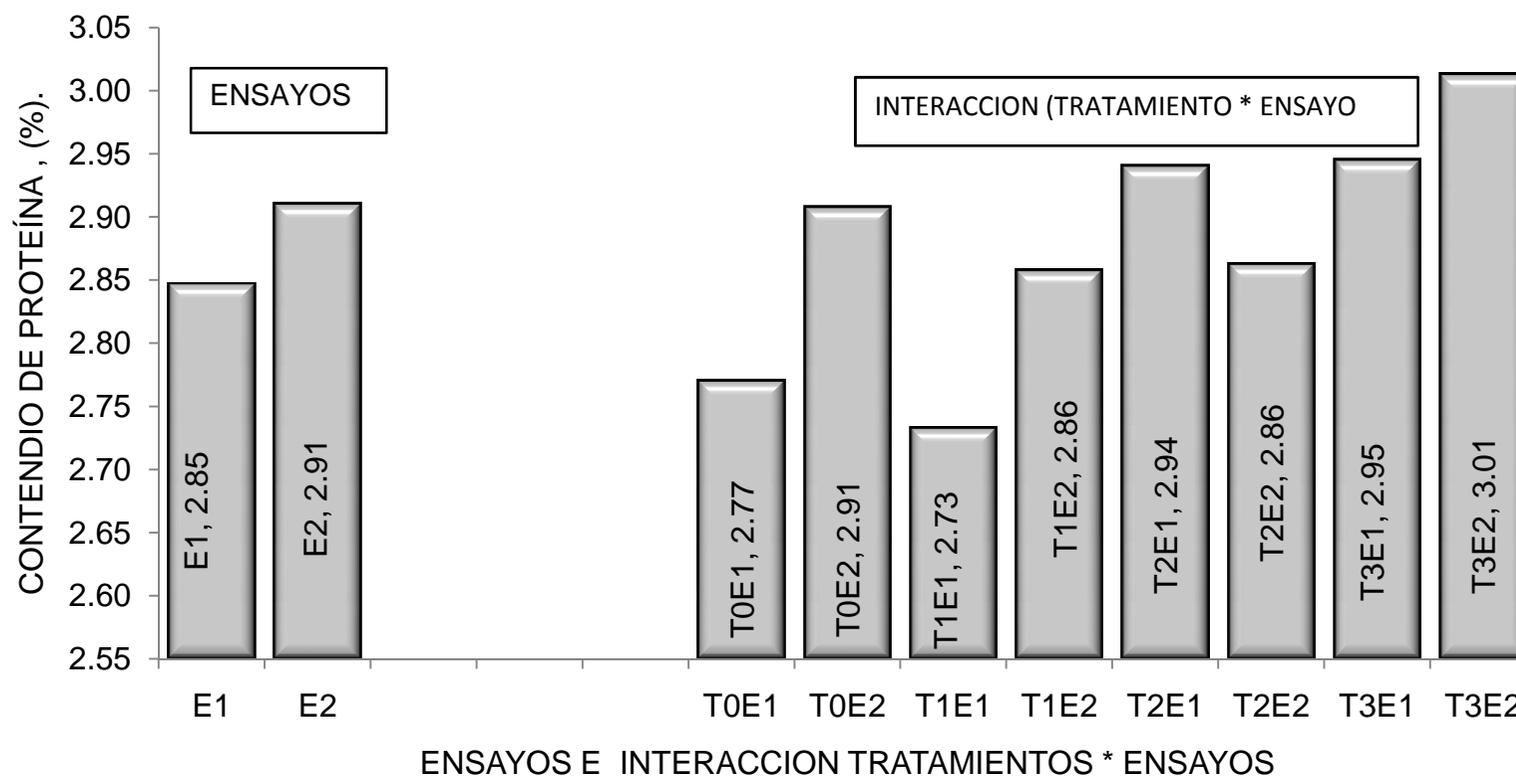


Gráfico 4. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*, por efecto de los ensayos y de la interacción (tratamientos * ensayo).

Al realizar el análisis de regresión del contenido de proteína, se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.008$), con una ecuación para el contenido de Proteína = $2,83 - 0,04X + 0,03 X^2$, lo que quiere decir que partiendo de un intercepto de 2,83; la proteína, en el yogurt de fresa sufre en descenso de 0,04% de proteína, por cada unidad de cambio del nivel de colorante de remolacha, para posteriormente registrar un leve ascenso de 0,03%, al incluir mayores niveles de colorante de remolacha, como se puede ver en el gráfico 5. El coeficiente de determinación (R^2), fue de 54,16%, en tanto que el 45,87% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, como son principalmente la calidad de la materia prima que en este caso es la leche cuya procedencia fue incierta, en la investigación.

2. Contenido de grasa

Al analizar el contenido de grasa del yogurt de fresa que se puede observar en el gráfico 6, las medias de los tratamientos registran diferencias altamente significativas ($P > 0.0005$), por efecto de los niveles de colorante de remolacha, presentándose la mejor respuesta en el tratamiento T1 con 3.43% de grasa, que son superiores al tratamiento testigo que reportó valores de 3.29% mientras que contenidos grasos más bajos fueron reportados por los tratamientos T2 y T3 con 3.09 y 3.19%, respectivamente, es decir que a mayores niveles de colorante de remolacha, menor contenido de grasa en el yogurt lo que puede deberse a lo manifestado en <http://www.remolacha.com>. (2010), que indica que la remolacha tiene un escaso aporte de grasa que es en el orden del 0.1% y que la grasa neutra de un alimento y componentes liposolubles como los colorantes que conforman colorante etéreo, son susceptibles a cambios químicos y físicos por efecto del calor y picado lo cual altera el contenido de la grasa en el yogurt, al que se le considera como un alimento funcional, que tiene un impacto positivo en la salud del individuo, además del valor nutritivo que contiene, ya que su aporte de grasa es bajo y asegura a los consumidores niveles bajos de colesterol.

Por lo que adicionalmente se puede manifestar que las respuestas obtenidas guardan relación con el reporte de Mejía, V. (2006), que registra un contenido

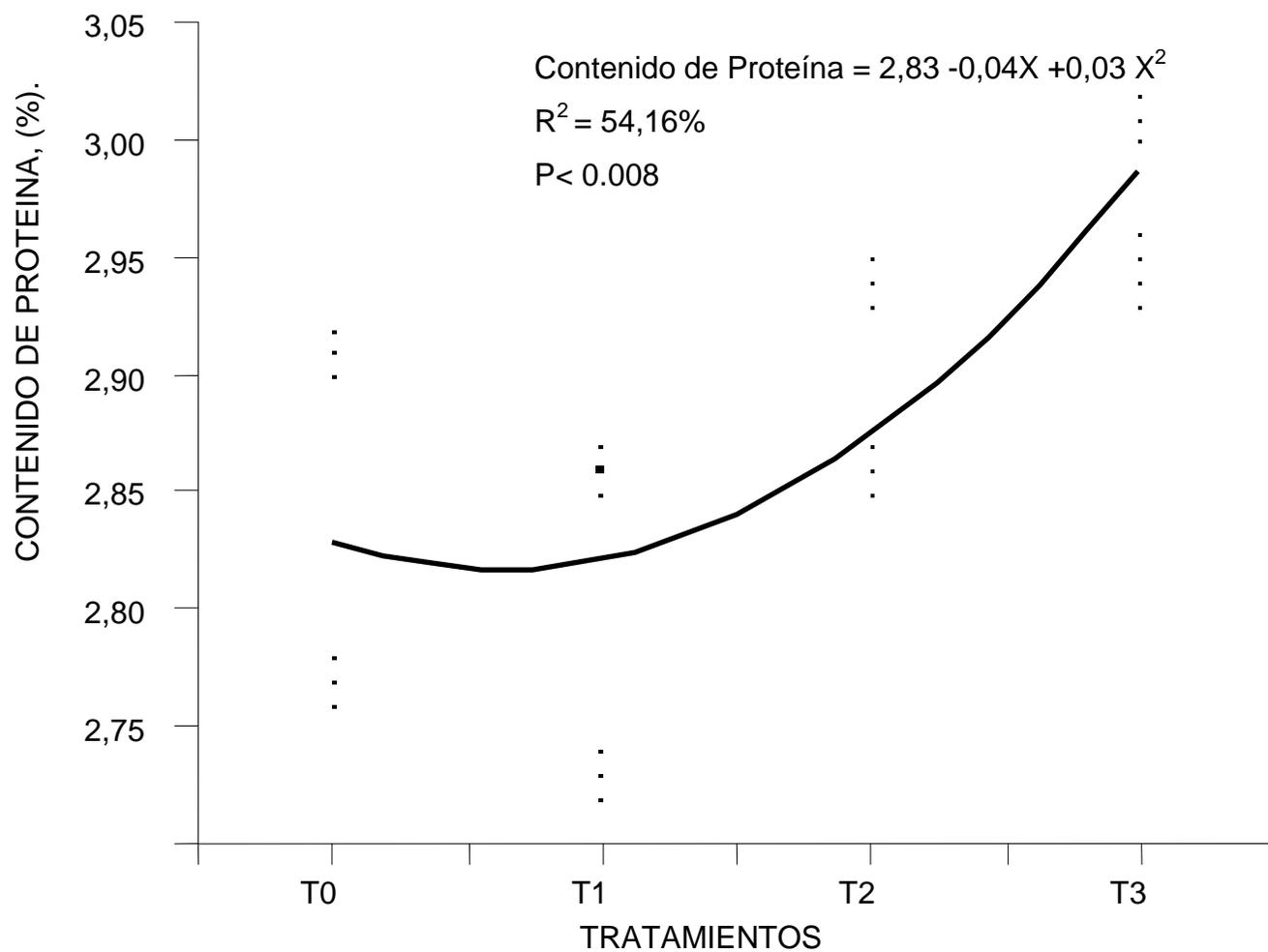


Gráfico 5. Análisis de regresión del contenido de proteína del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

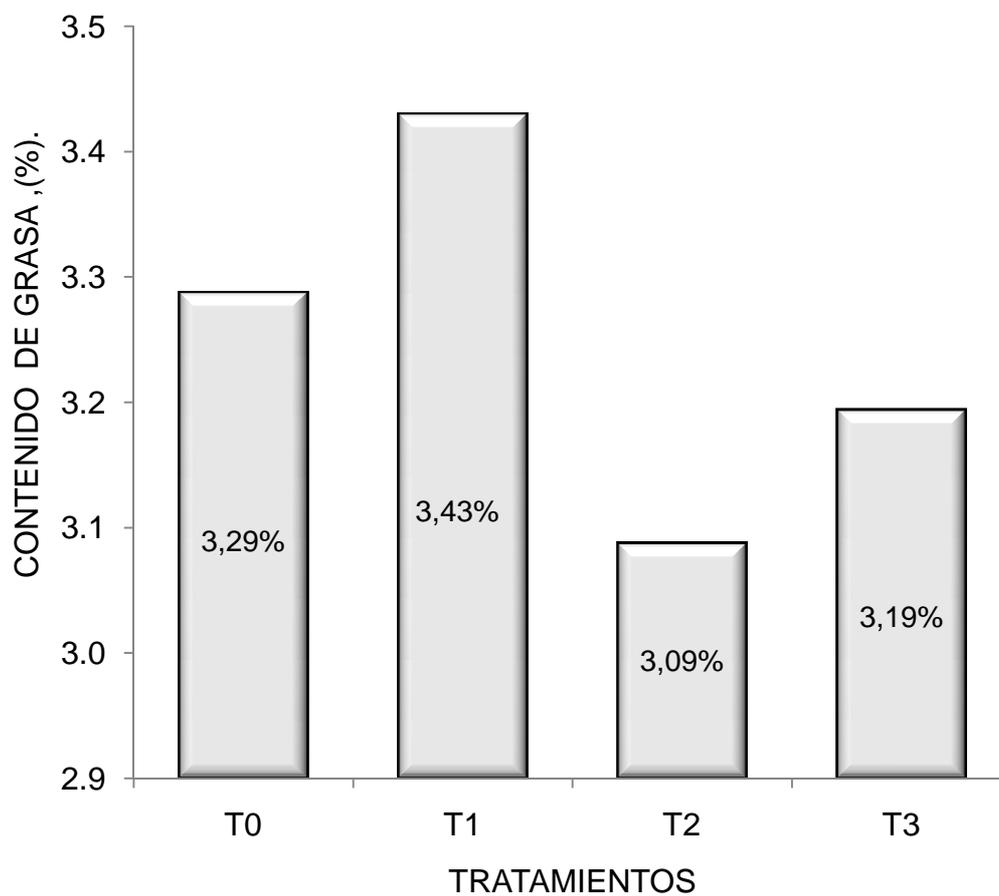


Gráfico 6. Comportamiento del contenido de grasa del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

graso de 3.16 %, que se eleva ligeramente al adicionarles el gel de *A lagopus*, a valores de 3.24, 3.32, 3.67 y 3.57 % cuando se utilizaron los niveles de 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 %.

Los resultados obtenidos del contenido de grasa por efecto de los ensayos en el yogurt de fresa presentaron diferencias altamente significativas ($P > 0.0062$), registrándose las respuestas más altas en el producto del primer ensayo con 3.25% de grasa en comparación del yogurt del segundo ensayo con 3.16%, y con una media general de los tratamientos de 3.21%; evidenciándose, que en el primer ensayo se trabajó con leche de mayor contenido graso el cual se vio reflejado en la composición del yogurt de fresa; ya que, como reportamos anteriormente la remolacha tiene un aporta graso muy bajo pudiendo producir un yogurt dietético que es un alimento funcional, que tiene un impacto positivo en la salud del individuo, siempre y cuando se trabaje con leche descremada.

En el análisis del contenido graso del yogurt de fresa por efecto de la interacción del nivel de colorante de remolacha con los ensayos como se indica en el cuadro 8. Se registraron diferencias altamente significativas ($P > 0.0083$), presentándose los mejores resultados en el tratamiento T1 del primer y segundo ensayo con 3.57 y 3.29%, seguido del tratamiento T3 en el primero y segundo ensayo con 3.21 y 3.18%, para a continuación ubicarse los yogures del tratamiento control del primero y segundo ensayo con 3.11% que además compartieron rangos de significancia de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$), y por último el yogurt de fresa del tratamiento T2 en el segundo ensayo que registró los valores más bajos de la experimentación con 3.08%. Es decir que al aplicar el 1.5% de colorante natural de remolacha se registraron los mejores contenidos grasos.

Mediante el análisis de regresión se pudo determinar una tendencia lineal positiva altamente significativa (gráfico 7), con una ecuación para el Contenido de grasa = $2,76 + 0,007x$, que quiere decir que por cada unidad de cambio del colorante de remolacha la grasa aumenta en 0.0069 decimas, con un coeficiente de determinación de R^2 igual a 53.5%, en tanto que el 46.5% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son

Cuadro 8. EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

VARIAIBLES	TRATAMIENTO * ENSAYO								Sx	Prob	Sig
	TOE1	TOE2	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Contenido de Proteína,(%).	2,77bc	2,91a	2,73c	2,86b	2,94a	2,86b	2,95a	3,01a	0,000	0.0003	**
Contenido de grasa,(%).	3,11c	3,11c	3,57a	3,29b	3,10cd	3,08d	3,21bc	3,18c	0,04	0.0083	**
Contenido de Humedad,(%).	81,45a	76,17c	80,95b	76,68c	81,07b	77,05c	81,46a	76,39c	0,01	0.0003	**
Contenido de Materia Seca,(%).	18,56d	23,83a	19,05d	23,32bc	18,93d	22,95c	18,54d	23,61b	0,01	0.0003	**
pH	4,29a	4,29a	4,29a	4,29a	4,30a	4,29a	4,30a	4,30a	0,01	0.9147	ns
Ácidoz,(unidades en ácido láctico).	0,77a	0,76a	0,75a	0,77a	0,77a	0,78a	0,77a	0,77a	0,005	0.1523	ns

Fuente: Aman, C. (2010).

Sx Desviación estándar de las medias.

Sign.: Significancia.

Prob. >0,01:Existen diferencias estadísticas.

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey (P<0.05).

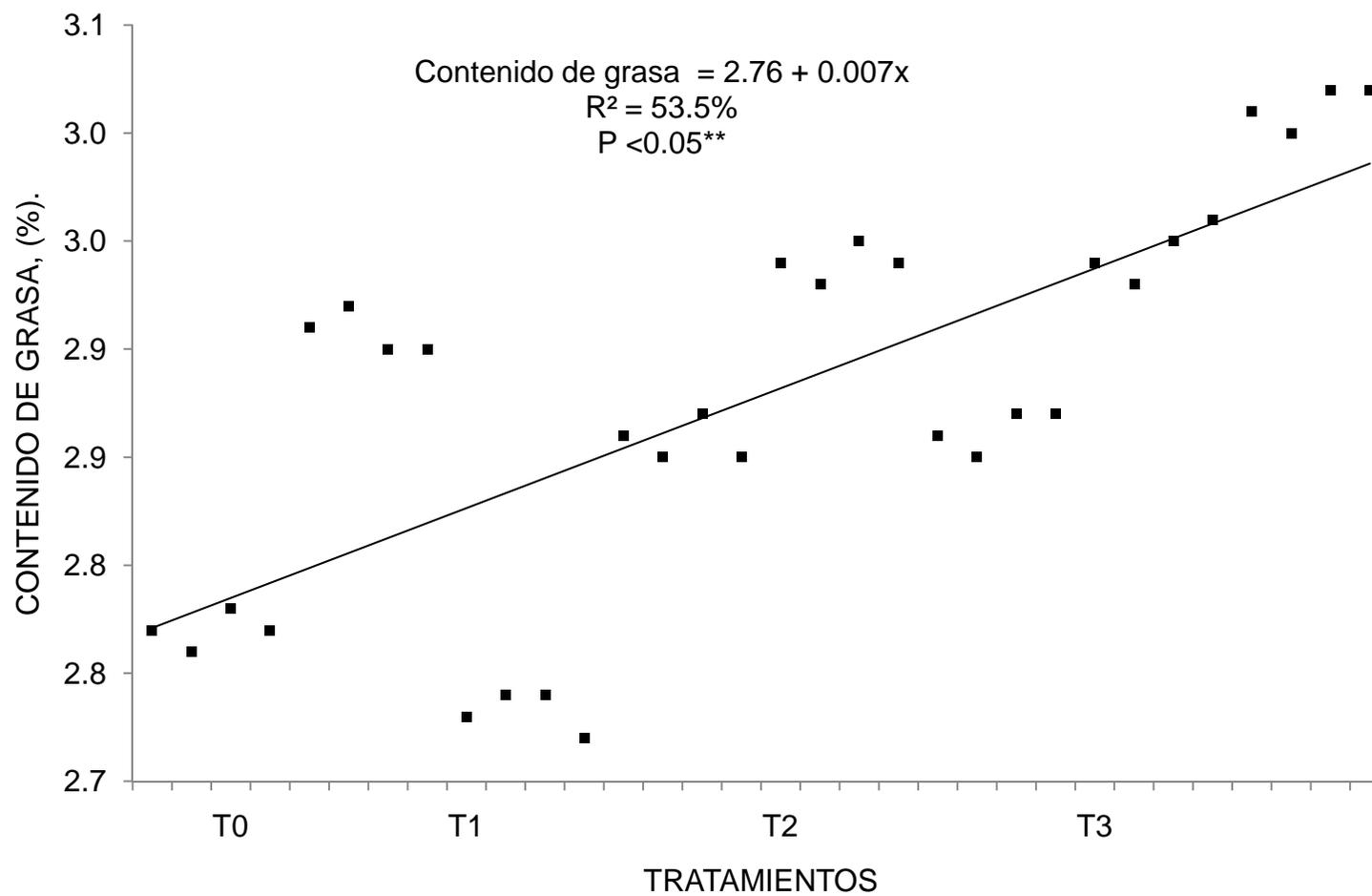


Gráfico 7. Análisis de regresión del contenido de grasa del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*.

Principalmente la calidad de la materia prima como es la leche, ya que la remolacha no aporta grasa al yogurt.

3. Contenido de humedad

Al analizar el contenido de humedad del yogurt de fresa se registraron diferencias altamente significativas ($P > 0.0001$), en la evaluación del factor A, con una media general de los tratamientos de 78.90%, y un coeficiente de variación de 2% , presentándose los valores más altos de humedad en el tratamiento T2 con 79.06%, en comparación del tratamiento control que registro la humedad más baja con 76.68%, mientras que valores intermedios fueron registrados en el yogurt de los tratamientos T1 y T3 con 78.81 y 78.93% , lo que indica que hasta el 1% de remolacha (T2), la humedad se eleva y después de eso comienza a descender, como se ve en el grafico 8, que puede deberse a lo manifestado por Aleixandre, J. (1989), que señala que el parámetro de humedad es importante en lo que respecta a la conservación de los alimentos y que la remolacha tiene un contenido alto de fibra que tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy bajas concentraciones, propiciando la capacidad de absorber grandes cantidades de agua conocido también como capacidad de retención de agua. Al comparar los resultados de humedad del yogurt de fresa con los reportados por Cuvi, J. (2004), quien al adicionar caseinato de calcio en la elaboración de yogurt dietético, encontró valores entre 76.10 y 79.98%, podemos ver que son similares a los de nuestra investigación.

En lo que se refiere al factor B, (efecto de los ensayos), existieron diferencias altamente significativas ($P > 0.0062$), entre los tratamientos, obteniéndose mayores contenidos de humedad en el primer ensayo con 81.23% y que difieren estadísticamente del segundo ensayo con 76.57%, pero sin embargo se encuentran dentro de las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización que infiere valores de humedad máxima del 87.6% para el yogurt Tipo I, además señala que las cifras del contenido de humedad del yogurt varían de acuerdo al tipo de leche utilizada en el producto (entera, semidescremada o

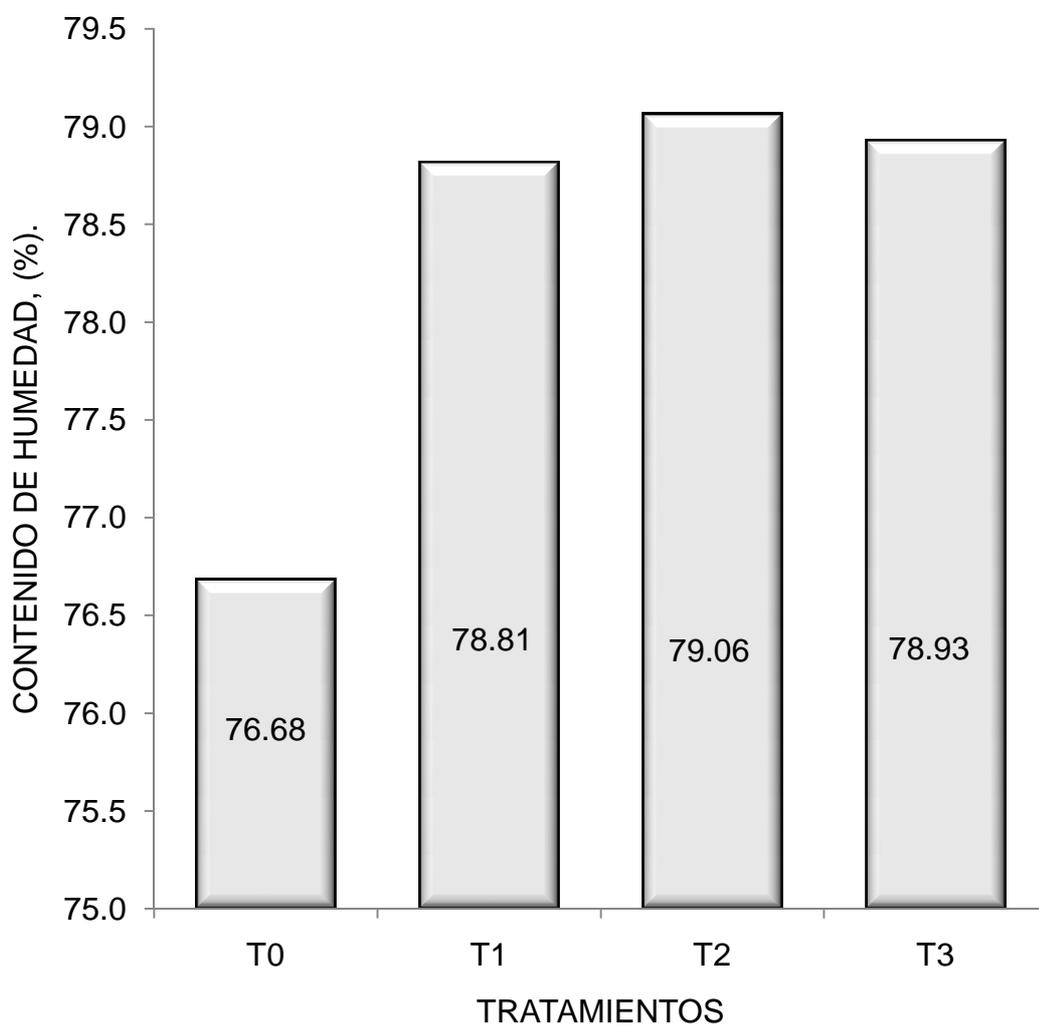


Gráfico 8. Comportamiento del contenido de humedad del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

descremada), así como del edulcorante, espesante y colorante adicionado a la formulación del yogurt.

En la interacción de los factores A y B como se muestra en el Gráfico 9, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0003$), en donde el menor contenido de humedad se alcanzó en el tratamiento T3 del primer ensayo con 81.46% y que compartieron rangos de significancia con el yogurt del tratamiento control del primer ensayo con 81.45% seguido de T1 y T2 del primer ensayo con 80.95 y 81.07% , mientras que el contenido de humedad más bajo fue registrado en los tratamientos control y T3 del segundo ensayo con 76.17 y 76.39%.

En el análisis de la regresión se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación para el Contenido de humedad = $78,22 + 0,14x - 0,005 x^2$, que indica que partiendo de un intercepto de 78.22 inicialmente la humedad asciende en 0.14 decimas para luego descender en 0.005 centésimas por cada unidad de cambio del nivel de colorante de remolacha, con un coeficiente de determinación R^2 de 77.22%.

4. Contenido de materia seca

En el análisis del contenido de materia seca del yogurt de fresa las medias determinadas fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.0001$), entre sí, registrándose superioridad para el tratamiento control con 23.32% de materia seca, seguida de los tratamientos T1 y T3 con 21.19 y 21.07%, mientras que el yogurt del tratamiento T2 registró el contenido más bajo de la experimentación con 20.94%. Siendo los valores anteriormente indicados similares a los reportados por Sacón, P. (2004), quien al utilizar diferentes niveles de estabilizante, en la coagulación de yogurt Persa registró contenidos de materia seca de 19,90 a 22,90%. Lo que puede deberse a lo manifestado por, Sawen, E. (1994), que indica que remolacha contiene gran cantidad de agua y poco contenido de colorante seco por su escaso aporte de hidratos de carbono y grasas; además, el colorante empleado es producto de la transformación de las

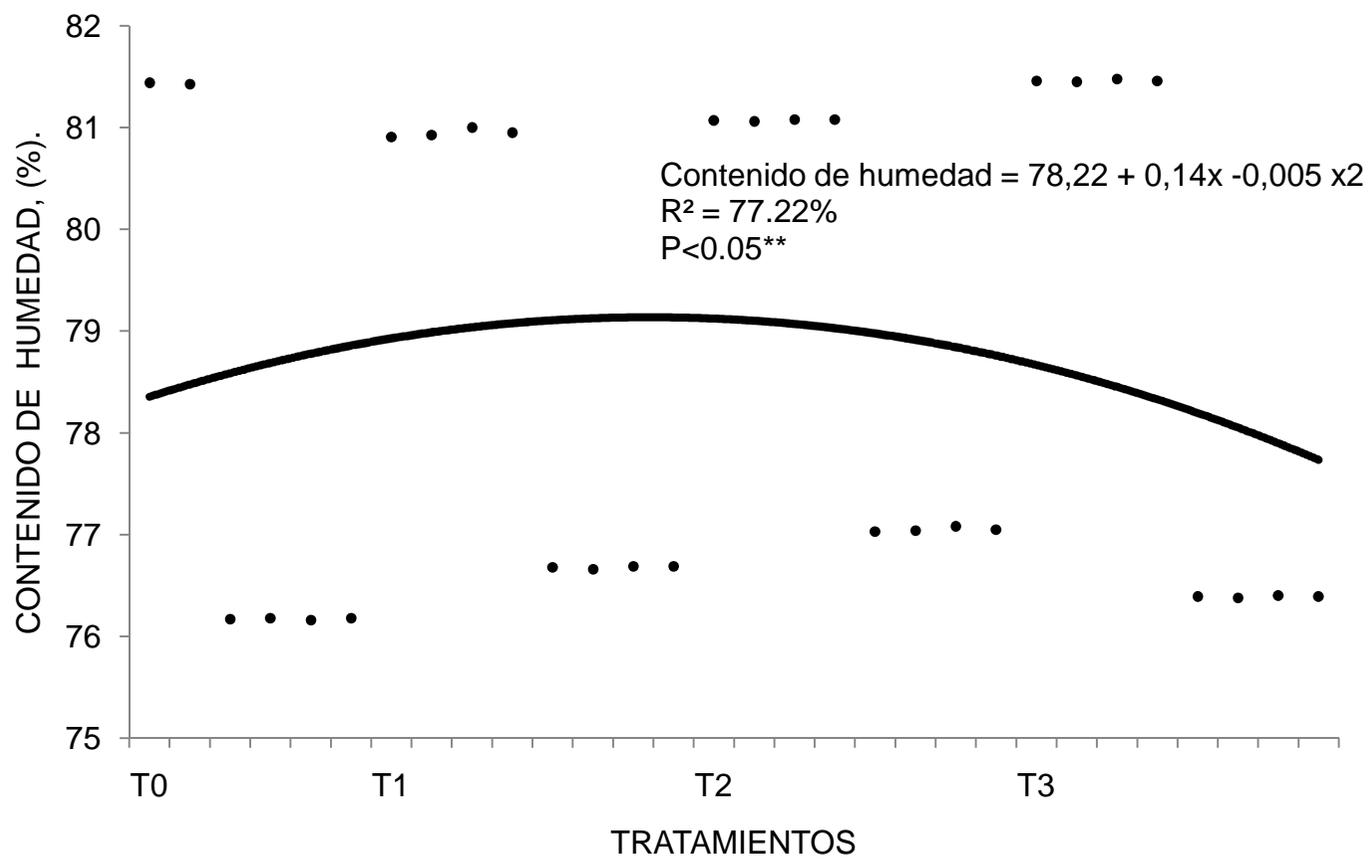


Gráfico 9. Análisis de regresión del contenido de humedad del yogur de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

hortalizas frescas (remolacha), que se obtienen por molturación, tamizado o ultra homogenización de la parte comestible, sin eliminar la fracción acuosa que constituye el colorante y lo que eleva el contenido de humedad de los productos a los cuales se adicionan y por consiguiente provocan la disminución de la materia seca, además señala que los productos vegetales aportan fibra dietética, que es una sustancia aparentemente inerte que puede ser fermentada por algunas bacterias, pero desdoblada por las enzimas digestivas.

El contenido de materia seca registra un comportamiento inversamente proporcional al contenido de humedad, encontrándose mayor contenido de materia seca (23.32 %), en los yogures sin la adición de colorante (tratamiento control), por lo que el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 10, estableció una tendencia cuadrática con una ecuación para el contenido de materia seca = $21,78 - 0,1363x + 0,005x^2$ que determina que a mayor nivel de colorante de remolacha el contenido de materia seca se reduce, inicialmente se reduce para luego presentar una tendencia a incrementarse aunque no de una forma proporcional, pero que es respuesta a lo que señalado por Rojas E. (1994), que indica que en los productos lácteos al utilizar colorantes naturales como es el caso de que la remolacha retienen el agua, comportamiento que es ratificado por Miranda (2000), quien indico que la remolacha tiene un comportamiento hidrofílico o de esponja y son altamente reactivas con las proteínas de la leche, reteniendo el agua natural de productos cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos como son la inoculación y pasteurización del yogurt.

5. pH

En la valoración del pH del yogurt de fresa por efecto de los niveles de colorante de remolacha, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.40$), observándose únicamente una cierta superioridad numérica en los tratamientos T2 y T3 con 4.30 y carácter ácido del producto, en tanto que en los tratamientos control y T1 los valores fueron de 4.29, (ácido), es decir que la variación del pH fue mínima, como se registra en el gráfico 11. Esta aseveración puede deberse a lo manifestado por Alvarado, J. (1996), quien indican que el yogurt es un sistema complejo

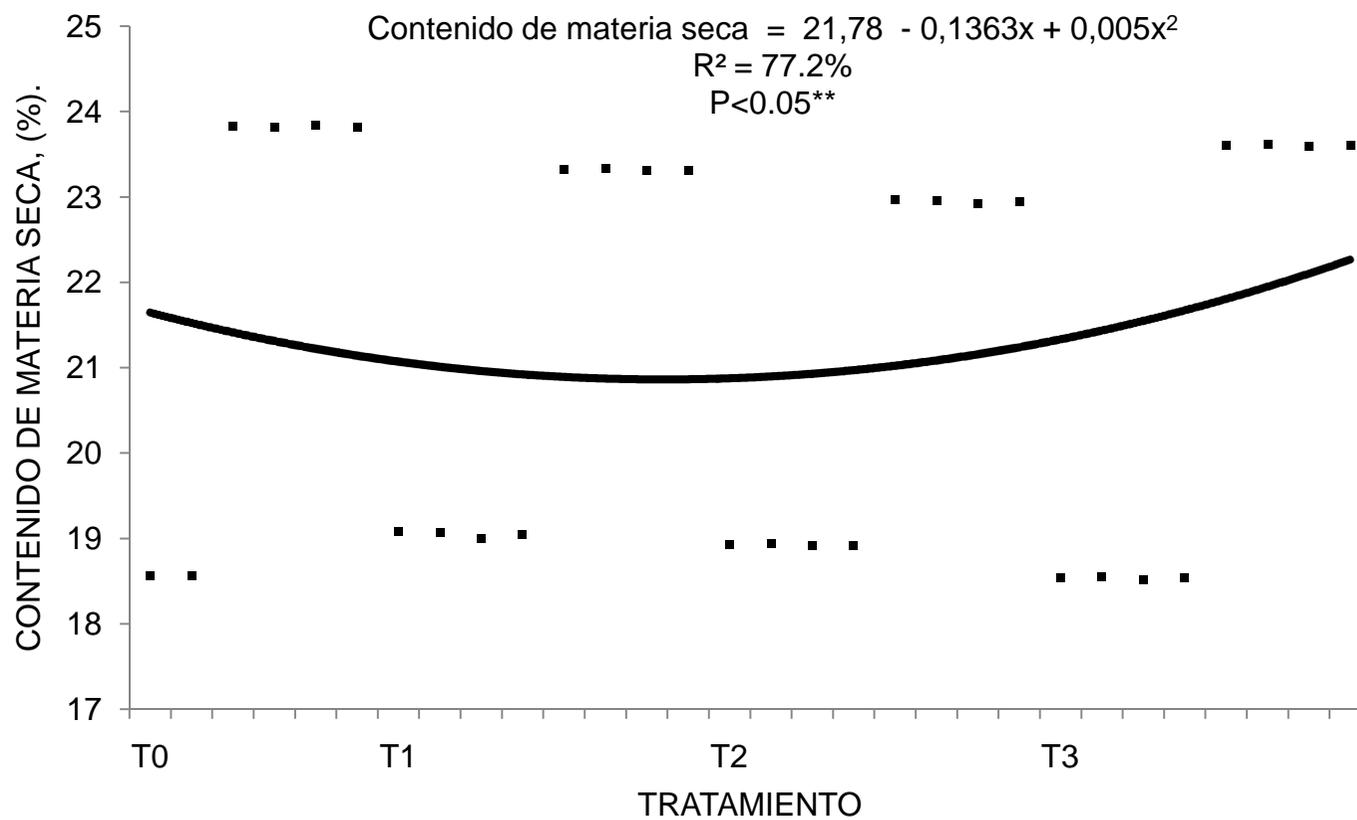


Gráfico 10. Análisis de regresión del contenido de materia seca del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

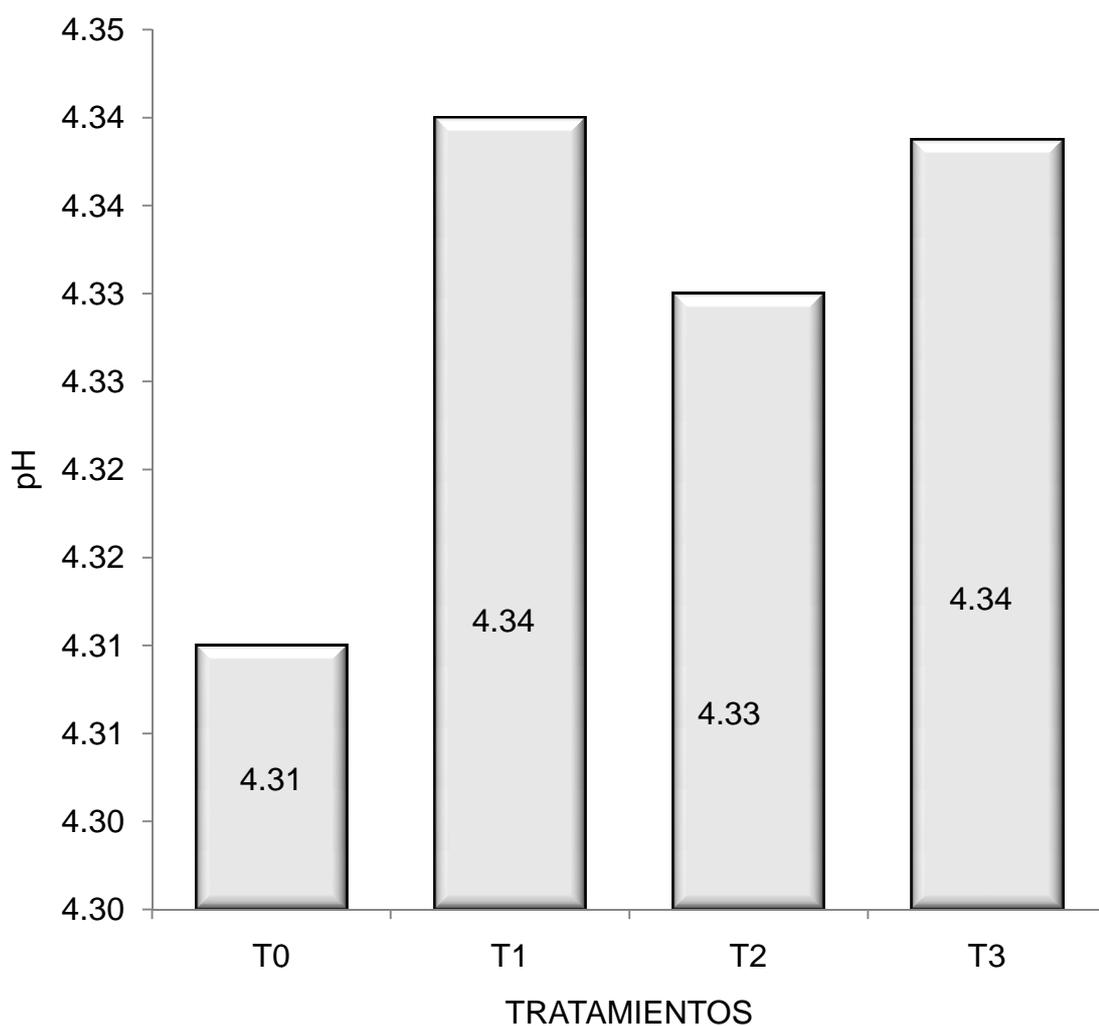


Gráfico 11. Comportamiento del pH del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

que posee sustancias que actúan como soluciones tampones que impiden variaciones abruptas en el pH y lo mantienen con muy poca fluctuación, entre estas se encuentran las sales de calcio presentes en el yogurt que en un principio se encontraban en la leche, es por esta razón que el pH no sufre cambios significativos, lo que indica además que el yogurt tiene una propiedad ácida, debido al proceso de elaboración en base a la inoculación e incubación, por cuanto al agregárseles las bacterias lácticas *Lactobacillus bulgancus* y *Streptococcus thermophilus*, la leche se acidifica y mediante la incubación en el paso de leche a yogurt, cuyo proceso toma alrededor de 3 a 4 horas el producto final debe adquirir un pH aproximadamente de 4,6 a 4,7 de acuerdo a Alais, C. (1998), por lo tanto los resultados encontrados se aproximan a los valores reportados, y se encuentra dentro de los valores determinados por Cuvil, J. (2004), quien al elaborar yogurt dietético con la adición de diferentes niveles de caseinato de calcio reporta un pH entre 4.20 y 4.50.

En el análisis del pH del yogurt de fresa por efecto de los ensayos no se registran diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.45$), sin embargo se observa superioridad numérica hacia el yogurt de fresa del primer ensayo con 4.30 y que no difieren estadísticamente del yogurt del segundo ensayo con 4.29%. Estas afirmaciones pueden deberse a lo manifestado por Alimarket, A. (1998), quien expresa que el pH de un alimento es uno de los principales factores que determina la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesado, almacenado y distribución del yogurt. Las hortalizas como es el caso de la remolacha *Beta vulgaris*, que son la materia prima fundamental para la elaboración de los colorantes naturales, aunque resisten bien las condiciones ácidas, se altera fácilmente con el calentamiento, especialmente en presencia de aire, pasando su color a marrón, normalmente presentan valores de pH ácidos, porque presentan un alto contenido en ácidos orgánicos, mientras que los yogures presentan un pH promedio de $4,1 \pm 0.01$.

Al realizar el análisis del pH del yogurt de fresa no se reportan diferencias significativas ($P < 0.72$), por efecto de la interacción, como se ilustra en el gráfico 12, entre el factor A y B, registrándose valores de 4.30 para los tratamientos T2 y

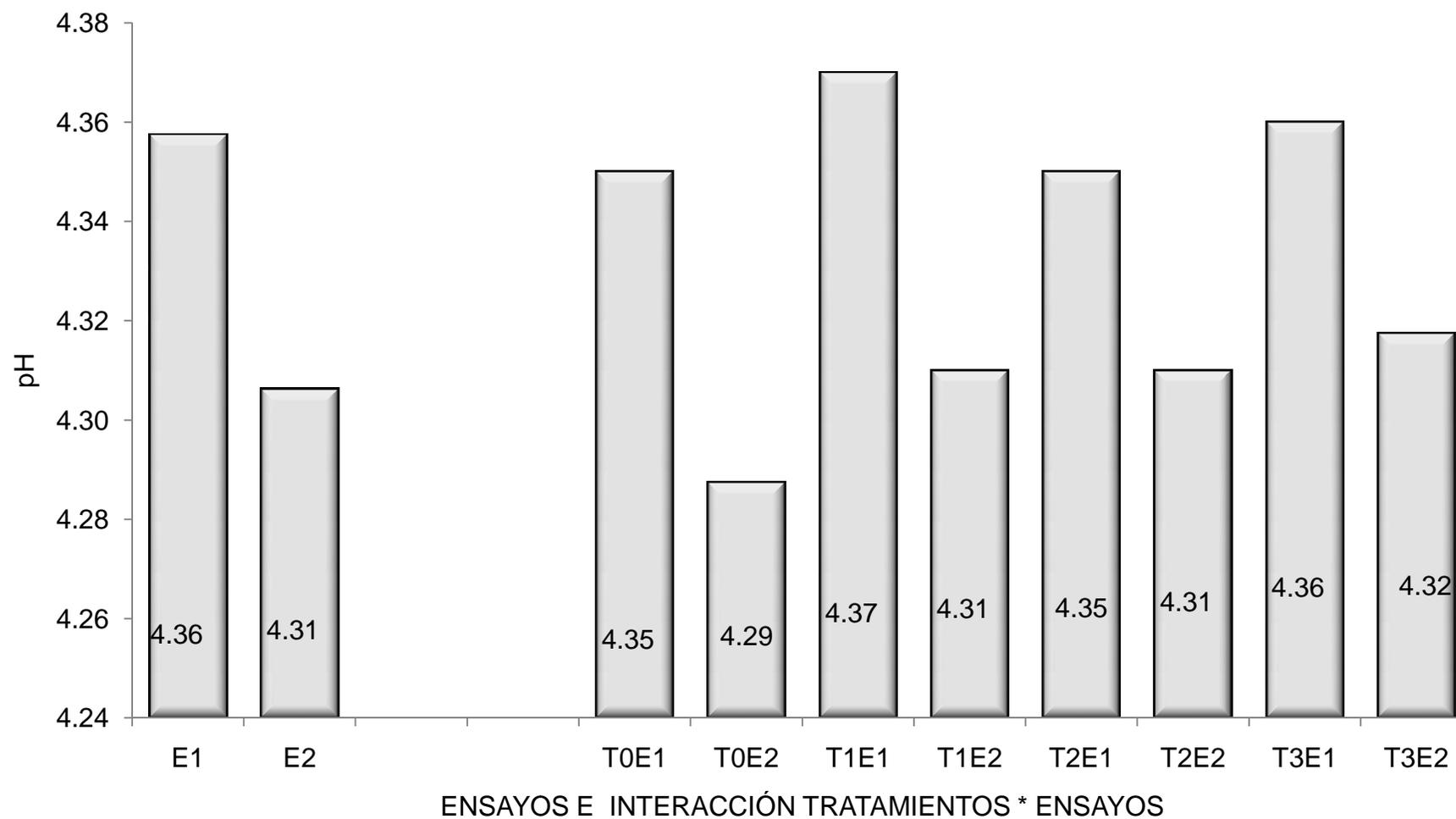


Gráfico 12. Comportamiento del pH del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris* y los ensayos.

T3 en el primer ensayo, mientras tanto que en los tratamientos T0 y T1, tanto en el primero como en el segundo ensayos los valores fueron de 4.29, con lo que se puede manifestar de acuerdo a <http://wwcolorantesnaturales.com>.(2010), que ante la preocupación del público por el uso de colorantes artificiales, el rojo de remolacha está ganando aceptación, especialmente en productos de repostería, helados y derivados lácteos como es el yogurt los cuales van dirigidos especialmente al público infantil, y como podemos ver no provocan variación el pH que está íntimamente ligada tanto a la acidez del producto que se refleja sobre las características sensoriales como también sobre la vida de anaquel, que posteriormente serán evaluadas.

6. Ácidoz

La acidez del yogurt de fresa obtenido al emplearse diferentes niveles de colorante de remolacha, no presentaron diferencias significativas ($P < 0.72$), entre medias, presentándose una superioridad numérica para el tratamiento T2 con valores de 0.78 unidades en ácido láctico, seguida de los tratamientos control y T3 con 0.77, para finalmente ubicarse el tratamiento T1 con 0.76 unidades en ácido láctico. No obstante el yogurt se mantiene dentro de las exigencias de calidad del INEN 162 (1996), que señala que la acidez del yogurt debe estar entre 0,5 a 1,5 unidades de ácido láctico. Por consiguiente se considera que el yogurt en la presente investigación es un producto apto para el consumo humano.

Los reportes de la presente investigación son inferiores a los determinados por Sacón, P. (2004), quien al elaborar yogurt utilizando los niveles de estabilizante de 1.30 y 1.50 %, registra una acidez del yogurt de 1.13 unidades en ácido láctico, lo que pudo deberse a lo manifestado por Allada, J. (2000), quien manifiesta que las remolachas son particularmente ricas en folate y que se ha encontrado que el ácido folate y ácido fólico previenen defectos de nacimiento del tubo neural (nervioso) y ayudan contra enfermedades cardíacas y anemia, y que este contenido de ácidos en el colorante no permite un descenso significativo de la acidez del yogurt, característica que hace que el producto se conserve por un

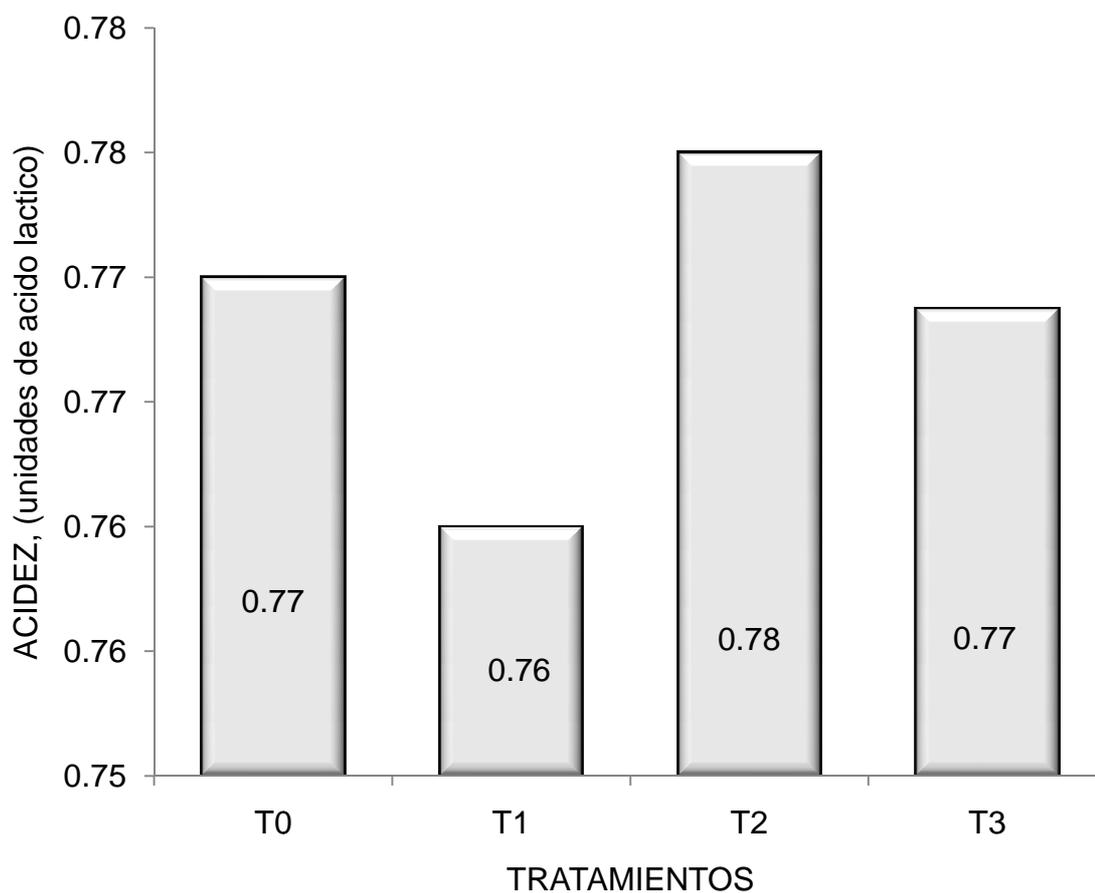


Gráfico 13. Comportamiento de la acidez del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

tiempo más prologado sin detrimento de sus cualidades nutritivas ni apareamiento de microorganismos perjudiciales para la salud del consumidor. En el análisis de la acidez del yogurt de fresa por efecto del factor B, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (>0.51), ya que los valores registrados tanto para el primero como para el segundo ensayo fueron de 0.77 unidades en ácido láctico y que como expresa [http; //wwwremolacha.com](http://www.remolacha.com). (2010), el colorante natural tiene la propiedad de formar soluciones tampón que no permiten variabilidad de la acidez del yogurt lo que es benéfico sobre todo cuando se pretende alargar su vida útil en condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas. Además como es conocida la acidez es directamente proporcional con el pH siempre y cuando esta sea natural y no artificial.

Al evaluar la acidez del yogurt de fresa por efecto de la interacción entre el factor A y B, no se reportaron diferencias estadísticas ($P<0.15$), entre si, presentando una ligera superioridad numérica con valores de acidez de 0.78 unidades en ácido láctico, el tratamiento T1 del primer ensayo, además se observa en el gráfico 14. Que los tratamientos control T2 y T3 del primero y segundo ensayo registraron una acidez estándar de 0.77 unidades en ácido láctico.

B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA *Beta vulgaris*

1. Coliformes totales

Con respecto a la presencia de coliformes totales en el yogurt de fresa, se registraron diferencias altamente significativas ($P<0.0004$), entre medias, (cuadro 9), presentando el mayor contenido de bacterias en el yogurt del tratamiento T2 con 1950 UFC/g, en comparación del yogurt del tratamiento T3, en donde no existió la presencia de bacterias, mientras que contenidos intermedios se evidenciaron en los tratamientos control y T1 con 1725 y 1762 UFC/g,

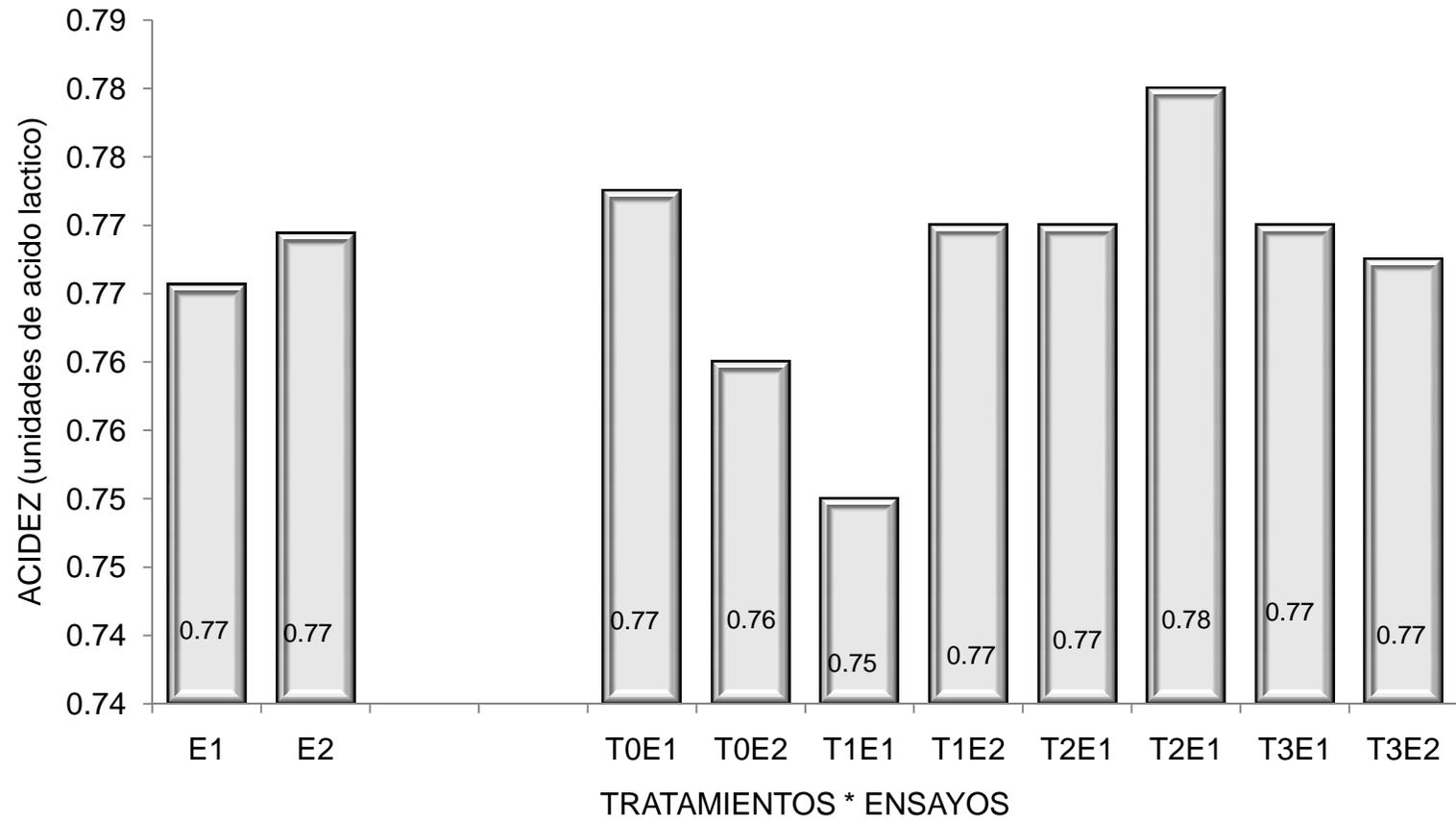


Gráfico 14. Comportamiento de la áidez del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante de remolacha *Beta vulgaris* y los ensayos.

Cuadro 9. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				CV	\bar{x}	Prob	Sign.
	T0	T1	T2	T3				
Coliformes totales,(UFC/g).	1725,00	1762,50 b	1950,00 a	0,00 d	8,65	1237,50	0.0004	**
Coliformes Fecales,(UFC/g)								
Mohos y levaduras,(NMP/g).	2575,00 a	2562,50 b	6250,00 b	18,88 c	16,01	2885,97	0.0004	**

VARIABLES	ENSAYOS		Sx	Prob	Sig
	E1	E2			
Coliformes totales,(UFC/g).	1250,0 a	1225,0 a	37,85	0.52	ns
Coliformes Fecales,(UFC/g).					
Mohos y levaduras,(NMP/g).	2948,4 a	2823,6 a	163,38	0.4523	ns

Fuente: Aman, C. (2010).

Sx: Desviación estándar de las medias.

Sign.: Significancia.

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey (P<0.05).

Debiéndose aclarar que las cantidades encontradas no son efecto de los colorantes utilizados, sino que pueden deberse a la contaminación del medio ambiente, las instalaciones y utensilios mal desinfectados. Por otra parte los valores registrados, en los tratamientos T0, T1, T2, se encuentran por encima del límite permitido por el INEN (1996), que señala que el máximo considerado para que un alimento sea apto para el consumo debe ser inferior a 10^{-1} , ya que estos microorganismos pueden producir trastornos sanitarios, principalmente digestivos, además los coliformes totales son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición, generalmente, estas bacterias se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo, utilizar agua contaminada para lavar las ubres de los animales y los utensilios, entre otros, puede ser causa de contaminación.

El análisis del contenido de coliformes totales en el yogurt de fresa que se ilustra en el gráfico 15. No registró diferencias estadísticas ($P < 0.52$), por efecto de los ensayos, presentándose una cierta superioridad numérica en el primer ensayo con 1250UFC/g, en comparación del yogurt del segundo ensayo con 1225 UFC/g, observándose en los dos ensayos un contenido bacteriológico elevado dando lugar a la aparición de productos inaceptables para el consumo humano, ya que según [\(2010\)](http://www.clubplaneta.com), la contaminación microbiana de alimentos es un problema serio para la industria alimentaria por las grandes pérdidas económicas que trae consigo, ya que la producción industrial de alimentos lácteos es un proceso que se desarrolla a gran escala, razón por la cual las consecuencias de pérdidas por contaminación microbiana son elevadas y altamente costosas, pero debemos tomar en cuenta que la evaluación de este efecto considera a los tratamientos como un todo y si analizamos cada uno independientemente podremos ver que como se anotó anteriormente el tratamiento T3 no posee coliformes totales. Al considerar el contenido de coliformes totales en el yogurt de fresa, se presentaron diferencias altamente significativas por efecto de la interacción entre el factor A *B, registrándose los

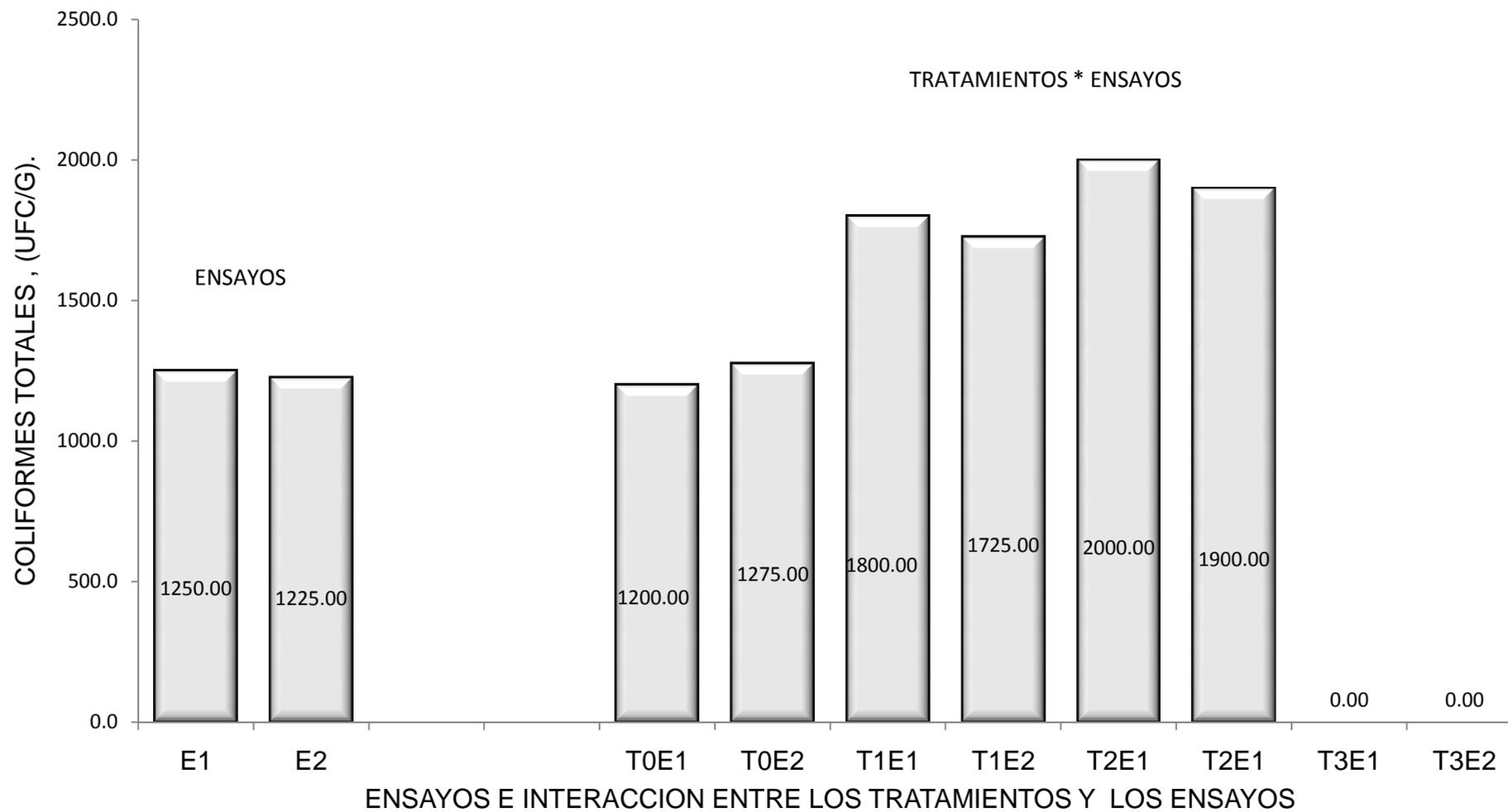


Gráfico 15. Comportamiento del contenido de coliformes totales del yogurt de fresa por efecto de los ensayos y de la interacción entre los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris* y los ensayos.

valores más bajos de la experimentación en el tratamiento T3 tanto en el primero como en el segundo ensayo con ausencia total de estas bacterias mientras que los valores más altos fueron registrados en el tratamiento T2 tanto en el primero como en el segundo ensayo con 200 y 1900 UFC/g, en comparación del tratamiento control que registró medias de 1200 y 1275 UFC/g, que además son inferiores a los reportes del yogurt del tratamiento T1 del primero y segundo ensayo que registraron un contenido bacteriológico de 1800 y 1725 UFC/g. Registrándose tanto en el efecto del factor A como en el de la interacción A*B, que el producto del tratamiento T3, se encuentra dentro de los límites permitidos por la Norma INEN. (1996), y que se consideran aptos para el consumo humano.

2. Coliformes fecales

Al realizar los análisis microbiológicos del yogurt de fresa, se determinó en todas las muestras analizadas la ausencia total de coliformes fecales, como se indica en el cuadro 10. Que puede deberse probablemente a que se conservó el principio de inocuidad de los alimentos ya que como se elabora a partir de leche pasteurizada, que según Alais, C. (1998), quien afirma que la pasteurización permite una emulsión libre de microorganismos patógenos, puesto que la temperatura aplicada es de 85°C durante 30 minutos, ya que el tratamiento térmico al que es sometida la leche destinada a la producción de yogurt es suficiente para destruir la mayoría si no es la totalidad de las formas vegetativas presentes en la leche cruda pero algunos microorganismos esporulados y algunas enzimas termoestables pueden resistir a estos tratamientos. A lo que se suma el proceso de fermentación, en el cual el yogurt se coagula produciendo un descenso del pH y un ambiente pobre en nutrientes para este tipo de bacteria.

Los microorganismos mantiene sus ciclos vitales mediante un gran número de complejas e interrelacionantes rutas metabólicas con funciones biosintéticas y energéticas, provocando la mayor o menor proliferación en el producto que se elabora como es el yogurt.

Cuadro 10. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL YOGURT DE FRESA POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

VARIABLES	TRATAMIENTO * ENSAYO								Sx	Prob	Sign.
	T0E1	T0E2	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Coliformes totales, (UFC/g)	1200,00 c	1275,00 c	1800,00 ab	1725,00 b	2000,00 a	1900,00 a	0,00 d	0,00 d	53,52	0.004	**
Coliformes Fecales,(UFC/g).								**			
Mohos y levaduras, (UFC/g).	2725,00 b	2700,0 b	2550,00 bc	2575,00 bc	6500,00 a	6000,00 a	18,50 a	19,25 a	231,05	0.0063	**

Fuente: Aman, C. (2010).

**.: Ausencia de colonias.

Sx: Desviación estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

3. Mohos y Levaduras

El análisis del contenido de mohos y levaduras en el yogurt de fresa registró diferencias altamente significativas entre medias ($P < 0.004$), registrándose los valores más bajos y que lo consideran apto para el consumo, los yogures del tratamiento T3 con 18.88 UFC/g, seguida de los tratamientos control y T1 con 2575 y 2562. 5U FC/g, en tanto que el tratamiento T2 fue el que mayor contenido de mohos y levaduras registró con 6250 UFC/g, como se ilustra en el gráfico 16. Al comparar los resultados con la NTE INEN 1 529-11(1996), que infiere como máximo permitido de mohos y levaduras a 10^4 UFC/g, podemos ver que los cuatro tratamientos no superan estos límites, pero sin embargo debemos poner énfasis en que el yogurt del tratamiento T3, es la mejor opción.

Lo que puede deberse a lo manifestado por Sasson, A. (1998), que indica que aunque el papel de las levaduras es secundario en la contaminación microbiana de alimentos, las condiciones ambientales de preservación de estos, que tienden a inhibir el crecimiento de bacterias, han favorecido la aparición de levaduras contaminantes, causantes igualmente de afectaciones en los parámetros organolépticos de buena calidad en el yogurt, además Las levaduras poseen determinadas características particulares que les permiten crecer y contaminar en alimentos de origen lácteo, entre ellas la fermentación/asimilación de la lactosa, producción de enzimas proteolíticas extracelulares, por ejemplo: lipasas, asimilación de ácido láctico y cítrico, crecimiento a bajas temperaturas y halo tolerancia.

El análisis del contenido de mohos y levaduras en el yogurt de fresa no registró diferencias estadísticas entre medias, por el efecto de los ensayos, aunque numéricamente los resultados más bajos fueron reportados por el yogurt del segundo ensayo con 2823,56 UFC/g, que no difiere estadísticamente del yogurt del primero ensayo con 2948.38%, y que son contenidos inferiores a los requeridos por la Norma de calidad para la elaboración del yogurt del Instituto Ecuatoriano de Normalización (1996), que indica que uno de los derivados lácteos mayormente alterados por la acción de levaduras es el yogurt, debido a la

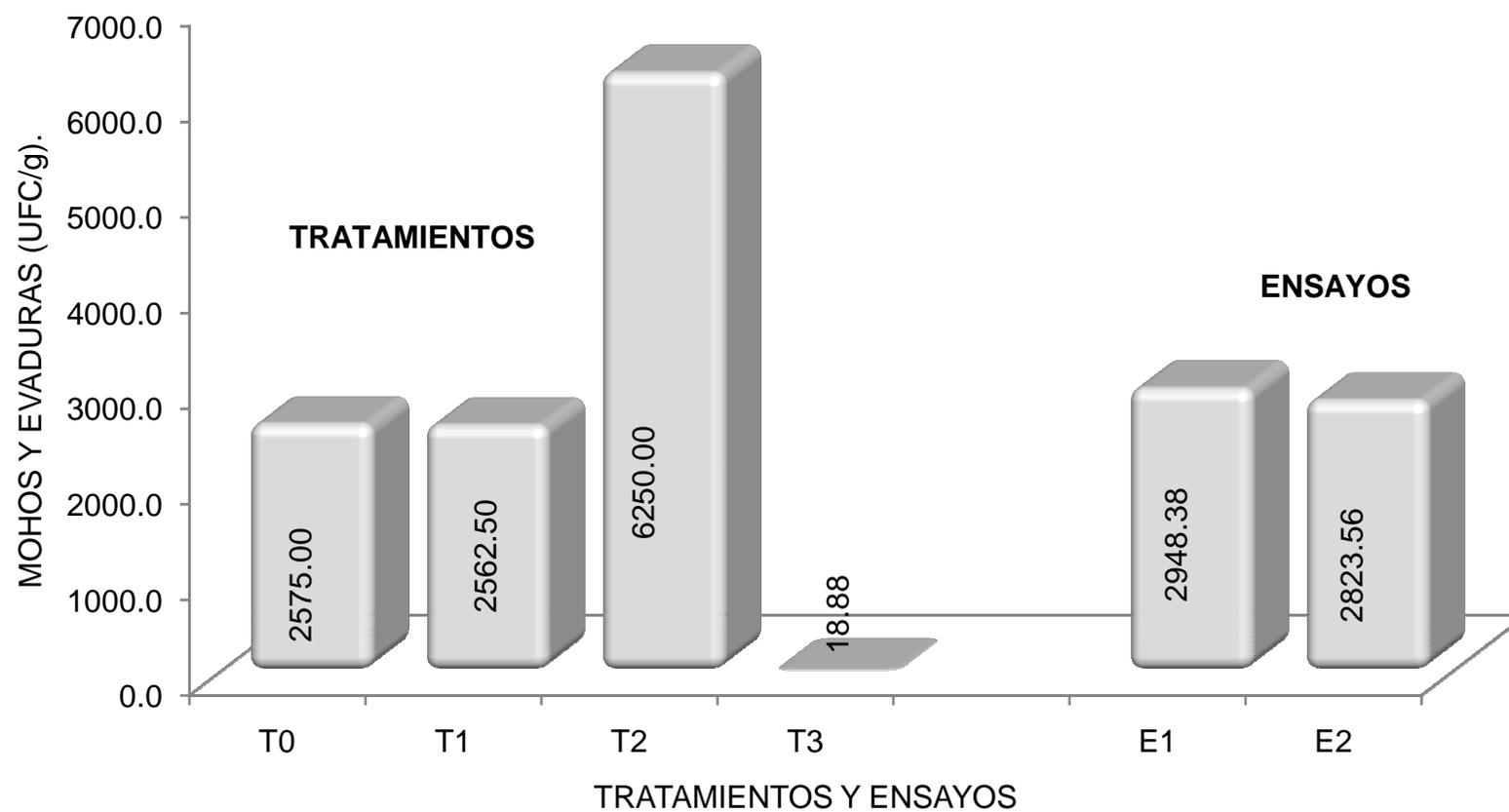


Gráfico 16. Comportamiento del contenido de mohos y levaduras del yogurt de fresa por efecto de los diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris* y los ensayos.

Adición de frutos colorantes y saborizantes derivados de frutos y hortalizas. El análisis bacteriológico del yogurt de fresa registró diferencias altamente significativas ($P < 0.0063$), entre medias, por efecto de la interacción entre el factor A * B, presentándose los contenidos bacteriológicos más bajos en el yogurt del tratamiento T3 tanto en el primero como en el segundo ensayo con 18.50 y 19.25 UFC/g, en tanto que los contenidos más altos fueron registrados en el tratamiento T2 tanto del primero como el segundo ensayo con 6500 y 6000 UFC/g, en su orden, en comparación del tratamiento control con 2725 y 2700 en el primero y segundo ensayo respectivamente.

C. ANÁLISIS SENSORIAL DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA

1. Apariencia

En el análisis de la calificación sensorial de apariencia del yogurt de fresa, con diferentes niveles de colorante de remolacha, se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.0002$), entre sí, presentándose las calificaciones más altas de la investigación en los yogures del tratamiento T2 con 4.63 puntos, seguido del tratamiento T1 con 4.25 puntos en tanto que las calificaciones más bajas fueron las reportadas por el tratamiento control y el tratamiento T3 con 3.38 puntos respectivamente sobre 5 puntos de referencia como se reporta en el cuadro 11; y que además, compartieron rangos de significancia de acuerdo a Tukey, ($P < 0.05$).

Resultados que se fundamentan en lo expuesto por Porter, N. (1981), quien manifiesta que uno de los atributos de gran importancia en el yogurt es la apariencia, que suele percibirse en términos de la viscosidad, y cuya medición es muy importante sobre todo en productos que se supone deben tener una cierta consistencia en relación con su aspecto al paladar, como lo es el yogurt; además, a esta característica se debe sumar otros factores como el sabor, el pH y el valor nutricional para elevar la aceptabilidad por parte del consumidor. Mediante el

Cuadro 11. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%) Y LOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.

VARIABLES	NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA				\bar{x}	CV	Prob	Sign
	TO 0	T1 0.5%	T2 1%	T3 1.5%				
APARIENCIA, (5 puntos).	3,38 c	4,25 ab	4,63 a	3,38 c	3,91	12,27	0,0002	**
OLOR, (5 puntos).	3,63 a	4,13 a	4,38 a	3,75 a	3,97	16,20	0,36	ns
COLOR, (5 puntos).	3,13 c	4,38 a	4,88 b	3,50 c	3,97	7,35	0,0001	**
SABOR, (5 puntos).	3,13 a	4,13 a	4,00 a	3,50 b	3,69	20,23	0,56	ns
VALORACION TOTAL, (20 puntos).	13,25 c	16,88 b	17,88 a	14,13 c	15,53	8,71	0,006	**

Fuente: Aman, C. (2009).

\bar{x} : Media general.

CV: Coeficiente de variación.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

Análisis de regresión se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación de Apariencia = $1,16 + 2,69x - 0,53x^2$ lo que quiere decir que partiendo de un intercepto de 1.16 la apariencia inicialmente tiende a elevarse en 2.69 decimas con la aplicación del 1% de colorante para luego disminuir en 0.53 por cada unidad de cambio del colorante., con un coeficiente de determinación R^2 de 94.72%, como se ilustra en el gráfico 17.

2. Olor

Las medias registradas del olor del yogurt de fresa por efecto de los diferentes niveles de colorante natural de remolacha no registraron diferencias estadísticas ($P < 0.36$), aunque numéricamente se reportaron las mejores calificaciones en el yogurt del tratamiento T2 con una puntuación de 4.38 puntos en tanto que las calificaciones más bajas fueron establecidas en el producto del tratamiento control con 3.63 puntos y que compartieron rangos de significancia de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$), con el yogurt del tratamiento T3 que presentaron calificaciones de 3.75 puntos sobre 5 de referencia.

Lo que indica que la emulsión coloidal (yogurt de fresa), soporta hasta el 1% de colorante de remolacha ya que a mayores niveles se hace más fuerte y por ende más desagradable al olfato del panel de degustadores a lo que manifiesta Reartes, L. (2005), la reacción de oxidación es una reacción en cadena, es decir, que una vez iniciada, continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles, apareciendo olores y sabores a rancio, lo que se ocurrió tal vez al introducir mayores niveles de colorante de remolacha en la formulación del yogurt de fresa. Además indica que los productos lácteos tienen un elevado grado de absorción de olores que posteriormente son transmitidos al degustador y además podrían influir en el sabor del producto final por lo que se debe tomar en cuenta la referencia que exige el INEN (1996), en la cual el yogur debe presentar un olor característico de producto fresco, sin indicios de rancidez.

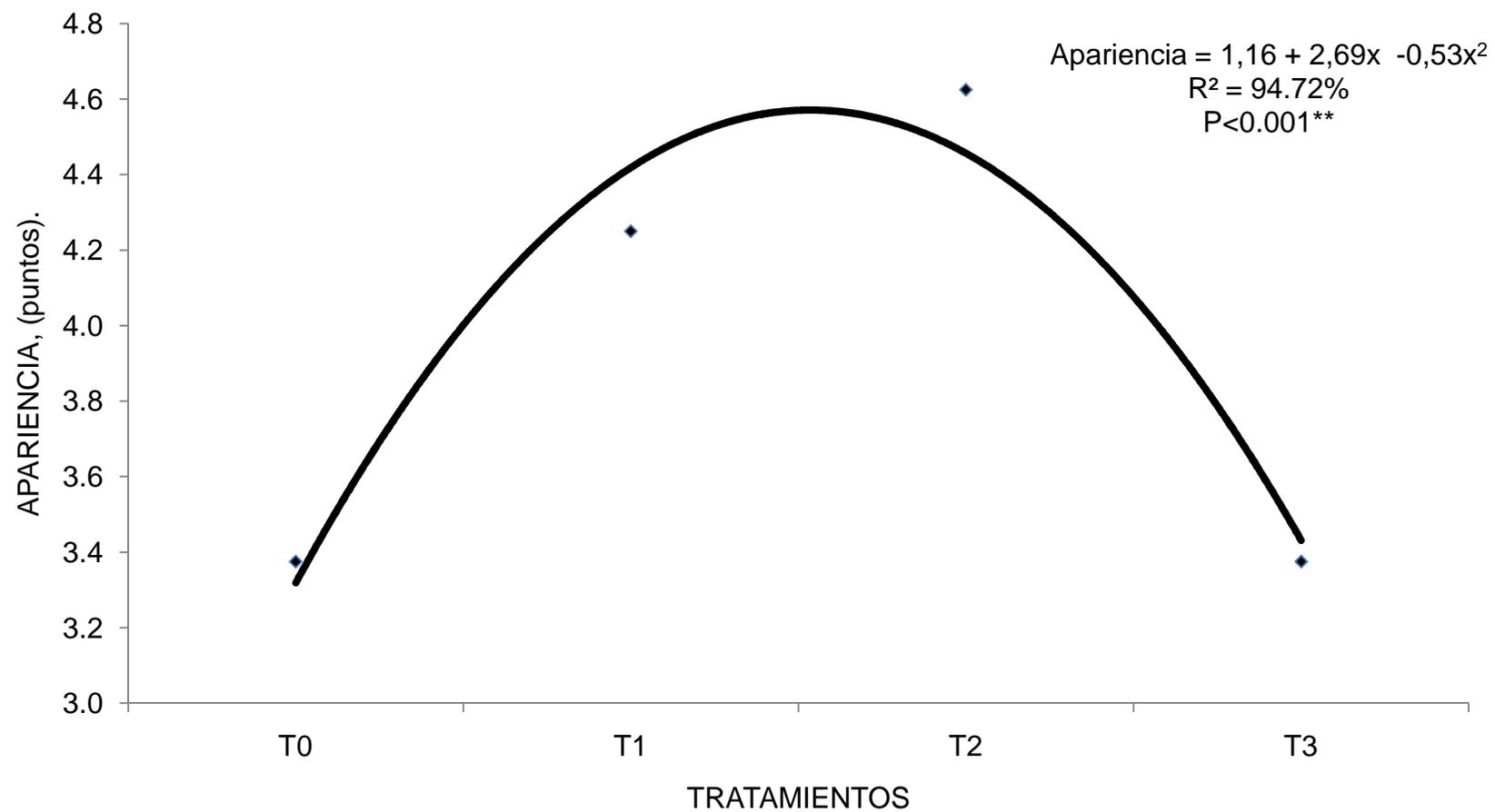


Gráfico 17. Análisis de regresión de la apariencia del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%) de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

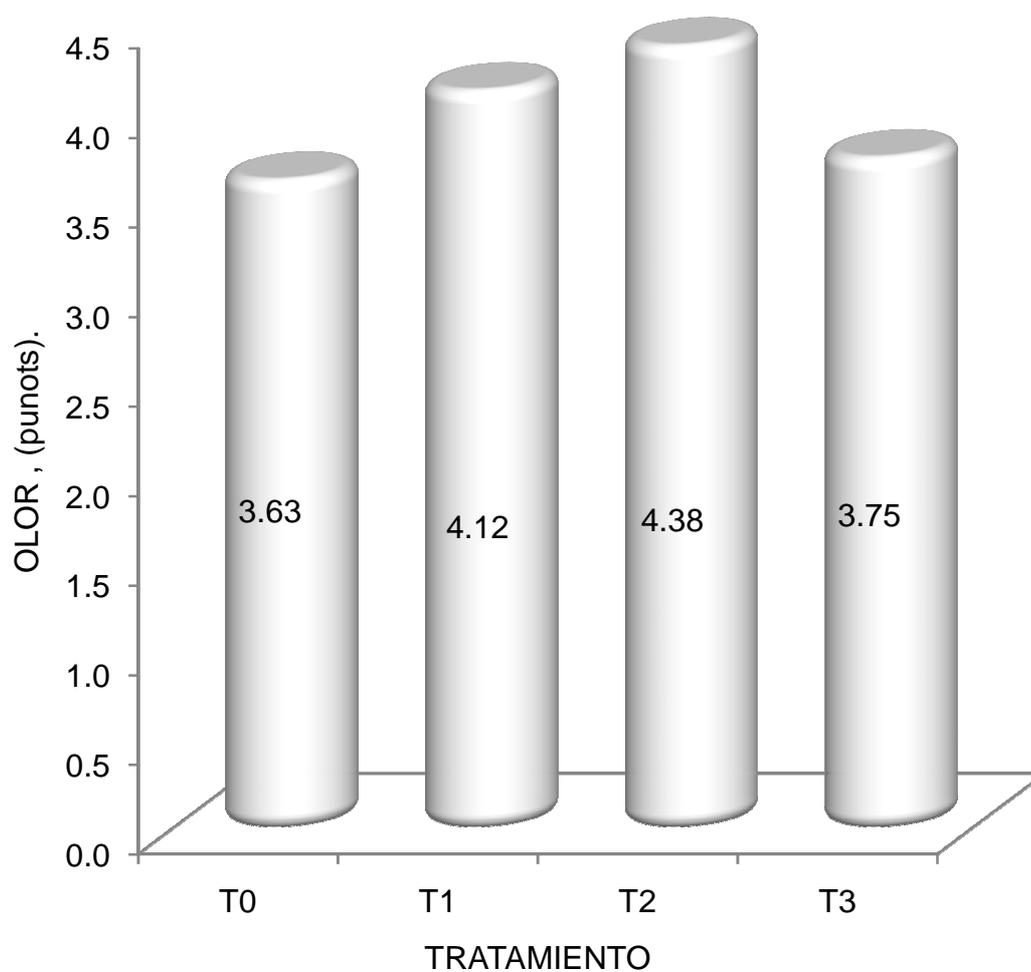


Gráfico 18. Comportamiento del olor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

3. Color

Las valoraciones medias asignadas al color del yogurt de fresa obtenido por efecto de diferentes niveles de colorante de remolacha, presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre sí, presentándose las calificaciones más altas en el tratamiento T2 (1%), con 4.88 sobre 5 puntos y que difieren estadísticamente de los yogures del tratamiento T1 (0.5%), y T3 (1.5%), con 4.38 y 3.50 puntos respectivamente, en comparación del tratamiento control que registró las calificaciones más bajas de la experimentación con 3.13 puntos; como se ilustra en el gráfico 19. Es decir, que a medida que se incrementa los niveles de colorante de remolacha el color también aumenta, pero únicamente hasta el 1% de colorante de remolacha ya que después de este nivel la solución coloidal formada (yogurt), se satura y no se produce más coloración.

Lo que puede deberse a lo manifestado en <http://www.cenids.insp.mx.net>. (2000), que señala que el éxito de cualquier producto alimenticio se sustenta no sólo en la calidad nutricional, sino también en sus características sensoriales, que son las que definen su aceptabilidad en el mercado, no existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos, sobre todo si se trata de desarrollar o mejorar algún producto.

El color de una sustancia sea de origen orgánico o inorgánico depende de la capacidad de la misma de absorber o reflejar las radiaciones lumínicas correspondientes al espectro visible. Se llama espectro visible a la zona del espectro electromagnético a la que es sensible el ojo humano reporta que el color es la primera sensación que se percibe de un alimento, y la que determina el primer juicio sobre su calidad. Es también un factor importante dentro del conjunto de sensaciones que aporta el alimento, y tiende a veces a modificar subjetivamente otras sensaciones como el sabor y el olor. Es posible, por ejemplo, confundir a un panel de catadores coloreando productos como los yogures con un color que no corresponda con el del aroma utilizado.

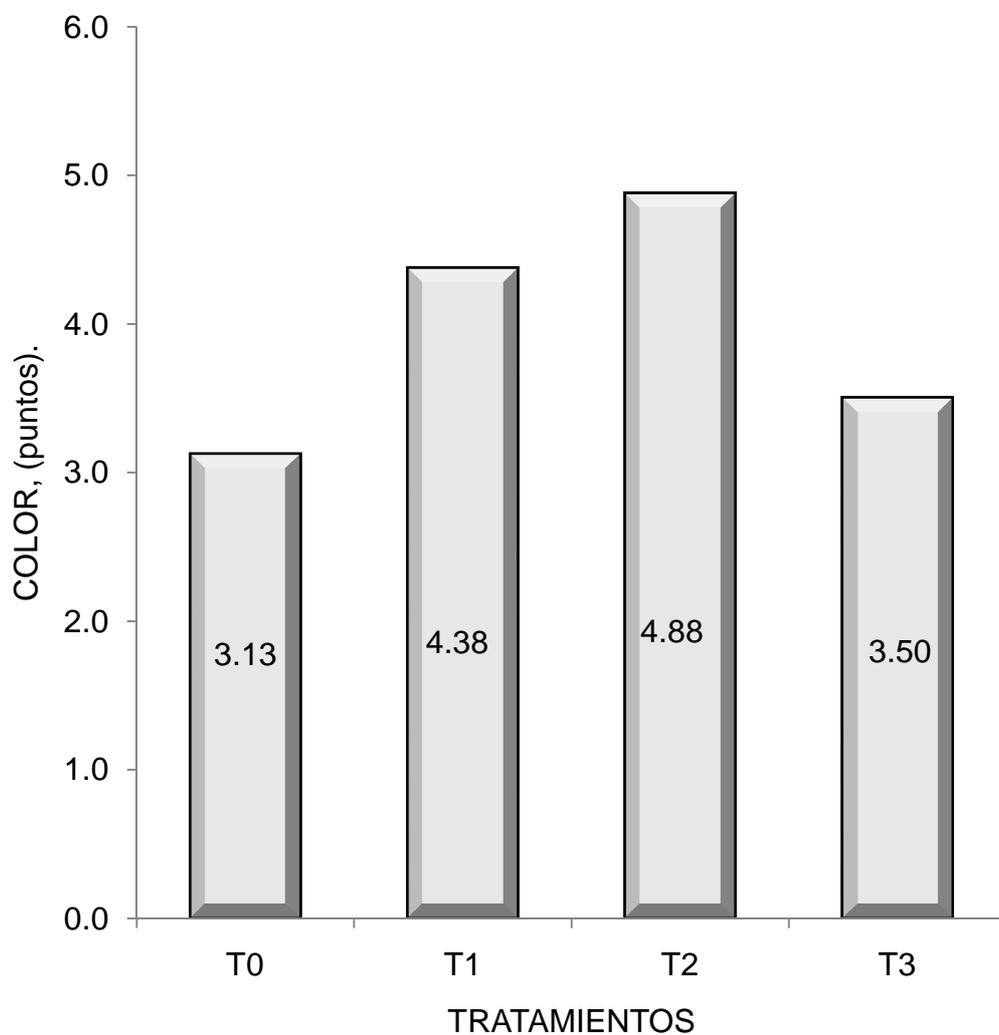


Gráfico 19. Comportamiento del color del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

En el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 20. Se observa una dependencia del 96.7% para la valoración del color por efecto de la adición del nivel de colorante de remolacha en la coloración del yogurt de fresa, por el análisis de la regresión se identifica una ecuación con tendencia polinomial de segundo grado, cuya parábola determina que por cada unidad porcentual que aumente en el nivel de colorante, se espera un aumento significativo del color equivalente a 3.44 puntos, hasta el nivel del 1% , para luego tender a una disminución del color de 0.66 puntos, al incrementar el nivel de colorante natural (1.5%).

4. Sabor

En el análisis del sabor del yogurt de fresa elaborado con diferentes niveles de colorante natural de remolacha no se registró diferencias estadísticas ($P < 0.56$), por efecto del nivel de colorante de remolacha, aunque numéricamente se presentó la menor aceptación en el tratamiento control con 3.13 puntos en tanto que los yogures del tratamiento T1 con puntuaciones sensoriales de 4.13 puntos sobre 5 de referencia fueron los de mayor aceptación por parte del panel de degustadores mientras que los yogures de los tratamientos T2 y T3 presentaron calificaciones intermedias de sabor de 4 y 3.50 puntos respectivamente; gráfico 21, es decir, que independientemente del tratamiento control se observa que a mayores niveles de colorante de remolacha el sabor del yogurt desmejora.

Lo que puede deberse a lo señalado en <http://wwwdiabetesstop.wor.com>.(2010), en donde se indica que la valoración del sabor esta en base a cuatro gustos elementales: dulce, amargo, salado y ácido; y puesto que, la remolacha por su alto contenido de azúcares, al elaborar el yogurt de fresa con mayores concentraciones de remolacha el sabor es más dulce, y probablemente no fue del agrado de los degustadores. Las respuestas obtenidas son ligeramente inferiores a las reportadas por Sacón, P. (2004), quien al producir el yogur persa con diferentes niveles de estabilizante registró la mejor aceptación en el yogur con los más bajos niveles de estabilizante (0.9 %), que recibió una calificación de 4.70 sobre 5 de referencia.

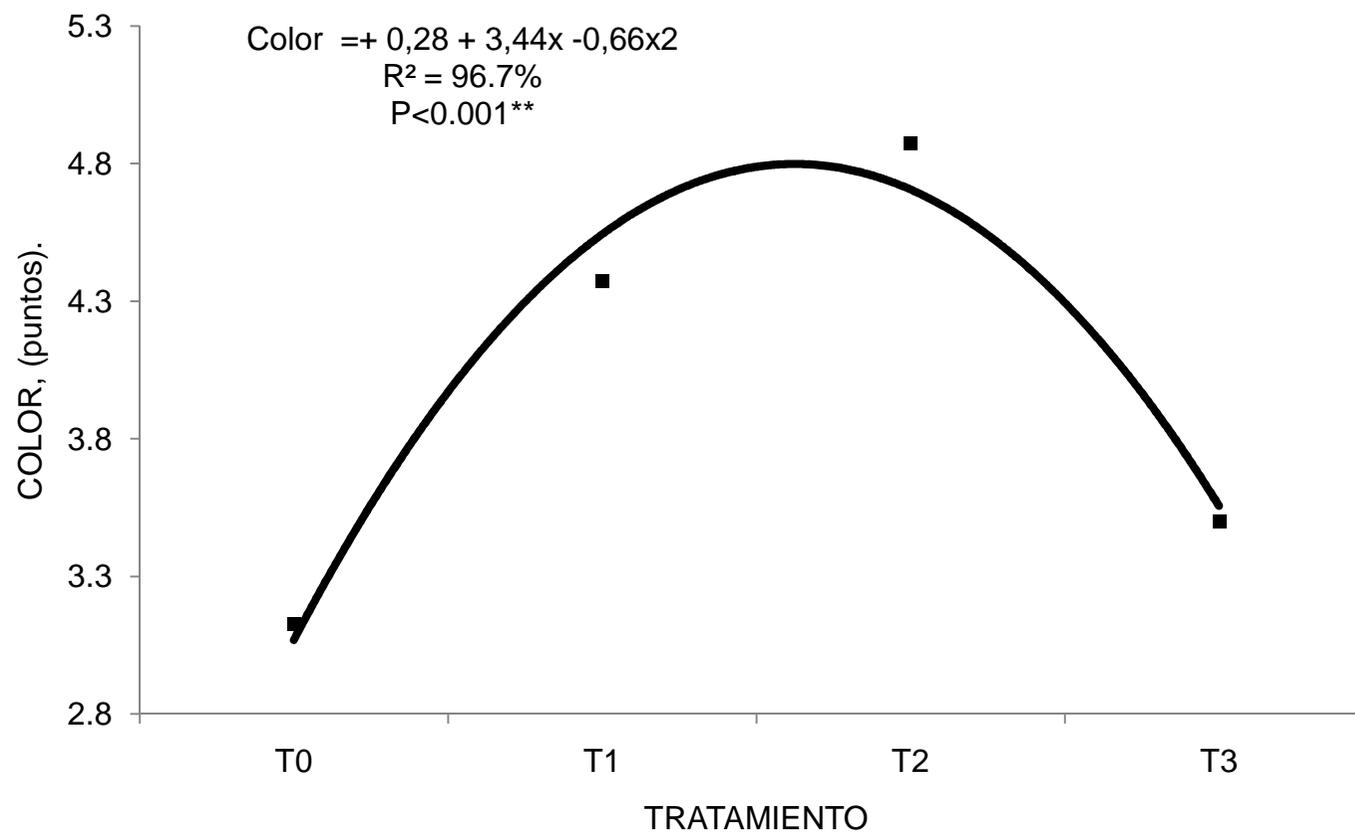


Gráfico 20. Análisis de regresión del color del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha, *Beta vulgaris*.

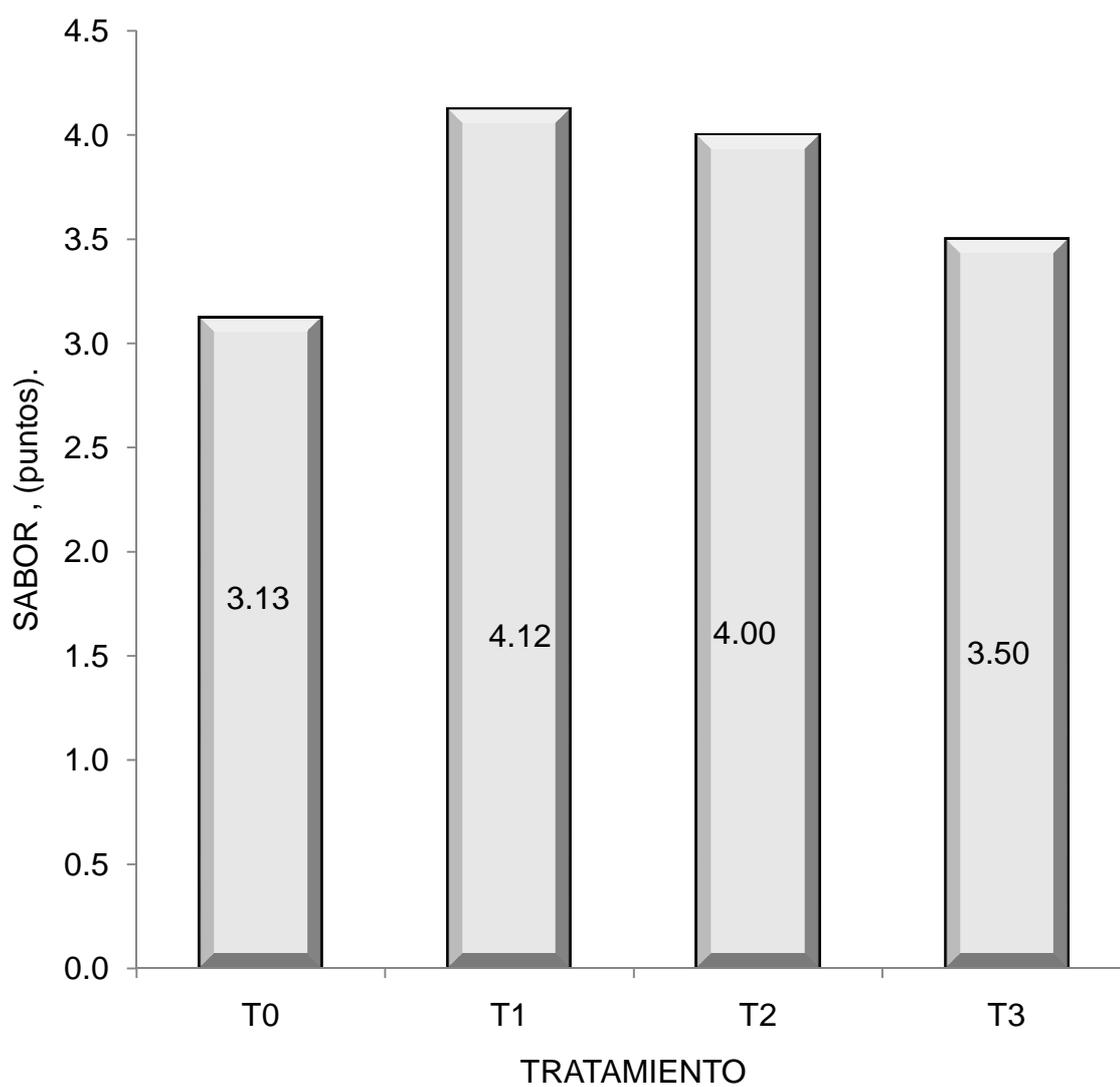


Gráfico 21. Comportamiento del sabor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

5. Valoración total

Respecto a las medias registradas en la valoración total del yogurt de fresa , estas fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.006$), por efecto de los niveles de colorante de remolacha empleados, por cuanto la calificación promedio asignada a los tratamientos fue de 15.53 puntos sobre 20 de referencia, presentándose en el yogurt del tratamiento T2 las mejores calificaciones por parte del panel de degustación con 17.88 puntos, en comparación con el producto del tratamiento control que registró las calificaciones más bajas de la experimentación con 13.25 puntos, mientras que valoraciones intermedias fueron registradas en los yogures de los tratamientos T1 y T3 con 16.88 y 14.13 puntos respectivamente. Al comparar los valores obtenidos de la calificación total del yogurt de fresa, con los reportados en la escala referencial de valoración de los productos alimenticios señalada por Witting, E (1981), se establece que los tratamientos T1 y T2 fueron los de mayor aceptación por parte del panel de degustación, ya que les corresponde una calificación cualitativa de Buena, por lo que se considera que al yogurt de fresa al incorporarse hasta el 1% de colorante de remolacha no se afecta su aceptación por el consumidor. Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 22. Se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa con una ecuación de valoración total = $5,40 + 9,58x - 1,84x^2$, que quiere decir partiendo de un intercepto de 5.40 la valoración total inicialmente se eleva para posteriormente descender por cada unidad de cambio del nivel de colorante, con un coeficiente de determinación de 98.44%.

D. VIDA DE ANAQUEL EN FUNCIÓN DEL pH DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA *Beta vulgaris*

1. pH a los 15 días

En la evaluación de la vida de anaquel de acuerdo al pH del yogurt de fresa después de 15 días de elaboración, como se ve en cuadro 12, se registraron

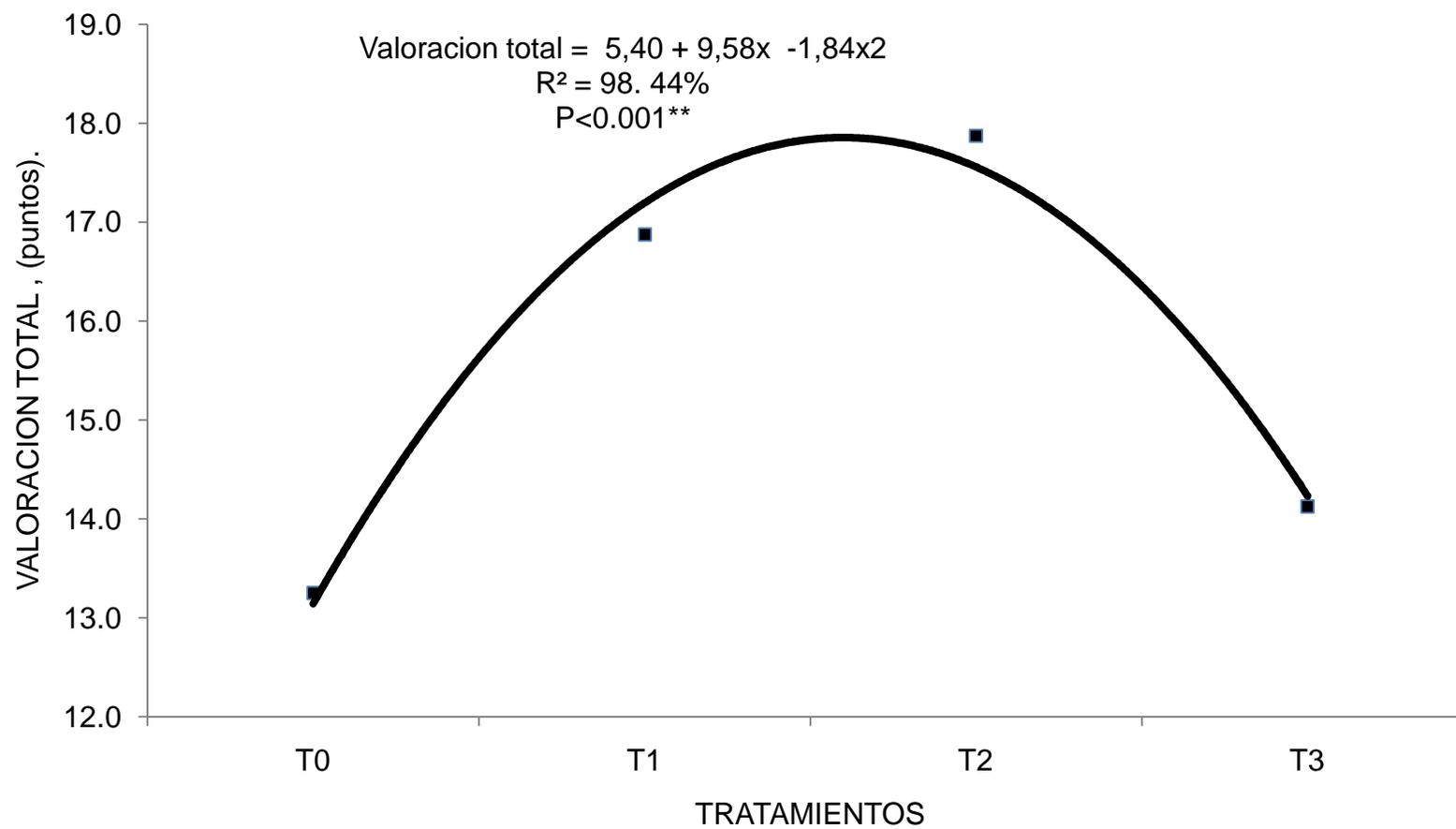


Gráfico 22. Comportamiento del sabor del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DEL YOGURT DE FRESA CON DIFERENTES NIVELES DE COLORANTE NATURAL DE REMOLACHA (0.5%; 1% y 1.5%).

VARIABLES	TRATAMIENTOS				CV	\bar{x}	Prob.	Sign.
	T0	T1	T2	T3				
pH a los 15 días	4,32 b	4,34 a	4,31 b	4,26 c	0,92	4,32	0,0004	**
pH a los 30 días	4,81 a	4,78 b	4,54 d	4,70 c	1,72	4,68	0,003	**

Fuente: Aman, C. (2010).

CV: Coeficiente de variación.

\bar{x} : Media general.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

diferencias altamente significativas ($P < 0.004$), por efecto del nivel de colorante de remolacha, con una media general de los tratamientos de 4.32 y un coeficiente de variación de 0.92%, presentándose un mayor incremento del pH en los yogures del tratamiento T1 con 4.34, seguida de los yogures del tratamiento control y T2 con 4.32 y 4.31, y que además compartieron rangos de significancia de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$), en tanto que en los yogures del tratamiento T3, el pH fue el más bajo con 4.26, como se ilustra en el gráfico 23. Lo que indica que a mayores niveles de colorante de remolacha se alarga la vida de anaquel ya que el pH no sufre mayores alteraciones.

Lo que es corroborado con lo expuesto por Alais, C. (1998), que indica que en el proceso de almacenamiento al pasar el tiempo la carga microbiana se incrementa, y conociendo que los microorganismos tienen un origen proteico, el contenido de proteína en el producto también se incrementa, y se acelera la fermentación que es un proceso catabólico de oxidación incompleto, siendo el producto final un compuesto orgánico, que incide en sobre todo en el sabor del yogurt. Además, el producto evaluado en el presente trabajo se considera que es apto para el consumo humano, ya que no existió un deterioro de su calidad proteica ni excesiva acidez, durante los 15 primeros días de almacenamiento en refrigeración, por cuanto este proceso (enfriamiento) se efectúa para terminar el desarrollo de acidez, propender a una mejor estabilidad de las proteínas y para el restablecimiento de su estructura.

2. pH a los 30 días

La vida de anaquel del yogurt de fresa de acuerdo al pH, 30 días posteriores a su elaboración registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.003$), por efecto del nivel de colorante de remolacha, observándose que en los tratamientos control, T0 y T1 la elevación del pH fue mayor con 4.81, 4.78 y 4.70 respectivamente en tanto que en tratamiento T2 los valores fueron las más bajas de la experimentación con 4.54. Es decir que se observa que a mayores días de almacenamiento en los yogures con menor contenido de remolacha el pH se incrementa, lo que es un indicativo que el proceso de fermentación se acelera y

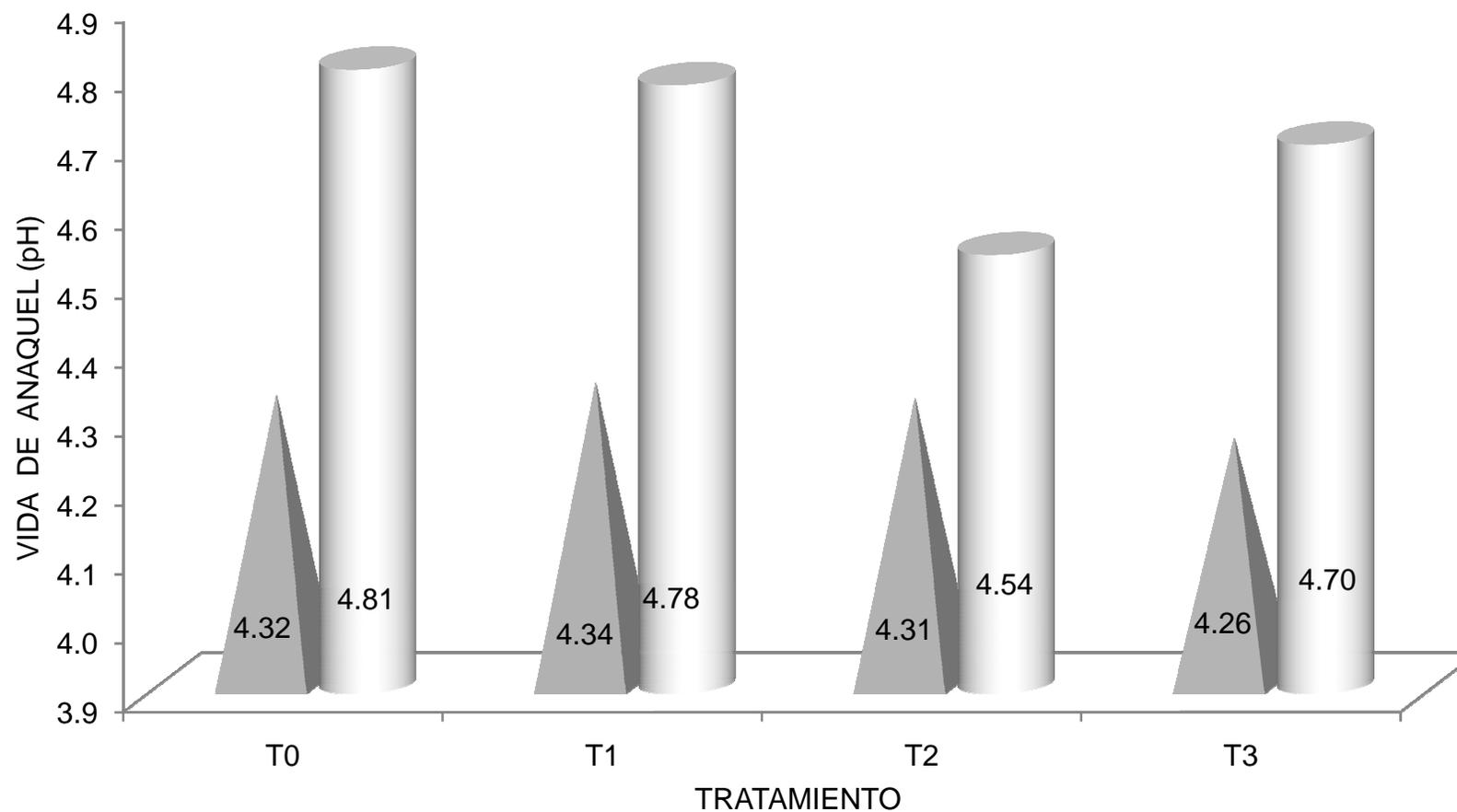


Gráfico 23. Comportamiento de la vida de anaquel del yogurt de fresa coloreado con diferentes niveles (0,5%; 1% y 1,5%), de colorante natural de remolacha *Beta vulgaris*.

por ende se inicia el proceso de descomposición por lo tanto el producto no es apto para el consumo humano ya que existe proliferación de bacterias patógenas que pueden provocar daños en la salud del consumidor.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis económico de la elaboración del yogurt de fresa con diferentes niveles de colorante natural de remolacha que se reporta en el cuadro 13. Los costos de producción por litro de yogurt establecen los mayores valores al emplearse niveles de 1% y 1.5% con 0.83 centavos de dólar por litro producido que se eleva con el tratamiento T2 a 0.84 centavos de dólar, por lo que se reduciría su costo de producción en los tratamientos antes indicados en 1 centavo por cada litro producido, que es un indicador importante, si se considera que una industria láctea mediana proceso diariamente entre 2000 y 5000 litros de yogurt.

Mediante el indicador beneficio/costo (B/C), la mayor rentabilidad se alcanzó al emplearse el tratamiento T2, registrándose un B/C de 1.47; es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 47 centavos de dólar, que se reduce a 46 y 45, centavos con el empleo del 0.5% y 1.5% de colorante natural de remolacha; respectivamente, en comparación de tratamiento testigo que registró la rentabilidad más baja de la experimentación con un beneficio costo de 1.42, por lo tanto con el empleo del 1% de colorante de remolacha (T2), se obtuvieron las rentabilidades más interesantes, que superan las tasas de interés vigentes que pagan las instituciones financieras, que en el mejor de los casos es el 12 % anual; además de que se estaría poniendo a disposición un producto que posee en su composición colorantes naturales que benefician la salud del consumidor ya que como sabemos la mayoría parte de alergias que se presentan tanto en los niños como en las personas de la tercera edad son producidas por alimentos que tienen en su composición colorantes artificiales. Por lo que se debe fomentar la producción industrial de yogurt, poniendo en práctica las medidas higiénicas necesarias para asegurar un alimento apto para el consumo humano.

Cuadro 13. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
FORMULACIÓN				
Leche, lt	80,00	80,00	80,00	80,00
Fermento láctico, g	12,50	12,50	12,50	12,50
Colorante de remolacha	0,00	0,25	0,40	0,60
Aditivos, g	5,00	5,00	5,00	5,00
Subtotal	80,02	80,27	80,42	80,62
Leche, litros	0,400	32,00	32,00	32,00
Fermento láctico, g	0,600	7,50	7,50	7,50
Colorante de remolacha	0,250	0,00	0,06	0,10
Saborizante	0,250	8,00	8,00	8,00
Aditivos, g	0,400	1,00	1,00	1,00
Envases plásticos	0,200	12,00	12,00	12,00
Gas	1,800	1,80	1,80	1,80
Mano de obra		4,00	4,00	4,00
Costo Total,	66,30	66,36	66,40	66,45
Litros yogurt producidos	80,00	80,00	80,00	80,00
Costo prod./lt yogurt, \$	0,83	0,84	0,84	0,84
Precio de venta, \$/kg	1,18	1,20	1,22	1,21
INGRESOS TOTALES, \$	94,40	96,00	97,60	96,80
BENEFICIO/COSTO	1,42	1,45	1,47	1,46

Fuente: Amán, C. (2010).

V. CONCLUSIONES

1. Al realizar el análisis de las propiedades físico-químicas, presentaron los más altos contenidos de proteína el tratamiento T3 con 2.98%, en tanto que el mayor contenido graso fue reportado en el tratamiento T1 con 3.43%, mientras que la humedad, el pH y la acidez más alta fueron las del tratamiento T2 con 79.06%, 4.30 y 0.78, respectivamente.
2. Al evaluar los análisis microbiológicos se determinó la mayor presencia de coliformes totales, mohos y levaduras en el tratamiento T2, con 1950 UFC/g y 6250 UFC/g, en comparación del tratamiento T3, que no registra presencia de coliformes totales y muy baja incidencia de mohos y levaduras.
3. Los diferentes niveles de colorante natural de remolacha si afectaron las características organolépticas de los yogures de fresa a excepción del olor y el sabor, presentado en general mayor aceptación por parte del panel de degustadores los yogures del tratamiento T2, que registró una apariencia de 4.63 puntos, olor de 4.38 puntos, color de 4.88 puntos y sabor de 4 puntos, recibiendo una calificación final de muy buena (17.88 puntos).
4. En la evaluación de la vida de anaquel las diferencias son altamente significativas pudiendo observarse que a los 15 días el pH comienza a elevarse registrando los valores más altos en el tratamiento T1 con 4.34 y los más bajos en el tratamiento T3 con 4.26. en tanto que a los 30 días de almacenamiento en refrigeración, el pH se eleva notablemente en los tratamientos control con 4.81 y T1 4.78, lo que indica el inicio de la descomposición del yogurt de fresa.
5. El análisis económico determinó que el menor costo de producción lo registró el tratamiento control con 0.83 dólares, mientras que el mayor beneficio costo lo presentan los yogures del tratamiento T2 con 1.47, es decir una rentabilidad del 47%.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones presentadas se pueden plantear las siguientes recomendaciones:

1. Elaborar yogurt de fresa con del 1% de colorante natural de remolacha, ya que registra las mejores calificaciones organolépticas de color, olor y sabor como también los más altos contenidos de humedad pH y la acidez apropiada y sobre todo nos genera una rentabilidad del 1.47.
2. Es necesario realizar un buen control de calidad de la materia prima como es la leche y de la sanitización tanto del lugar de trabajo como de los equipos necesarios para la elaboración del yogurt de fresa ya que el contenido microbiológico fue elevado
3. Replicar el presente trabajo pero con niveles más altos a los evaluados, ya que los resultados obtenidos son bastante alentadores convirtiéndose en una alternativa saludable para evitar el uso de colorantes artificiales.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALAIS, C. 1998. Ciencia de la leche. Décima copia Zaragoza, España. Edit. Reverte. pp 24-33.
2. ALEIXANDRE, J. 1989. El espacio uniforme de color. 1a ed. Madrid, España. Edit CIELAB. pp. 25, 316-320.
3. ALIMARKET, P. 1994. Los zumos buscan valor añadido. Edit. Alimarket. Cali, Colombia. pp. 149-156.
4. ALVARADO, J. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. 1a ed. Ambato, Ecuador. Edit. Artes Gráficas. pp. 483-512.
5. BRITO, H. 2001. Texto básico de operaciones unitarias III. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. CRD-XEROX. pp. 16 – 52.
6. CHEFTEL, J. 1980. Propiedades reológicas de alimentos fluidos. 1a ed. Valencia, España. Edit. Agroquím. pp, 39-89, 198-209.
7. CONDONY R, MARINÉ A, RAFECAS M. 1998. Yogurt: elaboración y valor nutritivo. Madrid, España. Edit. Fundación Española de la nutrición. pp. 12 – 21.
8. CUVI, J. 2004. Utilización de diferentes niveles de caseinato de calcio para la producción de yogur dietético. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH, Riobamba, Ecuador. pp 39 -50.
9. ECUADOR Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH (2009).

10. ECUADOR, INEN. 1996. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Leche y productos lácteos. Examen Microbiológico. Disposiciones generales. Norma 162. Quito, Ecuador.
11. ECUADOR, INEN. 1996. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Leche y productos lácteos. Disposiciones generales. Norma 710. Quito, Ecuador.
12. FERNÁNDEZ, M. 2007. Calidad sensorial de los alimentos. 1a ed. Lima, Peru. Edit Genova. pp. 45 – 52.
13. HERNÁNDEZ, M. 1998. Elaboración de yogur a pequeña escala en el hogar. sn. La habana, Cubana Edit. Rev Aliment Nutr. pp. 23 – 36.
14. <http://www.mundohelado.com>. 2010. Artigas, M. Proceso de elaboración del yogur y selección de la leche.
15. <http://www.remolacha.com>. 2010. Avila, D. Vitaminas presentes en la remolacha.
16. <http://www.elrebot/Hortalizas.htm>. 2009. Bautista , M. La remolacha y sus características bromatológicas.
17. <http://www.infoyogurt.com>. 2009. Bocalle, D. contenidos de componentes en la remolacha.
18. <http://www.fguirado.blogspot.com> 2010. Carpio, A. Selección de las materias primas de la elaboración del yogurt.
19. <http://www.colorantesnaturales.com>. 2010. Carpio, C. Los colorantes naturales empleados en la elaboración del yogurt.

20. <http://www.sabormediterraneo.com>. 2010. Cagigas, A y Blanco, J. características microbiológicas del yogurt.
21. <http://www.clubplaneta.com>. 2010. Centro Nacional de Industrialización. Proceso de elaboración del yogurt de fresa.
22. <http://redescolar.ilce.edu.mx>. 2009. Copenahue, M. Descripción del proceso para elaborar yogurt.
23. <http://www.blog.laiveesvida.com>. 2010. Hurtado, A. Durazno, fuente de salud y sabor.
24. <http://www.portalgastronomico.com/>. 2009. Jonas, L. EL estudio de la remolacha casera.
25. <http://www.propiedadesalimentos.jaimaalkauzar.es>. 2009. López, P. Composición nutricional del yogurt.
26. <http://www.composiciremolacha.com>. 2010. Luna, M. Las bacterias presentes en el yogurt.
27. <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>. 2010. Mauron, J. La remolacha, procesos de elaboración del colorante.
28. <http://www.search.boe.es/gal.doc.php.com> 2009. Mayen, P. Principales mecanismos de deterioro en productos lácteos.
29. <http://www.consumerroski.com>. 2009. Rodríguez, J. El origen más conocido del yogurt.

30. <http://www.google.cenizas.com>. 2009. Serra, J. Elaboracion industrial del yogurt.
31. <http://wwwportalremolacha.com>. 2009. Riveros, P. Productos colorantes de la remolacha.
32. <http://wwwvitaminas-de-la-remolacha.html>. 2009. Perea, P. Cualidades nutritivas del yogurt.
33. <http://www.industriabebible.com>. 2010. Quintana, D. Fermentación y envasado del yogurt.
34. <http://www.monografias.com>. 2010. Quiroga, L. Los colorantes utilizados en la alimentacion.
35. <http://wwwdiabetesstop.wordpress.com>. 2010. Roca, R. Descripcion del proceso para elaborar el yogurt.
36. <http://www.bvs.yogurt.cu.com>. 2010. Roca, G. El yogurt sus cualidades y composición.
37. <http://wwwdiabetesstop.wor.com>. 2010. Serna, P. Los colorantes artificiales para los alimentos.
38. <http://www.zonadiet.com>. 2010. Silva, D. Aporte nutricional de los productos lácteos. Calorías, proteínas, grasas, vitaminas y minerales de leches, yogur y quesos.

39. <http://www.bvs.yogurt.cu.com>. 2010. Tankeño. P. estudio de las propiedades del yogurt.
40. <http://www.es.wikipedia.org>. 2010. Yogur. Wikipedia, la enciclopedia libre. Composición nutricional del yogurt.
41. <http://www.cenids.insp.mx.net>. 2000. CENTRO NACIONAL DE INDUSTRIALIZACIÓN (CENIDS). Leche, sus productos y derivados.
42. MEJÍA, V. 2006. Extracción del gel de *austrocylindropuntia lagopus* para la elaboración de yogurt dietetogerátrico” Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 37 -54.
43. MOSTACERO. F. 2002. Taxonomía de la Fanerógamas útiles en el Perú. sn. Trujillo, Perú. Edit. CONCYTEC. pp. 92 – 101.
44. PALOU A, SERRA P. 2000. Perspectivas europeas sobre alimentos funcionales. 1a ed. Valparaíso, Chile. Edit. Alim Nutr Salud. pp 3, 7, 6 y 90.
45. PORTER, N. 1981. La ciencia de los alimentos. 2a ed. Madrid, España,. Edit Aria. pp 15 – 52.
46. ROJAS E. 1994. La fibra dietética. Los carbohidratos en la nutrición humana. sn. Madrid, España. Edit. Grupo Aula Médica. pp 19-38.
47. SACÓN, P. 2004. Efecto de cuatro niveles de estabilizante (0.9, 1.1, 1.3 y 1.5%) para la coagulación de yogurt persa. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 41-52.

48. SASSON A. 1998. Productos y procedimientos comerciales basados en organismos modificados genéticamente. En: Sasson A, Elfos Scientiae E. eds. Biotecnologías aplicadas a la producción de fármacos y vacunas. La Habana. pp. 21-6.
49. SAWEN, E. 1984. Lactología Industrial. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 24 -26.
50. SHARAPIN, N. 2000. Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos. sn . Zaragoza, España. Edit. Acribia pp. 50 – 78.
51. VAYAS, E. 2002. Resúmenes de la materia de Procesamiento de la leche, Octavo semestre. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPOCH. pp. 56 – 71.