



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana* (SIROPE DE AGAVE) COMO EDULCORANTE NATURAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE *Glycine max* (SOYA).”

**TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR
JOHANNA VICTORIA LIGNIA ANCHAPAXI**

**Riobamba – Ecuador
2014**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. MC. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

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

Ing. Fabricio Armando Guzmán Acán.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 11 de Junio del 2014

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, porque en sus aulas, recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias

Principalmente a mis padres y hermana quienes fueron el motor y la guía que me impulso a seguir adelante, sin su apoyo esta meta no hubiese sido posible.

Especial agradecimiento al tribunal de tesis, Ing. M.C. Enrique Vayas Director de Tesis y al Ing. Fabricio Guzmán, Asesor, quienes con sus consejos y asesoramiento permitieron la culminación de esta investigación.

A la Industria Lácteos Danny, en la personas del Sr. Eduardo LLuco y Laura Curicama, quienes me permitieron desarrollar esta investigación en las instalaciones de la empresa, brindándome todas las facilidades y su ayuda incondicional.

DEDICATORIA

A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza y sabiduría para continuar con mis metas y sueños propuestos, permitiéndome culminar mi carrera con éxitos.

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dejar que me rindiera ni en un solo momento, a ellos quienes con su amor y dedicación hicieron posible la culminación de mis estudios.

A mi hermana y familia quienes con su apoyo y consejos permitieron que siga adelante sin decaer.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	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>Definición</u>	3
2. <u>Propiedades del yogurt</u>	3
3. <u>Clasificación del yogurt</u>	4
a. Según su estructura física	4
b. Según su contenido en grasa	5
c. Según los productos añadidos	5
4. <u>Microbiología del yogurt</u>	5
5. <u>Valor nutritivo</u>	7
6. <u>Requisitos del yogurt</u>	8
B. SOYA	9
1. <u>Características</u>	9
2. <u>Variedades de soya</u>	11
3. <u>Propiedades alimentarias y medicinales de la soya</u>	11
a. Una legumbre muy adecuada para la salud de los huesos	11
b. La soya es muy buena para la circulación	12
c. La soya constituye un potente anti cancerígeno	13
d. Un alimento ideal para los problemas menstruales	13
4. <u>Componentes de la soya</u>	13
5. <u>Componentes orgánicos</u>	15
a. Proteínas y aminoácidos esenciales.	15
b. Lípidos	16
c. Flavonoides: Isoflavonas	18
d. Isoflavonas de la soja como factores de protección cardiovascular.	20

e.	Inhibición enzimática, cáncer y otras acciones de las isoflavonas de la soya	21
c.	Carbohidratos y Fibra	23
g.	Vitaminas	24
(1).	Vitamina B1	24
(2).	Vitamina B2	25
6.	<u>Componentes inorgánicos</u>	25
7.	<u>Productos derivados de la soya</u>	25
a.	Leche de soya	25
b.	Harina	26
c.	Aceite	27
d.	Okara	27
e.	Tofú	27
C.	YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA)	28
1.	<u>Características</u>	29
2.	<u>Composición</u>	30
3.	<u>Proceso de fabricación</u>	31
4.	<u>Características Físico Químicas y Microbiológicas</u>	33
D.	EDULCORANTES NATURALES	33
E.	<i>Agave americana</i> (SIROPE DE AGAVE)	35
1.	<u>Obtención</u>	35
2.	<u>Composición</u>	35
3.	<u>Beneficios</u>	37
4.	<u>Uso en alimentos</u>	38
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	39
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	39
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	39
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	40
1.	<u>Materiales</u>	40
2.	<u>Equipos</u>	40
3.	<u>Materias Primas</u>	40
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	41
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	43

1.	<u>Análisis Físico – químico</u>	43
2.	<u>Análisis sensorial</u>	43
3.	<u>Pruebas Microbiológicas</u>	43
4.	<u>Análisis económico</u>	43
5.	<u>Vida útil del producto</u>	44
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	44
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	44
1.	<u>Obtención del <i>Agave americana</i> (Sirope de agave)</u>	44
2.	<u>Elaboración de leche de <i>Glycine max</i> (soya).</u>	45
3.	<u>Elaboración del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya)</u>	48
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	50
1.	<u>Análisis Físico – químico</u>	50
2.	<u>Análisis sensorial</u>	51
3.	<u>Pruebas Microbiológicas</u>	51
4.	<u>Análisis económico</u>	52
5.	<u>Vida útil del producto</u>	52
a.	°Brix	52
b.	Ph	52
c.	Acidez	53
d.	Densidad	54
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	55
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE <i>Agave americana</i> COMO EDULCORANTE NATURAL	55
1.	<u>Contenido de proteína</u>	55
2.	<u>Contenido de grasa</u>	60
3.	<u>Viscosidad</u>	65
4.	<u>Contenido de calcio</u>	70
5.	<u>Contenido de magnesio</u>	75
B.	EVALUACIÓN DE CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA), POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE <i>Agave americana</i>	79

1.	<u>Coliformes totales</u>	79
2.	<u>Contenido de Mohos y levaduras</u>	83
3.	<u>Recuento de <i>Escherichia coli</i></u>	85
B.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE <i>Agave americana</i> Y LOS ENSAYOS	87
1.	<u>Color</u>	87
2.	<u>Olor</u>	94
3.	<u>Sabor</u>	99
4.	<u>Apariencia</u>	104
5.	<u>Textura</u>	109
E.	VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE <i>Agave americana</i> COMO EDULCORANTE NATURAL	111
1.	<u>Grados Brix</u>	111
2.	<u>pH</u>	115
3.	<u>Acidez</u>	117
4.	<u>Densidad</u>	119
F.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	122
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	124
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	125
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	126
	ANEXOS	

RESUMEN

En la Industria Lácteos Danny, del Cantón Chambo, se elaboró yogurt de soya, aplicando diferentes niveles, de *Agave americana* como edulcorante natural, con 4 tratamientos, 3 repeticiones y, en dos ensayos consecutivos dando un total de 72 unidades experimentales. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar, en arreglo bifactorial; donde, el factor A, fueron los niveles de *Agave americana* y el Factor B, los ensayos. Los resultados indican que para las características físico químicas se, determino superioridad al aplicar 20% de *Agave americana* (T3), en cuanto al contenido de grasa (2.02%), viscosidad (4.73%), contenido de calcio (11.67 mg), y magnesio (1.29 mg), además los conteos de Coliformes totales (2,83 UFC), y mohos y levaduras (8,33 UFC), no superan las exigencias de las normas INEN. Las calificaciones demostraron mayor preferencia hacia el yogurt de soya del tratamiento T3, con mayor color (4,72 puntos), olor (4,56 puntos), sabor (4,42 puntos), apariencia (4,61 puntos) y textura (4,70 puntos). La determinación de la vida útil reportó que el grupo control, se conserva por mayor tiempo, con un pH de 3,55 y acidez de 68,10 %. El análisis económico determino que la relación beneficio costo más alto fue registrada en el yogurt del tratamiento T3, que fue de 1,47, o 47% de rentabilidad. Por lo que se recomienda utilizar el 20% de edulcorante natural ya que las características físico químicas son las más altas proporcionando al yogurt el valor nutritivo necesario para ser incluido en la dieta de niños y diabéticos.

ABSTRATC

At Danny Dairy industry, of the canton Chambo, soy yogurt was prepared by applying different levels of Agave american as a natural Sweetener with 4 treatments, 3 repetitions and in two consecutive tests giving a total of 72 experimental units. The experimental results were shaped under a complete randomized desing in a bifactorial arrangement, where the Factor A, had levels of Agave american and Factor B, the essays. The results show that for the physical chemical characteristics the superiority was determined by applying 20 % of Agave american (T3) ; in terms of fat content (2.02 %); viscosity (4.73%), calcium content (11.67 mg) and magnesium (1.29%), besides the counts of total coliform (2.83 UFC) and molds and yeasts (8.33 UFC) do not exceed INEN requirements. The qualifications demonstrated higher preference toward soy yogurt T3 treatment, more colored (4.70 points). The determination of the useful life reported that the control group is preserved for a longer time with a pH of 3.55 and acidity of 68.10%. The economic analysis determined that the highest the benefit-cost ratio was registered in T3 treatment yogurt , which was 1,47; or 47 % of benefit . Therefore, the use of 20 % natural Sweetener is recommended due to its highest physicochemical characteristics, giving to the yogurt the necessary nutritional value to be included in the diet of diabetics and lacto-intolerants.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGURT.	8
2.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS EN LECHE FERMENTADAS SIN TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR A LA FERMENTACIÓN.	9
3.	CONTENIDO EN NUTRIENTES DE LA SOYA EN FORMA DE LEGUMBRE, EXPRESADO EN CANTIDAD POR 100 G.	14
4.	AMINOÀCIDOS ESENCIALES Y NO ESENCIALES.	16
5.	COMPARACIÓN DE LECHE DE VACA VS. LECHE DE SOYA.	26
6.	DIFERENCIAS NUTRICIONALES ENTRE EL AZÚCAR CLÁSICO Y EL SIROPE DE AGAVE.	36
7.	PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGAVE.	36
8.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHAMBO.	39
9.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	42
10.	ESQUEMA DEL ADEVA.	42
11.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE <i>Glycine max</i> (soya) CON DIFERENTES NIVELES DE <i>Agave americana</i> (Sirope de agave).	50
12.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS SENSORIAL.	51
13.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE <i>Agave americana</i> COMO EDULCORANTE NATURAL.	56
14.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE <i>Agave americana</i> POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.	64
15.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE <i>Agave americana</i> Y LOS ENSAYOS.	74
16.	EVALUACIÓN DE CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE <i>Glycine max</i> (SOYA), POR EFECTO DE LOS	80

DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS.

17. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL YOGURT DE *Glycine max* POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS. 86
18. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL. 88
19. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL. 98
20. VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL. 112
21. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN. 123

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Pág.
1. Principales familias de flavonoides y estructura química básica.	19
2. Isoflavonas y sistema cardiovascular.	20
3. Diagrama de proceso de elaboración de leche de soya.	47
4. Diagrama de proceso de elaboración de yogurt de soya con diferentes niveles de <i>Agave americana</i> (Sirope de agave) como edulcorante natural.	49
5. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural.	57
6. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural y los ensayos.	59
7. Comportamiento del contenido de grasa del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	61
8. Regresión del contenido de grasa del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> .	63
9. Comportamiento de la viscosidad del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	66
10. Regresión de la viscosidad del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	68
11. Comportamiento del contenido de calcio del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	71
12. Regresión del contenido de calcio del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	73
13. Comportamiento del contenido de magnesio del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	76
14. Regresión del contenido de magnesio del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles, de <i>Agave americana</i> .	78
15. Comportamiento del contenido de coliformes totales del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural.	81

16.	Comportamiento del contenido de mohos y levaduras del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave american</i> como edulcorante natural.	84
17.	Comportamiento del color del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural.	89
18.	Regresión del color del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> .	91
19.	Comportamiento del color del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural y los ensayos.	93
20.	Comportamiento del olor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave american</i> como edulcorante natural.	95
21.	Regresión del olor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> .	97
22.	Comportamiento del olor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural y los ensayos.	100
23.	Comportamiento del sabor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural.	101
24.	Regresión del sabor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> .	103
25.	Comportamiento del sabor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural y los ensayos.	105
26.	Comportamiento de la apariencia del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural.	106
27.	Comportamiento del sabor del yogurt de <i>Glycine max</i> (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de <i>Agave americana</i> como edulcorante natural y los ensayos.	108

28. Comportamiento de la textura del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural. 110
29. Comportamiento de los grados Brix, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento. 114
30. Comportamiento del pH, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento. 116
31. Comportamiento de la acidez, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento. 118
32. Comportamiento de la densidad, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento. 121

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Modelo de encuesta para la valoración organoléptica de los yogures de *Glycine max* (soya) elaborados con diferentes niveles de *Agave americana* (sirope de agave).
2. Reporte de los resultados de la valoración físico – química y microbiológica de los yogures de *Glycine max* (soya) elaborados con diferentes niveles de *Agave americana* (sirope de agave).
3. Análisis estadístico de la proteína del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
4. Análisis estadístico de la grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
5. Análisis estadístico de la viscosidad del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
6. Análisis estadístico del calcio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
7. Análisis estadístico del hierro del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
8. Análisis estadístico de las coliformes del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
9. Análisis estadístico del brix a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
10. Análisis estadístico del brix a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
11. Análisis estadístico del brix a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya),

aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

12. Análisis estadístico del pH a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
13. Análisis estadístico del pH a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
14. Análisis estadístico del pH a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
15. Análisis estadístico de la acidez a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
16. Análisis estadístico de la acidez a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
17. Análisis estadístico de la acidez a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
18. Análisis estadístico de la densidad a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
19. Análisis estadístico de la densidad a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
20. Análisis estadístico de la densidad a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
21. Análisis estadístico del color del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
22. Análisis estadístico del aroma del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando

diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

23. Análisis estadístico del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
24. Análisis estadístico de la apariencia del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.
25. Análisis estadístico de la textura del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

I. INTRODUCCIÓN

Por ser el Ecuador un país de economía inestable, se ha llegado a un nivel de subdesarrollo que genera grandes problemas, siendo uno de ellos, la mala información nutricional de la población. Es por eso que en este proyecto se ha pensado en la innovación alimenticia considerando que la juventud actual debe ser orientada y motivada a fin de que piensen en sí mismos y en sus próximas generaciones para poder garantizar y prolongar el ciclo de vida del hombre, mediante un alimento nutritivo como es el yogurt, que repone la flora intestinal, reduce los niveles de colesterol, baja las reacciones alérgicas a las proteínas; y una de las principales cualidades es que ayuda a la digestión, esto es debido a que en el proceso de la fermentación las proteínas son convertidas en sustancias que son más fácilmente digeridas por el organismo, considerándolo además una fuente elemental de grandes dietas y tratamientos naturistas que ya se encuentra plenamente posicionado en el mercado.

Contribuyendo a las necesidades del mercado actual de consumir alimentos altamente nutritivos se ha considerado desarrollar una variedad diferente de yogurt, siendo la soya parte fundamental del proceso de la elaboración por su alto contenido proteico que la caracteriza; ya que, a pesar de ser un vegetal, se comporta nutricional y químicamente de manera similar a un producto animal, pero careciendo de los inconvenientes de estos, contiene 10 de los aminoácidos esenciales, y diversos tipos de hidratos de carbono, en cuanto al contenido de vitaminas se destacan las del complejo B, tiamina y riboflavina, la soja es un alimento rico en grasas insaturadas y es, por lo tanto muy benéfico para la salud del sistema cardiovascular por lo que este yogurt ofrece más y mejores beneficios a los consumidores, tales como: cero grasas, mayor nivel proteínico y más fácil digestión que el yogurt tradicional. Si a estos beneficios se suman, los que se pueden incorporar al utilizar *Agave americana* (sirope de agave), como edulcorante natural para la producción de yogurt de *Glycine max* (soya), se estaría propiciando un alimento altamente nutritivo y benéfico para mejorar la salud de los consumidores, ya que se consideraría como un alimento funcional, que forma parte de una industria alimenticia cada vez más sofisticada que

propone una nueva manera de nutrirnos, entendiéndose por alimentos funcionales que son aquellos que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y que sus efectos positivos justifican que pueda reivindicarse sus características funcionales o incluso saludables”.

Considerando que el país necesita que su economía se renueve y reciba incentivos con el planteamiento de nuevas alternativas de unidades de negocios, se desarrollara este nuevo producto dentro del mercado del Yogurt y de bebidas nutritivas a base de lácteos, como es el yogurt a base de leche de soya, que le permita a cualquier empresa dedicada a la producción y comercialización del yogurt, incursionar con mayor fuerza en este mercado El comportamiento de los consumidores frente a productos de consumo diario, actualmente presenta una tendencia a la preferencias de productos que tengan procedencia natural, que cuiden de su salud y ayuden a alargar en lo que se pueda el promedio de vida de una persona. La presente investigación pretende llevar a cabo la producción de un producto bebible, de consumo masivo derivado del grano de soya, combinado con un sinnúmero de bondades que ofrece el *Agave americana* como edulcorante natural, que por su bajo índice glucémico es apto para diabéticos, producto que actualmente no existe formalmente en el mercado ecuatoriano. Este producto se convertiría en el primer sustituto del yogurt derivado de la leche de vaca, dirigido a aquellas personas que presentan intolerancia a la lactosa. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar el nivel de edulcorante natural más adecuado (10, 15 y 20%), en la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya).
- Evaluar las características físico – químicas, microbiológicas y sensoriales del producto en estudio.
- Determinar la vida de anaquel del yogurt de *Glycine max* (soya) a una temperatura de almacenamiento de 4 °C con la utilización de *Agave americana* (sirope de agave) a los 7,14 y 21 días.
- Determinar los costos de producción mediante el indicador Beneficio –Costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. YOGURT

1. Definición

Ramírez, D. (2010), reporta que el yogurt es un derivado de la leche que se obtiene al añadir a la leche hervida, entera o desnatada, los fermentos que degradan la lactosa y la transforman en ácido láctico. La FAO define el yogurt como la leche coagulada obtenida por la fermentación láctica acida debido a las bacterias *L.Bulgaricus* y *S. thermophilus* sobre leche pausterizada o concentrada, con o sin adición de leche en polvo, etc. Los microorganismos del producto final deben ser viables o abundantes.

Trapani, G. (2012), señala que el yogurt es un alimento benéfico para el organismo, que se prepara con diversos tipos de lactobacilos. Estos lactobacilos se agregan a la leche fresca, previamente pasteurizada, con el objeto de matar los gérmenes que pueda contener y que puedan causar alguna enfermedad.

2. Propiedades del yogurt

Según <http://www.enbuenasmanos.com>. (2013), una de las propiedades más destacables del yogur es su capacidad de ayudarnos a regenerar nuestra flora intestinal (esta flora se ve muy afectada por una mala alimentación y sobre todo por infecciones y abuso de medicamentos como los antibióticos)

- A su vez la flora intestinal es muy importante para un buen tránsito intestinal corrigiendo así muchos casos de estreñimiento o diarreas.
- El sistema inmunológico también está interrelacionado con este equilibrio de la flora intestinal.

- El yogur hace la leche más digestiva y así encontraremos personas que no pudiendo tolerar la leche de vaca, pueden consumir yogurt.
- Es una buena fuente de Calcio, Magnesio y Fósforo que son los minerales más importantes para nuestros huesos.
- Lo curioso es que estos minerales están en mayor cantidad en el yogur que en la leche. Es como si los microorganismos que fermentan la leche para convertirla en yogur además de hacerla más digestiva nos aumentan la cantidad de algunos minerales.
- Disminuye, al mismo tiempo, la proporción de colesterol que contiene la leche.
- Por cada 100 g. de yogur obtenemos 180 mg. de Calcio, 17 de Magnesio, 240 de Potasio y 7140 mg. de Fósforo.

3. Clasificación del yogurt

Duran, M. (2011), manifiesta que la clasificación del yogurt se describe a continuación:

a. Según su estructura física

- Yogurt firme o yogurt clásico: El coágulo se mantiene íntegro, con lo que su estructura es una masa continua semisólida. La coagulación de la leche se lleva a cabo en el recipiente de venta al consumidor.
- Yogurt batido: El coágulo está roto, por la estructura es una masa casi líquida muy viscosa. La coagulación se realiza en depósitos y, después de fermentada la leche, se rompe el coágulo antes de la refrigeración y envasado finales. Es el yogurt batido de baja viscosidad, con un extracto seco inferior normalmente homogenizado

b. Según su contenido en grasa

- Yogurt entero: con más de 3% de grasa.
- Yogurt semi descremado: entre el 0.5% y el 3% de grasa.
- Yogurt descremado: con el 0.5% o menos de grasa

c. Según los productos añadidos

- Yogurt natural: es el tradicional con un sabor ácido neutro.
- Yogurt azucarado: es el yogurt natural al que se le ha añadido azúcar.
- Yogurt edulcorados: es el yogurt natural al que se le ha añadido edulcorantes (Naturales y sintéticos).
- Yogurt con frutas, zumos y otros productos naturales: es el yogurt natural al que se le ha añadido alguno de los mencionados productos.
- Yogurt aromatizado : es el que la fruta se constituye por aromatizantes sintéticos y naturales

4. Microbiología del yogurt

Ramírez, D. (2010), Reporta que el yogurt es una leche concentrada, sea por evaporación o por agregado de sólidos de leche que se le han sometido a un proceso de fermentación, por la acción de una mezcla de *Lactobacillus bulgaricus* y de *Streptococcus thermophilus*, hasta un punto tal que se provocará la formación de un gel firme aporcelanado y que no presenta aun el desalojo de suero. La relación cuantitativa entre *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* debe tener 1:1 a 2:3 aproximadamente. Durante el curso de la acidificación, varía dicha relación, para restablecerse nuevamente al final. La causa de la variación estriba, sobre todo, en el *Lactobacillus bulgaricus* desdoblan fácilmente proteínas y origina así el aminoácido valina. Esta favorece el desarrollo de *Streptococcus thermophilus*, hasta el punto de llegar a ser número 5 a 6 veces mayor que el bacilo a un índice determinado de acidez. Los cocos tienen un poder de acidificación menor que los bacilos y mueren antes bajo la acción del ácido láctico

formado. Los bacilos, en cambio, se desarrollan mejor cuando el índice de acidez es elevado. A todo esto hace que la relación vuelva a equilibrarse o que predomine el número de los últimos. La proporción entre ambos gérmenes influye también de una manera esencial sobre la aromatización del yogurt. El *Lactobacillus bulgaricus* es el principal producto del aroma, contribuye a la hidrólisis de la materia grasa de la leche liberando ácidos grasos y puede producir cantidades considerables de acetaldehído. Las temperaturas más favorables para el desarrollo *Streptococcus thermophilus* son de 38-44 °C, los del *Lactobacillus bulgaricus*, de 41-45 °C. Por consiguiente la temperatura de incubación influye sobre la proporción entre ambas especies bacterianas. Lo mismo cabe decir respecto a la duración de la incubación y la cantidad sembrada. La coagulación de la leche se produce cuando esta haya alcanzado el punto isoeléctrico.

Según <http://www.alimentacion-sana.org>. (2013), el punto isoeléctrico es la relación (pH) en la cual muestran igualdad de carga eléctrica las moléculas de los cuerpos químicos asociados con grupos ácido y básico, es decir el número de iones con carga positiva es entonces igual al de los que poseen negativa. Las moléculas proteicas a formar sales con los ácidos (o también con las bases) en este estado de equilibrio eléctrico y de ahí que se produzca la coagulación de proteínas. Como la caseína consta de varias fracciones, su coagulación no se produce a un pH determinado, sino dentro de un margen o intervalo de acidez. El margen isoeléctrico se encuentra para la caseína a un pH comprendido entre 4.6 y 4.9 a pH 4.65 se coagula la mayor parte de las fracciones de la caseína por lo que ese valor se considera como punto isoeléctrico (índice de acidez aproximado de la leche magra).

Ramírez, D. (2010), reporta que el *Lactobacillus bulgaricus* es una bacteria láctica como homofermentativa que se desarrolla óptimamente entre 45 y 50°C, acidificando fuertemente el medio. Puede formar hasta 2.7% de ácido láctico en la leche. *Streptococcus thermophilus* se multiplica bien entre 37 y 40 °C, pero también se desarrolla a 50 °C. Es una especie homofermentativa termorresistente, que sobrevive a un calentamiento a 65 °C durante 30 minutos. Es mucho menos

acidificante que la especie procedente. Puede ser destruida por un fago termorresistente. Ambos gérmenes son microaeròfilos y soportan muy bien los medios ácidos (pH de 4 a 4.5). En el yogurt conviven en estrecha simbiosis. Cuando se cultivan conjuntamente, producen más ácido láctico que cuando crecen aislados. *Lactobacillus bulgaricus* favorecen el desarrollo de *Streptococcus thermophilus*, pues, al ser proteolítico, obtienen ciertos aminoácidos de la caseína, los cuales activan el desarrollo de los *Streptococcus*, la valina es uno de los importantes.

5. Valor nutritivo

Según <http://www.sabormediterraneo.com>. (2013), el yogur es un alimento que une a las cualidades nutritivas de la leche y las del queso, con la ventaja que sus proteínas son más fáciles de digerir que las de la leche, rico en calcio y vitaminas del grupo B. Los organismos vivos de este alimento transforman la lactosa en ácido láctico, un componente que impide el desarrollo de bacterias dañinas en el intestino derivadas de la descomposición de los alimentos. Existen también interesantes propiedades nutritivas derivadas de su gran cantidad de vitaminas del grupo B. La acción sobre el sistema digestivo convierte al yogur en una auténtica defensa natural contra todo tipo de infecciones y enfermedades. Además, reduce el colesterol y permite absorber las grasas mucho más fácilmente, además de equilibrar el intestino, controlando los posibles casos de diarrea y estreñimiento.

Para <http://www.natursan.net/>. (2014), el yogurt cuenta con importantes beneficios y propiedades, a la vez que el yogur es bueno para el estómago. Esto es debido a que, entre otras cuestiones, 1 gramo de yogur puede contener entre 10 y 100 millones de microorganismos vivos, ayudando por tanto a regenerar la flora intestinal. También minimiza los efectos negativos de los antibióticos y protege el estómago de la erosión que producen ciertos medicamentos. No existe ninguna duda, que el yogurt es un alimento equilibrado nutricionalmente, que debe ser incorporado a la dieta de manera diaria, para así beneficiarnos de todas sus ventajas nutritivas, citando su aporte nutritivo en el cuadro 1.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGURT.

Nutriente	Yogurt descremado*	Yogurt entero*	Yogurt dietético**
Calorías, cal/l	400	690	-
Agua, %	90,6	87,6	76,1 – 79,98
Grasa, %	1,1	4,5	1,33 – 1,88
Proteína, %	3,7	3,7	3,44 – 3,81
Glúcidos, %	3,9	3,5	-
Minerales, %	0,7	0,7	1,25 – 1,8

Fuente: Vayas, E. (2002).

6. Requisitos del yogurt

Según la norma INEN 2395. (2011), a las leches fermentadas podrán añadirse azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 %(m/m) en el producto final.

- Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína fue de 200 mg/kg, en el producto final. El peso final de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no fue superior al 30 %del peso total del producto.
- La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.
- Al análisis microbiológico correspondiente a las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

- Las leches fermentadas, de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el cuadro 2.

Cuadro 2. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS EN LECHEs FERMENTADAS SIN TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR A LA FERMENTACIÓN.

Requisito	N	M	M	C
Coliformes totales UFC/g.	5	10	100	2
Mohos y Levaduras UFC/g.	5	<1	-	0
Recuento de Escherichia coli UFC/g.	5	200	500	2

Fuente: Norma INEN 2395 (2011).

En donde:

n: Número de muestras a examinar .

m: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M: Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c: número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

B. SOYA

1. Características

Según Figueroa, L. (2006), la soja, también conocida como soya es un vegetal de origen subtropical, cuyo nombre científico es *Glycine max* y que tiene las siguientes características:

- Altura: Entre 60 cm, y 1,50 m, según las variedades y las condiciones de cultivo.

- Tallos: rígidos, erectos, ramificados y muy leñosos, cubiertos de pelillos o pelusa.
- Hojas: De color variable, entre el verde claro y el oscuro, generalmente dispuestas de a tres y también cubiertas de pelo fino o pelusa.
- Flores: pequeñas, poco notables, de color blanco o algunos tonos de púrpura y agrupadas en el tallo.
- Chauchas: de entre 30 a 60 cm. de largo, revestidas de pelo fino o pelusa y con un contenido de entre 1 a 4 semillas.
- Semillas: pequeñas, redondas y, según la variedad, de color crema, verde, marrón, negro o una combinación de varios de ellos.
- Raíz: conformada por tubérculos de gran tamaño y abundantes.
- Temperatura óptima para su desarrollo: entre los 20 y 30 °C.
- Exigencias del suelo: la soja no es muy exigente en suelos ricos en nutrientes, por lo que a menudo es un vegetal que se emplea como alternativa para aquellos terrenos poco fertilizados, que no son aptos para otros cultivos. Prefiere los suelos neutros o ligeramente ácidos.
- Tiempo requerido para alcanzar la madurez: de 75 a 200 días.

Para <http://www.sancamilo.com>. (2013), la soja o soya es una legumbre de la familia de las papilionáceas, a la que pertenecen plantas tan conocidas como la judía o el guisante. La soya tiene su origen en el sudeste asiático, existen restos de su existencia en China hace ya más de 5000 años y su uso como alimento aparece documentado en este país en el año 2800 A.C. Dado que las religiones orientales prohibieron el consumo de carne animal, la soya se impuso desde el principio como un cultivo imprescindible en Oriente para suministrar las proteínas que no podían adquirir de la carne. De hecho, en estas regiones se la conoce como "carne de los campos" o "ternera de la China". A partir de allí fue llevada a Europa en el siglo XVIII y a Estados Unidos a principios del siglo XIX. La soya se

utilizó y se sigue utilizando en oriente como alimento, bien en su forma simple, como una legumbre más o a través de alguno de sus derivados (Tofu, leche de soya, yogurt, brotes de soya, salsa de soya, etc.) Todos estos productos y, especialmente sus derivados se están cada vez más extendiéndose por otras partes del mundo. En occidente el uso de esta leguminosa se centra fundamentalmente en la producción de piensos para el ganado, en la elaboración de aceites comestibles o lubricantes industriales, en grasas vegetales tanto para la alimentación en forma de margarinas como para la industria, pinturas u otros derivados industriales.

2. Variedades de soya

Black, M. (2000), manifiesta que existen muchos tipos de soya y, de hecho, se conocen cientos de clases y variedades: Higan, Llini, Giant, Green, Bansei, Fuji, Hokkaido, Imperial, etc. Sin embargo a su uso se puede clasificar en dos grupos:

- La soya de cultivo comercial: Este tipo de soya es empleada, principalmente en la producción de aceite y harina.
- La soya comestible: se adapta especialmente para su uso casero a modo de legumbre u hortaliza.

3. Propiedades alimentarias y medicinales de la soya

a. Una legumbre muy adecuada para la salud de los huesos

Según <http://www.sancamilo.com>. (2013), la soya es muy rica en calcio, con un contenido muy cercano al de la leche de vaca, por lo que puede aportar todas las propiedades de este mineral y, al mismo tiempo, resulta especialmente adecuada para aquellas personas que no toleran bien la leche o que no pueden tomarla porque tienen intolerancia a la lactosa, un componente que este alimento no posee. Hay que añadir que, además del calcio, una isoflavona, llamada daidzeína,

también contribuye a prevenir la descalcificación ósea dado que disminuye la pérdida de calcio de los propios huesos y su expulsión al exterior a través de la orina. Comer este alimento habitualmente es una buena manera de conservar los huesos en buen estado y prevenir fracturas. Una ración de 250 g de soya proporciona el 50 % de las necesidades diarias de calcio, también posee mucha riqueza en fósforo, un mineral que es muy importante para el organismo ya que contribuye a la formación de los huesos después del calcio e interviene en la formación de muchas enzimas, además de ser importante para la buena salud de los nervios y el buen funcionamiento del cerebro.

b. La soya es muy buena para la circulación

Cuvi, J. (2004), señala que la soya constituye un alimento muy interesante para la circulación. Se ha comprobado como la sustitución de la proteína animal por este alimento puede reducir hasta en un 20 % la tasa de colesterol en la sangre. La isoflavona genisteína ayuda no solamente a disminuir el colesterol malo (LDL), y los triglicéridos sino que mejora la circulación en general al aumentar la flexibilidad de las arterias y hacer que la sangre fluya con mayor facilidad. Previene, por lo tanto, que el colesterol se deposite en las arterias y conduzca a la arteriosclerosis o que haya una mayor predisposición a sufrir alguna enfermedad cardíaca. También interviene en esta propiedad su contenido en ácidos grasos omega-3. Todo ello explicaría por qué las personas vegetarianas, que suelen consumir bastante soja, presentan unas arterias en mejor estado, más flexibles y jóvenes.

Black, M. (2000), reporta que las propiedades cardiovasculares de este alimento no solamente son útiles para aquellas personas que comen exclusivamente vegetales. Se ha comprobado como en personas que comen habitualmente carne su nivel de colesterol se reducía o no aumentaba cuando se incluía una ración diaria de esta legumbre en la dieta. De alguna manera este alimento contrarresta los efectos negativos del colesterol de la carne animal. Su contenido en potasio contrarresta el sodio, por lo que resulta muy adecuada en la dieta para la retención de líquidos. Además su contenido en magnesio, junto con el potasio, la

hace ideal en el tratamiento de la hipertensión arterial. El potasio es un mineral que resulta también muy importante para mantener el corazón, los nervios y los riñones en buena forma.

c. La soya constituye un potente anti cancerígeno

Para <http://www.cita.ucr.ac.cr/>. (2014), estudios realizados en Japón, donde habitualmente la gente suele comer mucha sopa de soya, demostraron que una ingesta diaria de un plato de sopa reducía a 1/3 la posibilidad de desarrollar cánceres de estómago. Igualmente se ha comprobado como las isoflavonas de la soya detienen el crecimiento de las células cancerosas, especialmente en el cáncer de mama, de próstata, de útero y de colón. Parece ser que las isoflavonas genisteína y daidzeína neutralizan la propiedad cancerosa de los estrógenos.

d. Un alimento ideal para los problemas menstruales

Black, M. (2000), reporta que esta propiedad no solamente es beneficiosa para detener el crecimiento de las células cancerosas, sino que el genisteína y daidzeína y otros fitoestrógenos de la soya pueden reducir el exceso de estrógenos que se producen en el organismo de las mujeres antes de la menstruación y que son los responsables del mal humor, los sofocos, los síntomas depresivos u otros problemas relacionados con el síndrome premenstrual. Aún más interesante que la semilla cocida resulta ser la germinada, dado que, al germinar el contenido de fitoestrógenos aumenta mucho más por lo que aumentan sus propiedades.

4. Componentes de la soya

Herrera, E. (2007), informa que la semilla de soya (del japonés shoyu) es una legumbre de alto valor nutritivo que contiene alrededor de un 10% de agua, un 4-5% de minerales, principalmente potasio y fósforo, y una amplia variedad de componentes orgánicos, entre los que destaca su elevado porcentaje de

proteínas (del orden del 35%) de buena calidad. Esa cantidad de proteínas es casi el doble de la de la carne (20%), cuatro veces la de los huevos y hasta doce veces la de la leche. Contiene, además, otra serie de compuestos de enorme interés alimenticio: un 20% de grasas, que en su mayor parte son triglicéridos de ácidos grasos poliinsaturados, alrededor del 2-5% de fosfolípidos, principalmente en forma de lecitina, y pequeñas cantidades de otros lípidos en forma de esteroides, tales como estigmasterol y sitosterol. No tiene colesterol. En el cuadro 3, se resume el contenido en nutrientes de la soya en forma de legumbre.

Cuadro 3. CONTENIDO EN NUTRIENTES DE LA SOYA EN FORMA DE LEGUMBRE, EXPRESADO EN CANTIDAD POR 100 G.

COMPONENTE	CONTENIDO
Energía (Kcal)	416
Proteínas (g)	36
Carbohidratos (g)	30
Fibra (g)	9
Grasas totales (g)	20
Lípidos poliinsaturados (g)	11
Lecitina (g)	1-5
Colesterol (mg)	0
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	1,700
Calcio (mg)	277
Magnesio (mg)	240
Hierro (mg)	16
Zinc (mg)	3
Fósforo (mg)	580
Yodo (μ g)	6
Flúor (μ g)	130
Cobre (μ g)	406
Tiamina (vitamina B1) (mg)	0,85
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,4
Niacina (mg)	3
Vitamina K (μ g)	190
Vitamina A (UI)	94
Vitamina E (mg)	13,3
Isoflavonas (mg)	200-300

Fuentes: De Luna, A. (2006).

De Luna, A. (2006), reporta que en la soya se encuentran también numerosas vitaminas, sobre todo del grupo B (tiamina, niacina y ácido pantoténico), tocoferoles (vitamina E) y carotenoides (vitamina A). Por último, la semilla de soya tiene también importantes cantidades de derivados fenólicos, principalmente flavonoides y antocianinos. En el grupo de los flavonoides destacan las isoflavonas genistina y daidzina (precursores de la genisteína y daidzeína, respectivamente), así como la glicitina. La genisteína y daidzeína son conocidas también como fitoestrógenos, pues ejercen en el organismo efectos similares a los estrógenos de origen animal, habiéndose investigado otros efectos beneficiosos para la salud, tales como su acción antioxidante, antiinflamatoria, antitrombótica, anticancerígena, etc.

5. Componentes orgánicos

a. Proteínas y aminoácidos esenciales.

Herrera, E. (2007), indica que las proteínas son el componente más abundante de la soya, con un contenido que supera al de otras legumbres, como los garbanzos (18%), lentejas (24%), judías (19%) y guisantes secos (22%). Las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes de nuestro organismo, llegando a representar alrededor de un 50% del peso seco de nuestros tejidos. Desde el punto de vista funcional su papel es esencial, ya que no hay ningún proceso en el organismo que no dependa de la presencia o actividad de las proteínas. De hecho, moléculas fundamentales en muy diversos procesos están formadas por proteínas: enzimas, hormonas, transportadores, anticuerpos, receptores celulares, etc.

De Luna, A. (2006), señala que todas las proteínas están formadas por la unión de aminoácidos mediante enlaces peptídicos, y a su vez, mediante la hidrólisis las proteínas son escindidas en aminoácidos. Así pues, los aminoácidos son las unidades estructurales de las proteínas, y están formados básicamente por carbono, hidrógeno y nitrógeno. En el hombre se han identificado 20 aminoácidos

diferentes. De ellos, 11 para los niños y 12 para los adultos se consideran no esenciales, ya que los podemos sintetizar o formar, y por lo tanto no es imprescindible su presencia en los alimentos. Sin embargo, los 9-8 restantes se denominan aminoácidos esenciales, ya que nuestro organismo no los puede sintetizar, y por lo tanto deben estar presentes de forma regular en nuestros alimentos. De hecho, la ausencia de uno de estos aminoácidos impide la formación de la proteína que lo contiene, y por lo tanto, el tejido que requiere esa proteína presenta una importante disfuncionalidad. En el cuadro 4, se relacionan los aminoácidos esenciales y no esenciales para el hombre.

Cuadro 4. AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y NO ESENCIALES.

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Isoleucina	Alanina
Leucina	Arginina
Lisina	Asparagina
Metionina	Acido aspártico
Fenilalanina	Cistina
Treonina	Ácido glutámico
Triptófano	Glicina
Valina	Prolina
Histidina (en niños)	Serina
	Tirosina
	Histidina (en adultos)

Fuentes: Calvo, D. (2006).

b. Lípidos

Herrera, E. (2007), infiere que La mayor proporción de componentes grasos de la soya corresponde a los ácidos grasos insaturados, se destaca el ácido oleico, principal representante de los ácidos grasos monoinsaturados, y dos ácidos grasos poliinsaturados, el ácido linoleico (18:2, ω -6) y el ácido linolénico (18:3, ω -3). Estos dos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales; es decir, nuestro

organismo no los puede sintetizar, por lo que deben estar presentes en la dieta. El ácido linoleico es el sustrato para la síntesis de los distintos ácidos grasos de la denominada “serie de los ω -6”, entre los que se encuentra el ácido araquidónico, del que se forman compuestos de enorme importancia funcional para nuestro organismo, como son las prostaglandinas. A su vez, el ácido linolénico es el sustrato para la síntesis de los ácidos grasos de la “serie de los ω -3”, en la que se forman los ácidos grasos ω -3, característicos de la grasa del pescado, como los ácidos eicosapentaenoico y docosahexaenoico. Tanto el ácido oleico como los ácidos grasos de la serie ω -3 son bien conocidos por sus efectos antiaterogénicos (7, 8), por lo que su abundante presencia en la soya contribuye activamente a prevenir las enfermedades cardiovasculares. Una parte importante de los ácidos grasos poliinsaturados presentes en la soya se encuentran formando parte de la lecitina. Esta sustancia lipídica es un fosfolípido que además de ácidos grasos contiene glicerol, fosfato y colina. La lecitina se encuentra presente en todas las células de nuestro organismo, y en particular en las del tejido nervioso, corazón, riñones y glándulas endocrinas. Se han descrito varios beneficios de la ingestión de lecitina, entre los que se podrían citar:

- En cerebro, la colina de la lecitina se transforma en acetilcolina, que es un neurotransmisor. A ello se ha achacado el efecto protector y de refuerzo del sistema nervioso por la lecitina.
- En hígado, la colina de la lecitina favorece la metabolización de las grasas, evitando así su infiltración. De hecho, una deficiencia de colina se asocia al desarrollo de hígado graso, e incluso de cirrosis hepática.
- La lecitina facilita la movilización y oxidación de grasas endógenas, contribuyendo a evitar su acúmulo.
- La lecitina contribuye a corregir las deficiencias de colina que pueden causar degeneración hemorrágica en los riñones.
- Por su acción emulsificante, la lecitina favorece la absorción intestinal de las grasas.

c. Flavonoides: Isoflavonas

De Luna, A. (2006), menciona que los flavonoides son un conjunto de más de 5.000 compuestos químicos pertenecientes a la familia de los polifenoles, un amplio y heterogéneo grupo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas. Los flavonoides son compuestos naturales pigmentados específicos de las plantas, hallándose en el tallo, hojas, frutos, semillas y flores, en los que desempeñan un importante papel, ya que intervienen en el control del crecimiento y diferenciación de la planta. Son muy abundantes en la acerola, brócoli, cereza, endivia, naranja, puerro, rábano, remolacha roja, uva, té verde y negro, en bebidas como el vino tinto y la cerveza, y en todos los alimentos de soya (leche, tofu, haba, porotos, proteína vegetal texturizada, harina, miso.). Aunque el organismo humano no puede sintetizarlos, se sabe que los flavonoides son importantes para la fisiología humana al ser considerada como nutrientes esencial y fitoquímicos con propiedades terapéuticas, siendo los responsables de una serie de efectos saludables y acciones protectoras cuando se ingieren regularmente y formando parte de la dieta habitual.

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. (2006), reporta que los flavonoides fueron descubiertos por el premio Nobel de Fisiología y Medicina de 1937, Albert Szent-György, de origen húngaro, quien en 1930 aisló de la cáscara del limón una sustancia llamada citrina, la cual tenía efectos sobre la permeabilidad (P) capilar; ésta es probablemente la razón por la que en un principio se conocieron con el nombre de vitamina P; posteriormente se comprobó que no eran verdaderas vitaminas, abandonándose tal denominación en la década de los 50. Las más de 5.000 moléculas bioactivas de flavonoides identificados hasta la fecha se han distribuido en 10-12 familias que reciben nombres tales como chalconas, auronas, flavonas (luteolina, apigenina), flavonoles (quercetina, kaemferol, miricetina), Flavanoles (catequina, gallocatequina, epicatequina, teaflavina), flavanonas (hesperidina, naringenina, eriodictiol), Antocianidinas (cianidina, malvidina, pelargonidina, petunidina), isoflavonas o isoflavonoides (genisteína, daidzeína, gliciteína), y otras subclases

tales como flavandioles, taninos o proantocianidinas, rotenoides. Los flavonoides tienen similitudes estructurales y funcionales, y en algunos de ellos existen también interconexiones biosintéticas, pues se ha comprobado, por ejemplo, que la naringenina es convertida en genisteína por la acción de una enzima presente en la soya, la isoflavona sintasa, en el gráfico 1. Principales familias de flavonoides y estructura química básica

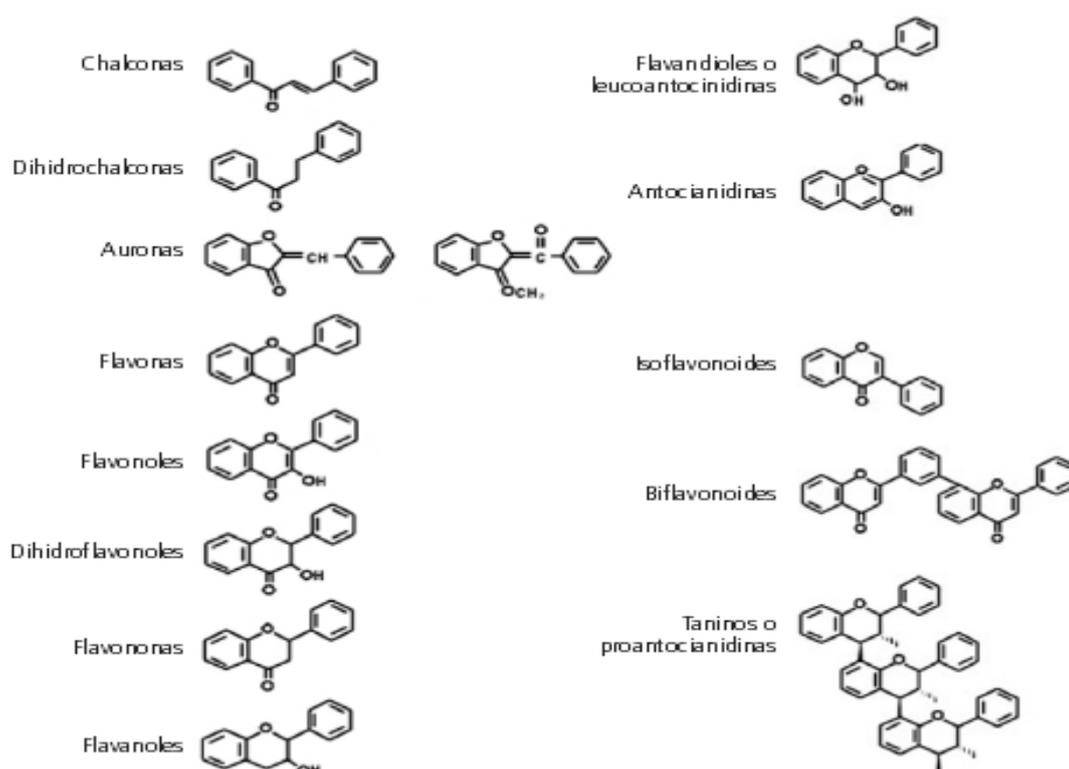


Gráfico 1. Principales familias de flavonoides y estructura química básica.

Herrera, E. (2007), enuncia que las isoflavonas son los flavonoides más abundantes y de mayor interés terapéutico de la soya, y también la soya es el único alimento que contiene isoflavonas en cantidades fisiológicamente relevantes. Están presentes en todos los productos que se obtienen a partir de la semilla, tales como leche, tofu, tempeh, harina, miso, concentrado, proteína vegetal texturizada, alcanzando cifras que pueden llegar a 300 mg/100 g en la semilla seca y en torno a 150-200 mg/100 g en la harina de soya. En estado natural se encuentran adheridas a las proteínas de la semilla, de forma que tras la extracción alcohólica del concentrado de soya desaparecen prácticamente del

mismo (< 20 mg/100 g). En todos estos productos de la soja se encuentran en abundancia tres precursores glicosilados (genistina, daidzina y glicitina) de las tres isoflavonas más abundantes: genisteína, daidzeína y gliciteína, respectivamente.

d. Isoflavonas de la soja como factores de protección cardiovascular

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. (2006), manifiesta que tras la menopausia se produce en la mujer un importante incremento del riesgo de padecer enfermedad cardiovascular. El tratamiento con fitoestrógenos puede reducir ese riesgo, ya que las isoflavonas afectan positivamente al sistema vascular, tanto directamente, a través de su interacción con los receptores estrogénicos presentes en la pared del sistema vascular, como indirectamente, alterando el perfil de lipoproteínas circulantes, o impidiendo mediante su acción antioxidante la oxidación del colesterol de las lipoproteínas LDL. Existen, efectivamente, numerosos estudios clínicos que han determinado los efectos de las isoflavonas de la soja sobre el sistema cardiovascular comprobando que éstas disminuyen el riesgo de enfermedad cardiovascular, principalmente a través de las siguientes acciones, que se detallan a continuación en el gráfico 2.

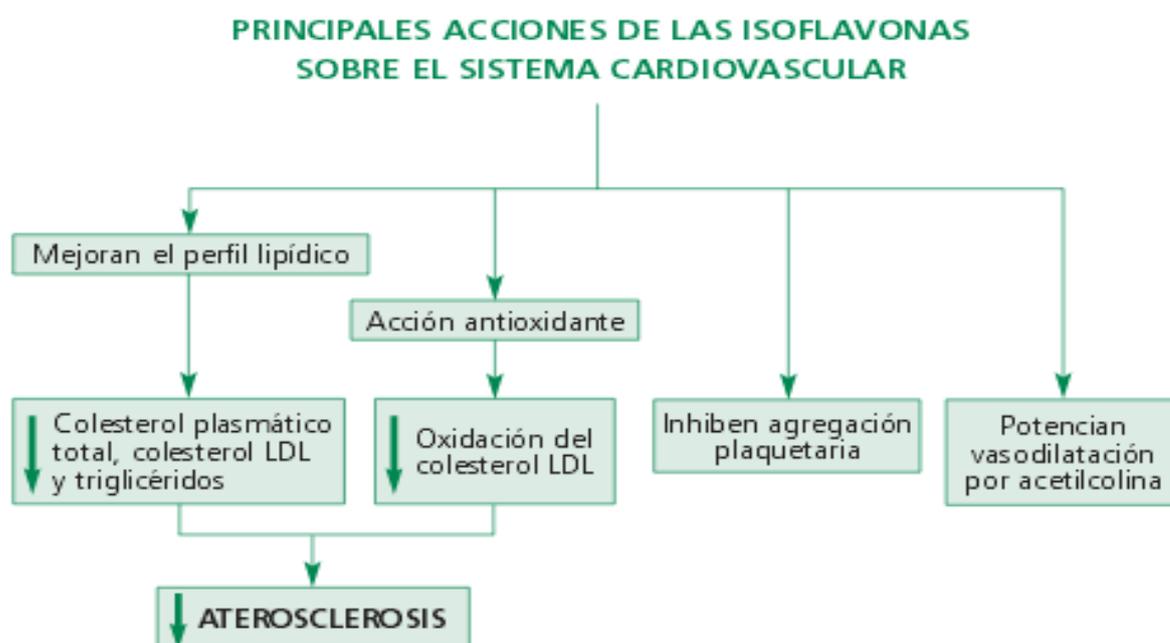


Gráfico 2. Isoflavonas y sistema cardiovascular.

e. Inhibición enzimática, cáncer y otras acciones de las isoflavonas de la soya

Herrera, E. (2007), reporta que además de la acción estrogénica y antioxidante, diversos estudios clínicos y experimentales, in vivo e in vitro, han permitido comprobar que las isoflavonas de la soya, principalmente la genisteína, inhiben la actividad de numerosas enzimas celulares de gran importancia funcional, como la tirosina quinasa. Esto abre muchas expectativas en cuanto a su posible empleo como agentes quimiopreventivos antitumorales, pues estas enzimas participan en el control de la replicación celular, con repercusiones importantes en el inicio de los procesos cancerígenos; estas enzimas también activan la agregación plaquetaria, por lo que la inhibición es relevante para la protección cardiovascular.

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (2006), señala que por otra parte, la isoflavonas reduce el número de receptores celulares para diversos factores de crecimiento implicados en procesos de proliferación y diferenciación celular, tales como EGF (factor de crecimiento epidérmico), IGF (factores del crecimiento relacionados con la insulina o insulin-like grown factors), TGF (factor de crecimiento tumoral) y otros. Todos estos factores han sido implicados en el crecimiento de diversos tumores, lo que explica la importancia de la reducción del número de receptores por las isoflavonas, pues ello se traduce en un menor riesgo de la proliferación tumoral. Las isoflavonas también inhiben la actividad de las topoisomerasas I y II del ADN, unas enzimas que catalizan cambios topológicos en el ADN, siendo necesarias para la replicación del mismo. También inhiben la quinasa ribosómica S6, activadora del plasminógeno, el cual interviene en la síntesis de factores responsables de la dispersión de las células tumorales. Reducen igualmente la actividad de las aromatasas, implicadas en la biosíntesis de estrógenos como el β -estradiol, de la colesterol 7 α -hidroxilasa, que regula la síntesis de ácidos biliares a partir de colesterol, así como de la actividad HMG-CoA reductasa, que interviene en la síntesis de colesterol y de hormonas esteroideas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador. (2002), informa que Las isoflavonas tienen también propiedades antiinflamatorias, tanto a escala local como sistémica, pues reducen la actividad ciclooxigenasa y lipooxigenasa (22), tienen capacidad de interactuar con receptores nucleares diferentes de los estrogénicos, tienen actividad sobre circuitos colinérgicos cerebrales, son eficaces para disminuir los niveles de estrógenos libres circulantes, inhiben la angiogénesis, actúan sobre receptores hepáticos de la LDL y sobre su síntesis enzimática, inhiben la H⁺/K⁺ ATPasa gástrica. Por último, estudios experimentales y epidemiológicos han puesto de manifiesto que las personas que consumen altas cantidades de isoflavonas presentan una menor incidencia de distintos tipos de cáncer, incluyendo el de mama y próstata – aspectos que se abordan con detalle en otro capítulo—. Se ha observado que en estos casos aumentan los niveles plasmáticos de una proteína, una globulina conjugadora de hormonas sexuales (sex hormone binding globulin, SHBG).

De Luna, A. (2006), infiere que Este efecto protector de los fitoestrógenos en procesos tumorales podría deberse a una reducción de los niveles circulantes de hormonas sexuales no conjugadas, ya que, en su mayor parte, los estrógenos circulan en sangre de forma inactiva, es decir, conjugados a la SHBG o a la albúmina. Puesto que la suplementación con isoflavonas incrementa los niveles de la SHBG en las mujeres posmenopáusicas este tratamiento disminuye los niveles de estradiol libre, reduciendo así sus potenciales efectos cancerígenos. Otro mecanismo anticancerígeno propuesto estaría relacionado con su actividad antioxidante, mediante la cual evitan el daño oxidativo al ADN y, por tanto, mutaciones genéticas y la posterior proliferación de células mutadas. Sin embargo, recientemente se ha propuesto otro mecanismo que promovería la muerte de las células tumorales mediante apoptosis o suicidio celular, pues se ha observado que la genisteína modula la expresión de genes relacionados con el control del ciclo celular y la apoptosis, y regula la transcripción de la tirosina quinasa, DNA topoisomerasas y otras, por lo que es un eficiente inductor de la muerte celular en células tumorales; además, reduce la producción de endotelina-1 y de IGF-1, como se indicó anteriormente, los cuales inhiben la apoptosis celular y actúan como factores de crecimiento en algunos tipos de tumores, lo que podría

interpretarse como un efecto protector de las isoflavonas en determinados procesos neoplásicos.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador. (2002), indica que se ha demostrado que una dieta rica en soya incrementa la memoria a corto y largo plazo, así como la flexibilidad mental en los estudiantes. Se ha observado incluso una mejora en las funciones cognitivas de mujeres posmenopáusicas tratadas con isoflavonas de soya, aunque no hubieran experimentado cambio en sus síntomas relacionados con la menopausia, carácter o vigilia. Ello indica una mejora en las funciones del lóbulo frontal del cerebro. En resumen, las isoflavonas de la soya poseen un amplio abanico de propiedades saludables, tales como su capacidad antioxidante para proteger a las lipoproteínas LDL de la oxidación por radicales libres (efecto antiaterogénico), para modular la síntesis de eicosanoides (efecto antiinflamatorio), para prevenir la agregación plaquetaria (efectos antitrombóticos) o de actuar en los tejidos diana igual que los estrógenos animales (acción estrogénica). Además, los flavonoides tienen otras propiedades que incluyen, entre otras, la estimulación de la comunicación intercelular a través de las uniones en hendidura, la regulación del crecimiento celular, la inducción de enzimas de detoxificación tales como monooxigenasas dependientes del citocromo P-450, así como un conjunto de acciones anticancerígenas directas e indirectas que contribuyen a reducir el riesgo de padecer varios tipos de cánceres.

f. Carbohidratos y Fibra

Paine, H. (2002), informa que la fibra es un constituyente de la dieta integrado principalmente por polisacáridos vegetales resistentes a la hidrólisis enzimática intestinal, por la que se viene interesando la comunidad científica; este interés ha propiciado en los últimos años el desarrollo industrial de alimentos y suplementos dietéticos enriquecidos en fibra. El interés se justifica por los efectos saludables que produce su consumo, muchos de los cuales derivan de su utilización como sustrato fermentable por ciertas bacterias beneficiosas de la flora intestinal, como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus sp*, cuyas poblaciones se fortifican a expensas de la fermentación de la fibra, lo que se conoce como efecto prebiótico. Las bacterias

de éstos y otros géneros producen efectos beneficiosos en el hospedador debido a acciones locales y sistémicas que van asociadas a su fortificación. La soya contiene hidratos de carbonos solubles e insolubles. La fracción soluble contiene oligosacáridos que confieren a la mayoría de los productos de soya el sabor característico. No obstante, los oligosacáridos de la soya están empezando a tener importancia como nuevos ingredientes prebióticos de ciertos alimentos, ya que estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas que se encuentran en el intestino grueso, principalmente bifidobacterias.

g. Vitaminas

Figueroa, L. (2006), reporta que las vitaminas son compuestos orgánicos que resultan esenciales para el correcto funcionamiento del cuerpo. Por esta razón, cuando una de ellas resulta insuficiente, el organismo lo manifiesta a través de un tipo de señal o síntoma. La falta de vitamina E, por ejemplo, suele hacerse evidente en trastornos del aparato reproductivo, mientras que las úlceras en las encías evidencian una posible falta de vitamina C. La soya es rica en vitaminas varias del complejo B, como:

(1). Vitamina B1

Para <http://www.rpan.org/monografias/monografia>. (2002), también conocida como tiamina, es un nutriente fundamental para el buen funcionamiento del sistema nervioso. También interviene de manera benéfica en metabolismo de los carbohidratos, el funcionamiento del corazón y de los músculos. Su carencia se suele evidenciar en síntomas y enfermedades tales como calambres, depresión y otros trastornos nerviosos, náuseas y afecciones gástricas varias. La soya contiene 0.61 mg de tiamina por cada 100 g, contenido considerablemente alto, ya que es el doble de la leche y que el hígado de ternera.

(2). Vitamina B2

La vitamina B2 o riboflavina, es un nutriente primordial para el metabolismo energético, la formación de glóbulos rojos, el crecimiento, el buen funcionamiento de la vista y la protección de las mucosas en general, así como también del cabello y la piel. (Figueroa, L. 2006).

6. Componentes inorgánicos

Para <http://www.rpan.org/monografias/monografia>. (2002), en comparación con el resto de las legumbres, la soja aporta una mayor cantidad de minerales como potasio, calcio, magnesio, fósforo y hierro, así como pequeñas cantidades de otros iones (sodio, zinc, cobre, flúor y yodo), de gran importancia funcional. Su bajo contenido en sodio hace a la soja especialmente interesante para las personas hipertensas.

7. Productos derivados de la soja

a. Leche de soja

Calvo, D. (2003), indica que la leche de soja es un líquido de consistencia cremosa y de sabor que recuerda al de las nueces. Se obtiene de las semillas de soja empapadas en agua, cocidas y, posteriormente, molidas y coladas. El líquido resultante es la leche de soja y la parte sólida que queda tras el proceso de colado es la okara. Puede sustituir a la leche de la vaca en pacientes con intolerancia a la lactosa (que carece de la enzima lactasa). No contiene colesterol, aporta calcio, vitaminas del grupo B y Fe. Sin embargo, esta leche no aporta la misma cantidad de proteínas que la que aporta la leche de vaca. El uso de soja para producir leche respecto a la que se produce de las vacas puede ser beneficioso para el medio ambiente, debido a que usando la misma cantidad de tierra produce alimento para un mayor número de personas que si se utiliza para criar y mantener a las vacas; pero teniendo en cuenta que las plantaciones de

soja transgénica favorecen el uso de pesticidas, contaminación de acuíferos, expulsión de la gente del campo hacia las ciudades y acaban con la biodiversidad en las zonas de plantación. En el cuadro 5, se comparan diferentes parámetros de la composición de la leche de vaca vs. La leche de soya.

Cuadro 5. COMPARACIÓN DE LECHE DE VACA VS. LECHE DE SOYA

Composición de la leche de soya y de la leche de vaca por cada 240 gr.(un vaso)		
	Leche de vaca	Leche de soya
Calorías	148,84 Kcal.	79,20 Kcal
Proteínas	8,05 g	6,72 g
Grasa	8,05 g	4,56 g
Carbohidratos	11,47 g	4,32 g
Sodio	119,56 mg	28,80 mg
Vitamina A	307,44 UI	78,80 UI
Vitaminas C	2,20 mg	0,00 mg
Grasas Saturadas	5,08 g	0,50 g
Colesterol	34,16 mg	0,00 mg

Fuente: www.botanical-online.com. (2013).

b. Harina

Delorme, J. (2004), menciona que la harina es un polvo fino que se obtiene tras el tostado y molido de las semillas. Casi no contiene almidón, por lo que se usa para la fabricación de productos dietéticos. También se emplea en forma de tortas para enriquecer en proteínas los piensos animales. Contiene un 50% de proteínas, por lo que esta riqueza proteica la hace idónea en las dietas destinadas al consumo humano, siendo la principal fuente de proteínas en los países con un déficit de las mismas. Además, se emplea para enriquecer el contenido proteico de cualquier receta. Si se añade a otras harinas obtenidas a partir de cereales, mejora el valor nutricional de las mismas al compensar su déficit en el aminoácido lisina. También se suele emplear en las tortillas, como sustituto del huevo. Su

contenido en lecitina es elevado (100 g de harina tiene más lecitina que media docena de huevos).

c. Aceite

Calvo, D. (2003), indica que se obtiene del prensado de las semillas. Es una excelente fuente de lecitina, conteniendo además una mezcla de glicéridos de ácidos poliinsaturados: linoleico, oleico y linolénico (86%) y saturados: palmítico y esteárico (14%) y no tiene colesterol. Calvo, D. (2003). El aceite de soya se puede emplear como tal para frituras o para consumirlo crudo en el aliño de las ensaladas. Sin embargo, la mayor parte del mismo se suele procesar y transformar en margarina, mayonesa y otros productos comestibles. También se destina a la fabricación de pinturas, barnices, linóleo y tejidos de caucho. En los medicamentos se suele emplear como excipiente.

d. Okara

Delorme, J. (2004), menciona que es un subproducto de la fibra resultante de la pulpa de la leche de soya, por lo que resulta una buena fuente de fibra dietética, que puede emplearse en la fabricación de panes. Sin embargo, su riqueza en proteínas es mucho menor que la de la leche de soya.

e. Tofú

Calvo, D. (2003), reporta que es una especie de queso fresco de textura cremosa que se obtiene a partir de la leche de soya cuajada con sales de calcio y magnesio y, posteriormente, prensada con el fin de retirar el suero. Se suele tomar tal cual o transformado en yogurt. También puede emplearse como sustituto de la carne o para hacer patés y salsas.

- Es bajo en calorías (85 Kcal) y carbohidratos.

- Contiene unos 5 g de lípidos, sobre todo ácidos grasos poliinsaturados, como el linoléico, que no puede ser sintetizado por nuestro organismo, por lo que actúa rebajando los niveles sanguíneos de colesterol.
- Tiene un 0% de colesterol.
- Contiene unos 26 mg de isoflavonas.
- Contiene una elevada cantidad de proteínas (20 g). Es especialmente rico en el aminoácido lisina aunque un poco deficitario en metionina, por lo que se recomienda acompañarlo de cereales que lo complementen.
- Tiene P, vitaminas de grupo B y fibra dietética. Además, su contenido en calcio (159 mg), aportado por las sales empleadas en su proceso de cuajado, supera al de la leche de vaca.
- Contiene poco Na, por lo que resulta adecuado en los tratamientos contra la hipertensión.

C. YOGURT DE *Glycine max* (SOYA)

Según <http://www.soyamex.com>. (2009), este yogurt, como el queso de soya, se prepara igual que su contraparte láctea. La bebida de soya se inocula con las mismas cepas de bacterias que producen el yogurt de leche de vaca. El yogurt de soya resultante tiene excelente sabor y textura y puede usarse igual que el yogurt de leche de vaca. Debido a que es de origen vegetal no contiene colesterol, lactosa o niveles de grasa saturada. El yogurt de soya junto con las bebidas de soya y el tofu, se usan para fabricar helados suaves y otras bebidas.

Según <http://www.INTSOY/Cienciasdelosalimentos>. (2013). En virtud de que la leche de soya no contiene lactosa (azúcar de la leche de vaca), se adiciona sacarosa para producir la fermentación; este azúcar se descompone en glucosa y fructosa. El proceso para preparar yogurt de soya es muy similar al de preparar yogurt con leche de vaca. Los pasos principales en la elaboración del yogurt de soya incluyen: preparación de la leche de soya, formulación, pasteurización, homogenización, inoculación, tiempo de incubación y refrigeración. Existen

diversos principios básicos que deben observarse para preparar un buen yogurt de soya. Estos incluyen leche de soya de alta calidad, tipo de iniciadores, tipos de azúcares adicionados, así como tiempo de incubación y temperatura. Es muy probable que cualquier sabor extraño que se encuentre presente en la leche de soya también aparezca en el yogurt de soya terminado.

1. Características

Para <http://www.soyamex.com>. (2009), la leche utilizada para preparar yogurt de soya no debe tener ningún sabor “afrijolado”. El contenido de proteína y sólidos de la leche de soya influyen en la textura del yogurt. En términos generales, cuanto más enriquecida sea la leche tanto más firme fue el yogurt de soya terminado. Es esencial homogeneizar la leche y los ingredientes adicionados para mejorar la uniformidad y palatabilidad del producto. Además, la homogeneización y tratamiento con calor de la leche tiende a incrementar la firmeza y reducir la sinéresis (separación espontánea de un líquido a partir de un gel) del producto al mejorar la capacidad de retención de agua de la proteína. Se debe seleccionar y mantener cuidadosamente los tipos de cultivos de yogurt. Al igual que el yogurt de leche de vaca, el de soya se produce cultivando la leche de soya con cultivos mezclados de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Estos dos cultivos son termofílicos y se desarrollan bastante bien a altas temperaturas. Cuando los organismos están presentes en más o menos un número igual, el yogurt de soya desarrolla un sabor deseable y una acidez ligera.

Según <http://www/INTSOY/Cienciasdelosalimentos>. (2013), en la industria por lo general se utilizan cultivos concentrados congelados al granel o congelados deshidratados. Las dos funciones principales del cultivo iniciador durante la fabricación del yogurt son la producción de ácido láctico y desarrollo de sabor en el producto. En el proceso de fermentación los cultivos *S. thermophilus*, *L.* y *bulgaricus*, los cuales son bacterias homofermentativas, fermentan la lactosa de la leche de vaca para formar ácido láctico. El ácido láctico reduce el pH de la leche y posteriormente la formación de un gel proteico. El ácido láctico producido da un sabor ácido y refrescante, en tanto que los compuestos carbonilos, acetaldehído,

acetona, y diacetilo (producidos durante la fermentación) están relacionados con el aroma y sabor del yogurt. En virtud de que no se adiciona lactosa a la leche de soya y que es muy común que mucha gente presente intolerancia a la misma, se debe adicionar a la leche otro tipo de azúcares seleccionados para la fermentación. El *S. thermophilous* es capaz de fermentar la lactosa, sacarosa, glucosa y fructuosa, en tanto que el *L. bulgaricus* fermenta la lactosa, glucosa, fructuosa y galactosa. Durante el período de incubación, los cultivos de *S. thermophilous* y *L. bulgaricus* se multiplican y producen ácido láctico y otros compuestos. La relación sinérgica que existe entre estos dos organismos incrementa los niveles de ácido láctico y acetilaldehidos producidos en el yogurt. El *L. bulgaricus* libera valina, histidina y glicina, las cuales estimulan el crecimiento del *S. thermophilous*, en tanto que el *S. thermophilous* produce formiato, que es una substancia estimuladora para el *L. bulgaricus*.

Sawen, E. (2004), determina que El *S. thermophilous* tiene un mejor desarrollo con niveles altos de pH y, en un período de dos y media horas reduce rápidamente el pH de 7.1 (pH de la leche de soya) a aproximadamente 5.0, en tanto que la acidez total titulable (ATT) sufre un drástico incremento de 0.11 a 0.44. El *L. bulgaricus* se desarrolla mejor con un pH más bajo de 5.0 y disminuye el pH a un índice menor de aproximadamente 4.2-4.3 en un período de tres horas y media, pero la ATT se incrementa a 0.62, a cuyo valor se inhibe la fermentación, es importante evitar la formación excesiva de acidez y lograr una textura gelatinosa agradable mediante el rápido e inmediato enfriamiento del producto. El producto terminado deberá mantenerse en refrigeración hasta su consumo.

2. Composición

Según <http://www.ecured.cu/index.php>. (2013). La composición del yogurt de *Gycine max* (soya), es la siguiente:

- 9% de cotiledón o grano de soya.
- 8% de azúcar.

- 5% de cultivos.
- 0.047% bicarbonato de sodio.
- 0.016% carbonato de calcio.
- El resto es agua.

3. Proceso de fabricación

Según Vargas, J. (2003), los procesos de fabricación del yogurt se describen a continuación:

- **Recepción de leche:** La leche se recibe en la zona de descargue inspeccionándose la calidad de la misma. Y se deposita en los tanques de recepción de acero inoxidable adicionándole sacarosa y dextrosa.
- **Estandarización:** Como su nombre lo indica, en esta etapa se procede a la estandarización o normalización de los parámetros físicos-químicos de la leche (acidez, % de grasa y sólidos). En esta etapa se toman muestras que son analizadas antes de pasar a la siguiente etapa del proceso.
- **Homogenización:** La homogenización hará más cremosa a la leche de soya y más uniforme su consistencia por medio del rompimiento de glóbulos de grasa (bajos en grasa) y convertidos en partículas finas y dispersando los sólidos. Para casi todas las leches de soya, una pasada a 2,000-3,500 PSI a 90°C en un homogenizador del tipo usado para la leche, es suficiente para hacer un buen producto.
- **Pasteurización:** Consiste en un proceso técnico sometido a un flujo continuo, aplicado a la leche a una temperatura de 85 °C con un tiempo de recepción de 12 segundos en donde se eliminan todos los microorganismos patógenos por el proceso H.T.S.T. (Alta Temperatura Corto Tiempo).
- **Enfriamiento:** La leche inmediatamente es sometida a enfriamiento de tal manera, que su temperatura baja a 40 °C.

- Adición de cultivo: La mezcla es enviada al tanque de maduración (incubación), donde la temperatura permanece en 41°C, temperatura a la cuales adicionado el cultivo, el cual se compone de la mezcla de *Streptococcus Thermophilous* y *Lactobacillus Bulgaricus*.
- Incubación: Se mantiene la temperatura de 41°C, después de cuatro horas y media de incubación, se debe verificar constantemente el pH del yogurt. Cuando el pH llegue a 4.3 (por lo general en 5-6 horas), colocar el yogurt en un refrigerador (2°C).
- Corte del proceso de incubación: Se efectúa este y se enfría. El yogurt es batido en tanque, con el fin de cortar la acidificación.
- Enfriamiento y Mezclado: El producto se mantiene entre 2 –4 °C donde se adiciona el color, el concentrado de fruta y jarabe (azúcar más agua), previamente pasteurizados.
- Preparación de sabores: La base para adicionar sabor a todos los yogures líquidos es la misma. Para preparar los diferentes sabores lo que se realiza es adicionar el concentrado, mermelada o fruta del sabor que se desee.
- Envasado: Luego es enviado a la sala de envase en condiciones de alta higiene, donde se llenan los envases que previamente han sido desinfectados y esterilizados. Son envasados en botellas de polietileno de alta densidad en las presentaciones de 200g. Los envases llevan el respectivo rótulo.
- Control de Calidad: Al inicio, durante y al final del proceso se toma muestras para efectuar análisis de control Bromatológicos y Microbiológicos para garantizar la calidad del producto. Además que el almacenamiento transporte y expendio se hace bajo estricta refrigeración de 2 °C a 4°C.

4. Características Físico Químicas y Microbiológicas

Según la Norma Ecuatoriana INEN 710. (1996), El yogurt de soya debe cumplir con ciertos requisitos físico-químicos y microbiológicos. A continuación se presenta dichos requisitos:

Físico Químicas

- Acidez 0.7 –0.9
- Grasa 1.8 %
- Sólidos 10
- Viscosidad menor a 16

Microbiológicas

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Escherichia Coli / g Negativo
- Hongos y levaduras
- Estafilococos Aureus Negativo

D. EDULCORANTES NATURALES

<http://www.saludalia.com>. (2009), manifiesta que actualmente hay una tendencia a buscar alternativas naturales. Estos son los endulzantes o edulcorantes naturales más consumidos o más conocidos por la mayoría de personas. Entre los edulcorantes naturales más conocidos se tienen:

- Azúcar integral: a partir de la melaza o miel de caña y tras un proceso natural se obtiene el azúcar de caña. Según la variedad de la caña se obtiene otra variedad de azúcar integral denominado Panela, Mascobado o Raspadura.

- Concentrado o sirope de manzana: en los países más nórdicos es muy típico este edulcorante natural que se obtiene cocinando a fuego lento el zumo de manzana. Aporta un sabor suave y muchos de los nutrientes de la manzana.
- Fructosa: se utiliza principalmente en alimentos “tolerados” para diabéticos. Se obtiene de las frutas y en pequeñas cantidades pueden tomarla los diabéticos. Su sabor, color y textura es muy parecida al azúcar blanco o refinado.
- La melaza o miel de caña: se obtiene al moler la caña de azúcar y luego cocinar ese jugo hasta que se evapore el agua. Tiene un agradable sabor que recuerda al regaliz y contiene más nutrientes que el azúcar refinado.
- Las melazas: son edulcorantes naturales obtenidos a partir de cereales como el arroz, maíz, cebada, etc. Suelen tener un sabor muy suave y son muy apreciadas por las personas que prefieren sustancias que no endulcen demasiado.
- La miel: es un edulcorante natural más antiguo ya que no necesita ninguna elaboración. Además de su sabor ha sido utilizado por sus propiedades medicinales (cicatrizante, expectorante, etc.). Muy apreciada para endulzar las infusiones de plantas medicinales.
- Sirope de agave: es un edulcorante natural que se obtiene de un cactus y que ya venía siendo utilizado por los incas y aztecas. Tiende a regular los niveles de glucosa.
- Sirope de arce: es una especie de jarabe o sirope obtenido del jugo del arce que es un árbol típico de Canadá y países nórdicos. Es rico en nutrientes y muy famoso por ser el ingrediente principal de la dieta del Sirope de Savia.
- Stevia: es una planta originaria del Amazonas. La ventaja de este endulzante o edulcorante naturales que no tiene calorías y que su dulzor es 20 ó 30 veces superior al azúcar. También son valoradas sus propiedades reguladoras de la glucosa (diabetes e hipoglucemia). Cada endulzante o edulcorante natural tiene su sabor peculiar y sus ventajas e inconvenientes.

E. *Agave americana* (SIROPE DE AGAVE)

Según <http://www.consumer.es>. (2013), el sirope de agave, también conocido como miel de agave o néctar de agave, es un jugo vegetal dulce que se extrae del agave, una especie de cactus o planta del desierto, originaria de América tropical y subtropical y el Caribe. Se comercializa en tiendas de herbodietética y de dietética natural como endulzante, y la industria alimentaria lo ha comenzado a usar como sustituto del azúcar refinado en distintos productos, como algunos tipos de leche de soja, muffins artesanales y chucherías tipo piruletas elaboradas con ingredientes ecológicos. Del sirope o miel de agave se dice que puede ser mejor tolerado por las personas diabéticas que otros azúcares, ya que no afecta tanto a la glucemia (los niveles de azúcar en sangre) como el azúcar, porque tiene un índice glicémico bajo. También es rico en fructooligosacáridos, sustancias con función prebiótica a las que se atribuyen beneficios para la salud intestinal.

1. Obtención

Según <http://www.consumer.es>. (2013), el sirope de agave se elabora a partir de la savia líquida que se obtiene del corazón de la penca del agave, planta que también se conoce como *Agave americana*, un tipo de agave. Esta primera extracción se denomina aguamiel y es consumida por los nativos como bebida refrescante y fortificante natural. Si el aguamiel se fermenta se obtiene el pulque, una bebida alcohólica de antigua tradición mejicana. Para obtener el sirope, el jugo se calienta o se trata por vía enzimática para hidrolizar los hidratos de carbono complejos que contiene (principalmente fructanos) y transformarlos en azúcares simples. Luego se filtra y se concentra por aplicación de calor hasta obtener la textura del sirope o miel de agave, de intenso sabor dulce.

2. Composición

Según <http://www.saboresautenticos.com>. (2013), se estima que tiene el doble de poder edulcorante que el azúcar común gracias a su composición, principalmente

fructosa (70-73%) y dextrosa o glucosa (25%). Esta es la razón que hace que sea tan estimado como endulzante y que se considere un excelente potenciador del sabor y del aroma. Las diferencias nutricionales entre el azúcar clásico y el sirope de agave se reporta en el cuadro 6.

Cuadro 6. DIFERENCIAS NUTRICIONALES ENTRE EL AZÚCAR CLÁSICO Y EL SIROPE DE AGAVE.

COMPONENTE	Azúcar clásico (por 100 g)	Sirope de agave (por 100 g)
Energía (kcal)	400	310
Energía (kJ)	1698	1310
Proteínas (g)	0	Trazas
Lípidos (g)	0	Trazas
De los cuales ácidos grasos saturados (g)	0	0
Glúcidos (g)	99,9	76
De los cuales azúcares (g)	99,9	73
Sacarosa (g)	99,9	0
Fructuosa (g)	0	56
Glucosa (g)	0	17
Fibras alimenticias (g)	0	3
Sodio (g)	1,8	0,128

Fuente: <http://www.lunademiel.com>. (2008).

Las propiedades físicas del agave son las que se demuestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGAVE.

Característica	Medida/Calidad
Ph	3,74
°Brix	75-77
Dispersabilidad en agua	Excelente
Sabor	Neutro, muy dulce
Color	Transparente

Fuente: <http://www.mieldeagave.com>. (2008).

3. Beneficios

Reyes, M. (2011), reporta que la miel de agave es un endulzante orgánico que se crea a partir de la savia líquida que se obtiene del interior de la penca del agave, del cual se obtiene también el tequila, que se somete a bajas temperaturas, a menos de 40°C para conservar sus propiedades. Este jarabe de agave brinda beneficios como:

- Es bajo en calorías, por lo que es muy recomendable en dietas para el control de peso.
- Disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos, mejorando la metabolización de toxinas en el cuerpo.
- Inhibe el crecimiento de bacterias patógenas (*E.Coli*, *Listeria*, *Shigella*, *Salmonella*) porque contiene bifidobacterias.
- Contiene vitaminas (A, B, B2, C), hierro, fósforo, proteínas y niacina, que permite limpiar, drenar y desintoxicar a las venas y arterias.
- Aumenta la absorción del calcio y del magnesio, siendo un auxiliar en la prevención de osteoporosis.
- Es tolerado por las personas con diabetes e ideal para los hipoglucémicos; beneficia a ambos porque tiende a regular los niveles de insulina
- Evita la formación de caries dental debido a que la oligofruktosa no es caldo de cultivo para bacterias .
- Está libre de gluten, por lo que es un edulcorante adecuado para personas con enfermedad celíaca.
- Estimula el crecimiento de la flora intestinal (probiótico), lo cual ayuda a personas con gastritis, estreñimiento y diarrea.
- Contiene Fructoligosacáridos (fibra dietética soluble) que mejoran la capacidad de eliminación de grasas y toxinas, así como la prevención de

enfermedades de colon. Tiene un poder edulcorante doble que el azúcar comercial.

- Es un alimento seguro para los diabéticos y para dietas de control de peso, ya que es una molécula más sencilla que la glucosa y puede ser absorbida fácilmente por las células sin necesidad de la insulina, ya que facilita la absorción de carbohidratos necesarios para el cuerpo, lo cual es difícil encontrar en edulcorantes artificiales ya que no satisfacen las necesidades del cuerpo (carbohidratos) y esto engaña y no nutre a las células.
- Consumirla ayuda a aumentar los niveles reguladores del apetito, generando una sensación de saciedad, y por lo tanto, al consumir menos alimento, se puede perder peso o controlar el mismo.

4. Uso en alimentos

Según <http://www.agave.org.mx>. (2009), manifiesta al agave como un producto natural, con bajo índice glicémico, que gracias a sus propiedades puede ser utilizados por deportistas en la preparación de dietas.

- Es un ingrediente alimentario de alta calidad para la mayoría de las industrias gracias a sus propiedades físicas: alta solubilidad, elevado poder edulcorante, no cristalizable a bajas temperaturas, entre otras.
- En bebidas realza los sabores y al tiempo que proporciona un producto bajo en calorías.
- En el campo Industrial la miel puede ser utilizada para elaborar jarabes, helados, jaleas mermeladas, chocolates, confitería y panificación por su viscosidad contribuye a mejorar el cuerpo de las soluciones.
- La miel de agave puede ser consumida en forma directa o puede ser utilizada como materia intermedia de muchos productos finales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Industria Lácteos Danny, localizado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, Titaicun en las siguientes coordenadas geográficas: 01° 42' 32" de latitud Sur y 78° 35'32" de longitud occidental. La investigación tuvo un tiempo de duración de 120 días, distribuidos en la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya), análisis físico – químicas, microbiológicas, sensoriales y tabulación de datos. Las condiciones Meteorológicas imperantes en el Cantón Chambo se citan en el cuadro 8, y son las siguientes:

Cuadro 8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHAMBO.

Parámetro	Valor
Temperatura	14 °C
Altitud	2652 msnm.
Precipitación	500 mm
Humedad relativa	67 %

Fuente: Colegio Nacional Chambo. (2005).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El número total de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo fue de 72 litros de yogurt, distribuidos en cuatro (4) tratamientos con tres (3) repeticiones por tratamiento con dos (2) réplicas, siendo el tamaño experimental de tres (3) litros de yogurt.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Termómetro
- Brixómetro
- Registros
- Desinfectantes
- Envases de plástico
- Tela alpaca
- Gavetas plásticas
- Recipientes plásticos
- pH metro
- Mascarilla
- Cofia
- Mandil
- Botas
- Guantes

2. Equipos

- Marmita doble fondo
- Caldero
- Molino
- Licuadora
- Envasadora
- Balanza de precisión digital

3. Materias Primas

- Soya

- Fermento láctico
- *Agave americana* (sirope de agave)
- Azúcar
- Estabilizante
- Proteína
- Almidón
- Sorbato de potasio
- Ácido láctico

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para realizar la evaluación de tres niveles (10%,15% y 20%), de *Agave americana* (sirope de agave), como edulcorante natural para la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya), se utilizó 4 tratamientos, con 3 repeticiones cada uno y, en dos ensayos consecutivos dando un total de 72 unidades experimentales. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), en arreglo bifactorial; donde, el factor A, lo conformaron los niveles de *Agave americana* y el Factor B, los ensayos. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i * \beta_j) + \epsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} =	Valor del parámetro en determinación.
μ =	Efecto de la media por observación.
α_i =	Efecto de los niveles de <i>Agave americana</i> (sirope de agave).
β_j =	Efecto de los ensayos.
$\alpha_i * \beta_j$ =	Efecto de la interacción entre el Factor A y el Factor B.
ϵ_{ijk} =	Efecto del error experimental.

En el cuadro 9, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de <i>Agave americana</i> (A)	Ensayos (B)	Código	Repeticiones	TUE	L/Tratamiento
Testigo(sin edulcorante)	1	A ₀ B ₁	3	3	9
	2	A ₀ B ₂	3	3	9
<i>Agave americana</i> al 10%	1	A ₁₀ B ₁	3	3	9
	2	A ₁₀ B ₂	3	3	9
<i>Agave americana</i> al 15%	1	A ₁₅ B ₁	3	3	9
	2	A ₁₅ B ₂	3	3	9
<i>Agave americana</i> al 20%	1	A ₂₀ B ₁	3	3	9
	2	A ₂₀ B ₂	3	3	9
Total Litros					72

En el cuadro 10, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	23
Factor A	3
Factor B	1
Interacción A*B	3
Error	16

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Análisis Físico - químico

- Contenido de grasa, %.
- Contenido de proteínas, %.
- Contenido de minerales, %.
- Viscosidad, cm/seg

2. Análisis sensorial

- Color, 5 puntos.
- Olor, 5 puntos.
- Sabor, 5 puntos.
- Apariencia, 5 puntos.
- Textura, 5 puntos.

3. Pruebas Microbiológicas

- Coliformes totales UFC/g.
- Mohos y Levaduras UFC/g.
- Recuento de *Escherichia coli* UFC/g.

4. Análisis económico

- Costo de producción, dólares/L de yogurt
- Beneficio /costo

5. Vida útil del producto

La valoración de vida útil se realizó empleando variables tecnológicas como °Brix, pH, acidez y densidad a una temperatura de almacenamiento de 4°C luego de haber transcurrido 7,14 y 21 días, para determinar la vida de anaquel.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.), con arreglo bifactorial, donde el factor A, fue constituido por los niveles de edulcorante *Agave americana* (Sirope de agave), y el Factor B, corresponde al efecto de los ensayos, los resultados fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias en las variables del análisis físico químico.
- Pruebas no paramétricas para la valorización de las características organolépticas, Prueba Rating Test (Witting 1987).
- Separación de medias mediante Duncan al nivel de Significancia $P < 0.05$.
- Análisis de regresión y correlación de Pearson.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Obtención del *Agave americana* (Sirope de agave)

La miel de agave es una especie de la melaza obtenida del agave. Para la obtención del aguamiel se utilizó el procedimiento descrito en <http://www.sdbmexico.com>. (2008) y <http://www.agaliamieldeagave.com>. (2013), que consiste en el siguiente:

- Cuando la cabuya llegó a su madurez y comienza a engrosarse el meristemo floral, se procede a extraer el aguamiel despejando las hojas que están rodeando, de manera que permita acercarse sin herirse.
- Una vez realizado estos procedimientos se aproxima a la parte central, más tierna e inmediata al ápice vegetativo, para lo cual se realizó una cavidad en el centro, en la que se acumula la sabia.
- Se recolectó este líquido y se procedió a cubrir este orificio con un pedazo de hoja de la misma planta a fin de conservar la humedad del depósito e impedir que los animales domésticos, abejas, insectos o pájaros, sean atraídos y consuman el líquido que contiene un alto contenido en FOS (Fructooligosacáridos), el líquido obtenido contiene un 72% de agua, finalmente el agua del jugo por la evaporación se extrae hasta la obtención de la miel de agave.

2. Elaboración de leche de *Glycine max* (soya)

Para la elaboración de leche de *Glycine max* (soya), se tomó como referencia el procedimiento indicado por <http://turnkey.taiwantrade.com>. (2013), que se resume en los siguientes pasos.

- Recepción de materia Prima (soya): La materia prima para la elaboración de leche de soya para yogurt debía estar ausente de plagas como: gorgojos y residuos vegetales.
- Hidratar la soya: Los granos de soya seleccionados fueron lavados y remojados por aproximadamente 12 horas, con el objetivo restablecer el porcentaje de humedad de la soya
- Cocción: Se realizó la cocción de la soya hidratada con agua en la marmitta hasta que llegue al punto de ebullición (90 °C) durante 1h:30 min

- Moler: Se empleó un molino industrial y agua a una temperatura de 60 °C, durante este proceso los granos fueron molidos finamente, la relación que se empleó de agua-soya fue de 2:10 es decir 2 kg de soya por 10 litros de agua.
- Filtrar: Este proceso consistió en la separación del bagazo, hasta obtener una leche sin residuos sólidos, la pulpa de los granos completamente pulverizados son separados de la leche con la ayuda de una tela alpaca. La pulpa y los residuos obtenidos de la lechada pulverizada fueron vendidos como alimento animal rico en proteínas, incrementando así la eficiencia y la rentabilidad de la planta, y la leche filtrada se colocó en la marmita.
- Adición de aditivos y conservantes: es el proceso que se realizó en la marmita, y antes de lograr la ebullición de la leche se añadió estabilizante, proteína, almidón y sorbato de potasio, se dejó que los aditivos colocados en la leche se mezclen durante 15 min a una temperatura de 90 °C. En el cuadro número 11 se describe la formulación para la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya).
- Pasteurizar : Consistió en eliminar cualquier tipo de agente microbiano que presentó la leche, se realizó a una temperatura de 85 °C durante 12 segundos, en donde se eliminó todos los microorganismos patógenos por el proceso (HTST).
- Enfriamiento: La leche se sometió a enfriamiento de tal manera que su temperatura baje a 40 °C. En la gráfico 3, se describe el proceso de elaboración de la leche de soya.

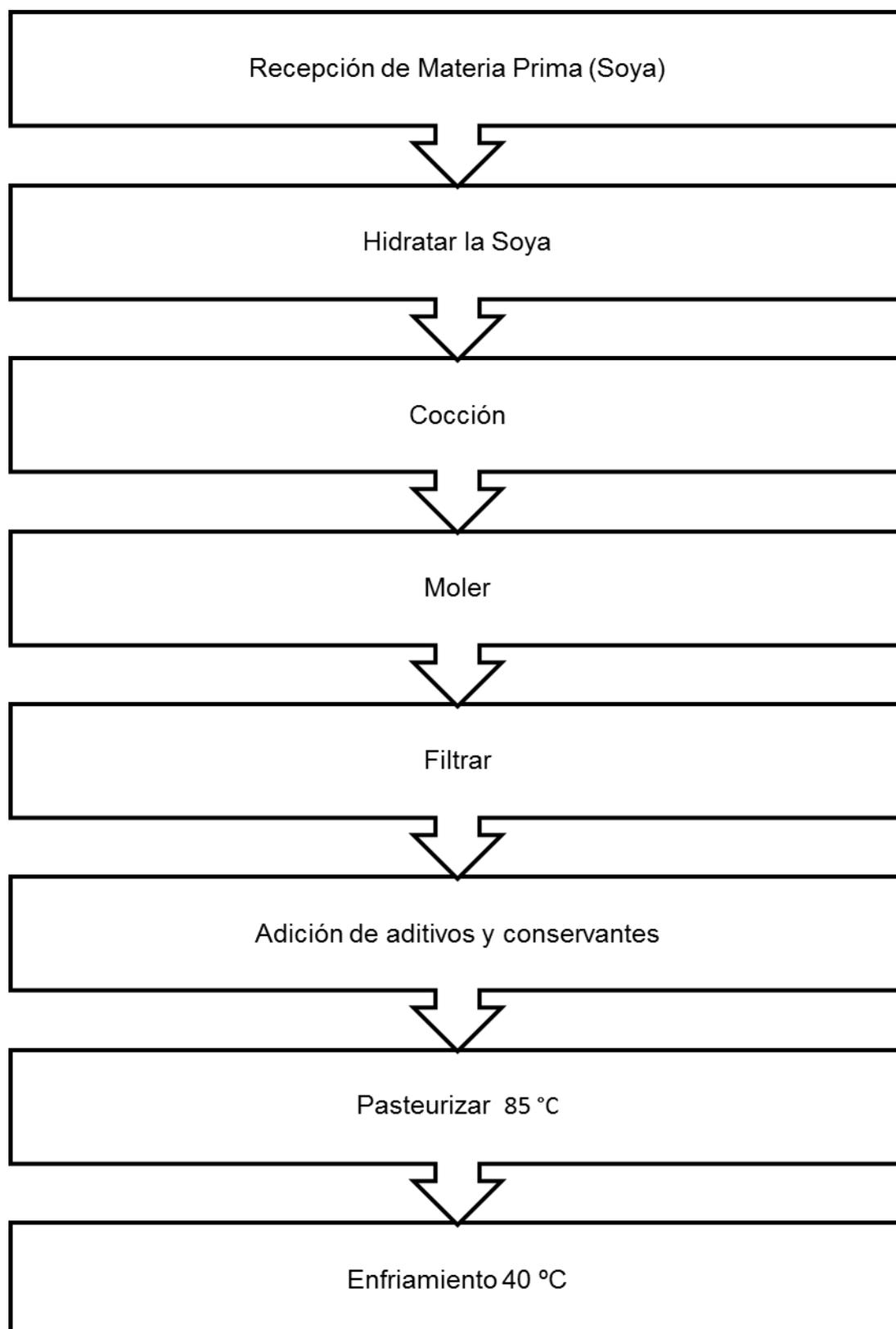


Gráfico 3. Diagrama de proceso de elaboración de leche de soya.

3. Elaboración del yogurt de *Glycine max* (soya)

Para la presente investigación se utilizó 36 litros de leche de *Glycine max* (soya), para cada uno de los ensayos; es decir, un total de 72 litros de leche, las cuales fueron sometidas al siguiente procedimiento:

- Para la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya), se tomó como referencia el procedimiento indicado por Vargas J y Álvarez J, (2003), que se resume en el gráfico 4.
- Adición de cultivo: Cuando la temperatura de la leche se encuentra en 40°C, se añadió el fermento.
- Inoculación: Inocular durante 5 horas a una temperatura de 40-45 °C. Cuando el pH llegó a 4.3 (por lo general de 5-6 horas), adicionar ácido láctico y bajar la temperatura del yogurt a un mínimo de 22 °C.
- Corte: El yogurt debió ser batido con el fin de cortar el proceso de acidificación.
- Adición de *Agave americana*: se añadió los diferentes niveles de *Agave americana* (sirope de agave), según corresponda al tratamiento.
- Envasado: Se realizó en tanques de envasado provistos de una llave, en botellas de polietileno, previamente esterilizadas, desinfectadas.
- Almacenamiento: Se colocó las botellas ya envasadas en gavetas y se almacenó en refrigeración.
- Muestreo: Finalmente se realizó el muestreo tomando unidades de yogurt de soya al azar, considerando que la cantidad de muestra no debía ser inferior a 200 ml, por unidad de muestra, seguidamente se procedió a enviar al laboratorio para la realización de los análisis correspondientes.

En el gráfico 4, se describe el proceso de elaboración de yogurt de soya con diferentes niveles de *Agave americana* (Sirope de agave) como edulcorante natural.

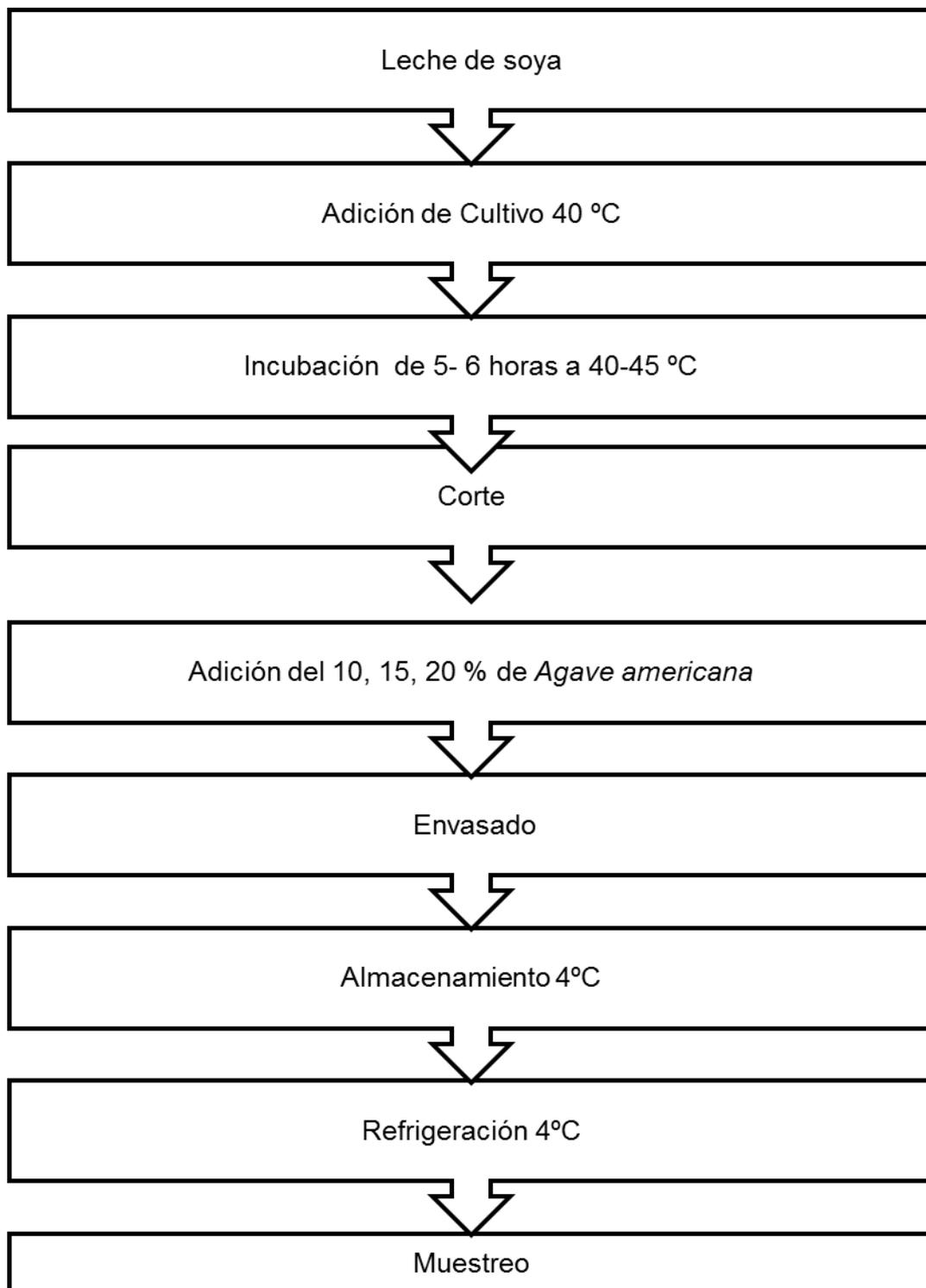


Gráfico 4. Diagrama de proceso de elaboración de yogurt de soya con diferentes niveles de *Agave americana* (Sirope de agave) como edulcorante natural.

Cuadro 11. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE *Glycine max* (soya) CON DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana* (Sirope de agave).

Productos	Niveles de <i>Agave americana</i>			
	0%	10%	15%	20%
Leche	92,70	92,70	92,70	92,70
Sorbato de potasio	0,011	0,011	0,011	0,011
Estabilizante de yogurt	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína	0,14	0,14	0,14	0,14
Almidón	0,60	0,60	0,60	0,60
Fermento láctico	0,00120	0,00120	0,00120	0,00120
Ácido láctico	0,093	0,093	0,093	0,093
Azúcar	5,79			
<i>Agave americana</i>	0	10	15	20

Fuente: <http://www.turnkey.taiwantrade.com>.(2013)

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

Se realizó los siguientes análisis de laboratorio en el producto terminado los cuales detallan a continuación.

1. Análisis Físico – químico

Para la determinación de grasa, proteínas y minerales y viscosidad se tomaron 200 ml de las unidades experimentales al azar y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis.

2. Análisis sensorial

Para los análisis sensoriales se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que fueron los encargados de determinar qué características debía presentar cada muestra de yogurt de *Glycine max* (soya), y se realizó mediante el siguiente esquema que se muestra a continuación en el cuadro 12, con una calificación para cada uno de los tratamientos en estudio con un puntaje de 1 – 5 dando una calificación de 5 correspondiente a Excelente, 4 a Muy buena; 3 a Buena; 2 a regular y; 1 a Baja.

Cuadro 12. ESQUEMA DEL ANÁLISIS SENSORIAL

TRATAMIENTO	T ₀ (sin edulcorante)	T ₁ (10% de <i>Agave americana</i>)	T ₂ (15% de <i>Agave americana</i>)	T ₃ (20% de <i>Agave americana</i>)
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

3. Pruebas Microbiológicas

Para la valoración de la calidad microbiológica, se tomaron muestras de 200 ml, de yogurt de *Glycine max* (soya), y fueron enviadas al Laboratorio de Análisis, para establecer la presencia de *Coliformes totales* UFC/g), Mohos y Levaduras UFC/g y Recuento de *Escherichia coli* UFC/g.

4. Análisis económico

- Costo de producción Se lo realizó sumando todos los gastos incurridos en la producción de 1 litro de producto terminado por cada uno de los tratamientos.
- Beneficio costo Se realizó calculando el margen de utilidad que se alcanzó al invertir 1 dólar en la producción de 1 litro de producto terminado por cada uno de los tratamientos, mediante la división de ingresos para egresos.

5. Vida útil del producto

La presencia de microorganismos se realizó empleando variables tecnológicas como:

a. °Brix

Para determinar los °Brix, se utilizó un brixometrometro y se procedió de la siguiente manera:

- Lavar con agua destilada el lente del brixometro y secarlo
- Colocar la muestra en el lente previamente lavado
- Leer los resultados

b. pH

Para determinar el pH, se utilizó un potenciómetro. Para esto, se utilizó dos soluciones amortiguadoras. Una tiene un pH constante de 4, la otra un pH constante de 7. El potenciómetro se calibró de la siguiente manera:

- Lavar el electrodo con agua destilada.
Introducir la parte sensible en la solución amortiguadora de pH 4.

- Tomar la temperatura de la solución y ajustar con el botón correspondiente, esperar a que la aguja se estabilice.
- Si la aguja no marca 4, se ajusta con el tornillo para que marque el pH 4.
- Se repiten las operaciones con la solución amortiguadora de pH 7.
- El instrumento se debía apagar cuando no esté en servicio, y antes de sacarlo de la solución amortiguadora.
- Para determinar el pH se vierte la muestra en un vaso, y se introdujo el electrodo en la muestra.
- Se tomó la temperatura de la muestra. Conforme a su temperatura se ajustó el aparato con el botón correspondiente.
- Se enciende el aparato y se escoge la sensibilidad, se tomó la temperatura cuando la aguja se estabilizó.
- Se apagó el potenciómetro, se sacó el electrodo de la muestra, se lavó y se guarda introduciéndolo en una solución saturada de cloruro de potasio.

c. Acidez

- Pesar 18 g de muestra perfectamente mezclada en un matraz Erlenmeyer.
- Adicionar 2 veces el peso de la misma en agua y se mezcló adecuadamente.
- Adicionar 0.5 mL de indicador de fenolftaleína y titular con solución de hidróxido de sodio 0.1 N hasta la aparición de un color rosa permanente por lo menos 30 segundos (se recomienda emplear siempre una cantidad constante de indicador ya que su concentración puede influir en los resultados), se puede titular con ayuda de un potenciómetro a un pH de 8.3. Los Cálculos o interpretación de resultados fueron:

$$\% \text{ Acidez (expresada como ácido láctico)} = \frac{V * N * 90}{M}$$

Dónde:

V = mL de NaOH 0.1 N gastados en la titulación.

N = Normalidad de la solución de NaOH

M = Volumen o peso de la muestra.

90 = Peso molecular del ácido que predomina en el producto.

d. Densidad

- Se vertió la muestra preparada para el análisis, en un recipiente cilíndrico, evitando formación de espuma e incorporación de aire.
- Introducir el lactodensímetro de modo que ocupe la parte central del líquido, se esperó a que alcance el nivel correspondiente y luego se lee la densidad cuidando que el visual enrase con la superficie libre del yogurt.
- Leer la temperatura.
- Un tipo difundido de lactodensímetro, es el Quevenne, cuyo vástago con escala graduada comprende valores entre 15 y 40 que corresponden a las milésimas de densidad por encima de la unidad, es decir, que el número 32 del lactodensímetro indica la densidad 1,032.
- El instrumento está calibrado a 15 °C y a esa temperatura, por lo tanto, el número leído representa la densidad del yogurt. A temperaturas diferentes, debe recurrirse a tablas especiales de corrección.
- Cuando la discrepancia con respecto a los 15 °C no es mucha (no más de ± 5 °C), se puede obtener la corrección sumando o restando 0,0002 a la densidad hallada, o bien 0,2 a los grados leídos en el lactodensímetro, por cada grado de temperatura respectivamente superior o inferior a 15°C.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL

1. Contenido de proteína

El contenido medio de proteína del yogurt de *Glycine max* (soya), no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad hacia los resultados reportados en el yogurt del tratamiento testigo (0%), con medias de 3,00 % y que desciende a 2,99% en el producto endulzado con 15% de *Agave americana* (T2), mientras tanto que el contenido proteico más bajo fue registrado en el yogurt al que se aplicó 10 y 20% de *Agave americana*, ya que las medias fueron de 2,98% para los dos casos en estudio, como se reporta en el cuadro 13, y se ilustra en el gráfico 5.

Razón por la cual se puede afirmar que los niveles de *Agave americana* no influyen sobre el contenido proteico del yogurt y que los resultados son el reflejo de lo que se manifiesta en <http://www.enbuenasmanos.com>. (2014), donde se indica que la soja o soya es la legumbre con mayor concentración de proteínas vegetales superando incluso a alimentos animales como la carne, el huevo o la leche, Las proteínas del yogurt se descomponen en aminoácidos en nuestro organismo para su asimilación mientras tanto que el *Agave americana* presenta únicamente un 0,4% de proteínas, esta última cantidad que aunque parece baja, es interesante por su composición en aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina. Contiene vitaminas del complejo B, niacina, tiamina, riboflavina y vitamina C. Minerales como hierro, calcio y fósforo. Las proteínas que el cuerpo sintetiza, además de ser útiles para la creación de nueva masa muscular, también intervienen en funciones fisiológicas sin las cuales, no podría subsistir.

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL.

Variable	NIVELES DE <i>Agave americana</i> , %.				EE	Prob.	Sign.
	0% T0	10% T1	15% T2	20% T3			
Contenido de proteína, %	3,00 a	2,98 a	2,99 a	2,98 a	0,02	0,75	ns
Contenido de grasa, %.	1,85 b	1,90 b	2,02 a	2,02 a	0,02	0,0002	**
Viscosidad, cm/seg	3,01 b	3,48 a	4,01 c	4,73 a	0,06	0,0001	**
Contenido de calcio, mg.	11,20 b	11,37 ab	11,52 ab	11,67 a	0,1	0,0211	*
Contenido de magnesio, mg.	1,06 b	1,15 ab	1,23 ab	1,29 a	0,04	0,0013	**

EE: Error estadístico

Sign: Significancia

Prob: probabilidad

** : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan $P > 0,001$.

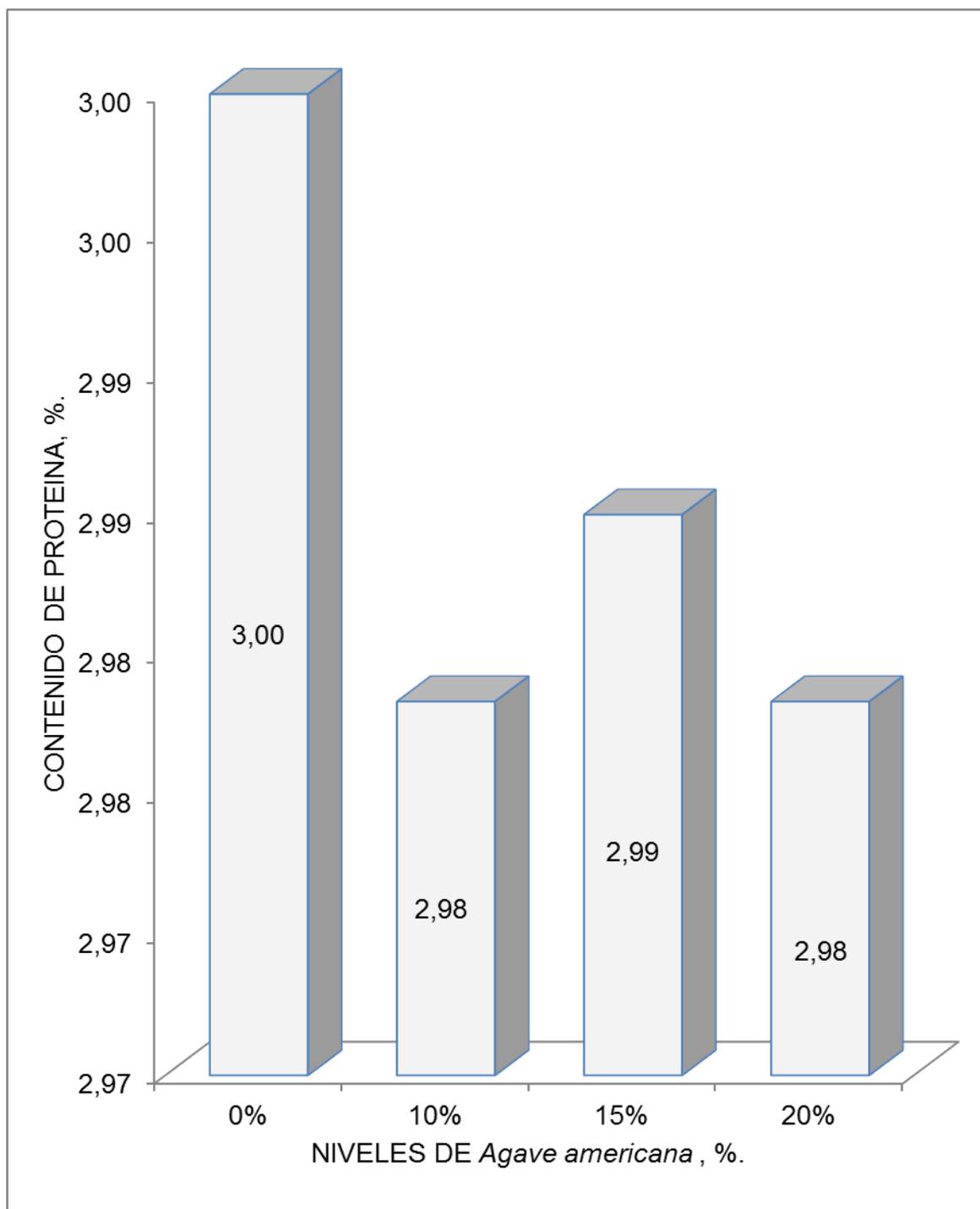


Gráfico 5. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

Sin embargo al cotejar los resultados con las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica NTE INEN 16. (2006), manifiesta que el yogurt debe poseer un porcentaje de proteína mínimo del 3,0%, se aprecia que en producto elaborado en la presente investigación se cumple con este requerimiento nutricional. Los valores reportados del contenido de proteína del yogurt de soya, son inferiores al ser confrontados con los resultados de Gagñay, L. (2010), quien al evaluar diferentes niveles de *Stevia rebaudiana* como edulcorante en la elaboración de yogurt, reportó que en el grupo control es decir sin la aplicación, permitió disponer de un porcentaje de proteína del 3.78%.

El porcentaje de proteína que se registró en el yogurt de soya, endulzado con diferentes niveles de *Agave americana*, en el primero y segundo ensayo fue de 2,96 y 3.01 %, respetivamente entre los cuales no registra diferencias estadísticas ($P > 0.05$), resultados que son corroborados según Hernández, M. (1998), quien manifiesta que el yogurt debe poseer 3.0% de proteína por lo que se debe manifestar que estos parámetros se conservan para garantizar la calidad de este producto lácteo industrializado y que están acordes con los resultados expuestos en la presente investigación. Al no existir diferencias entre ensayos se aprecia que se normaliza la calidad del yogurt al ser repicado, lo que resulta benéfico para la industria láctea, ya que se conseguirá comercializar un producto estandarizado.

Los resultados medios del contenido de proteína del yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas por efecto de la interacción entre los niveles de *Agave americana* y los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el grupo control en el segundo ensayo (0%E2), cuyas medias fueron de 3,03% y que desciende a 3,0 y 3,01 % en el yogurt de soya endulzado con 15 y 20% de *Agave americana* en el segundo ensayo (15%E2 y 20%E2), respetivamente. A continuación se ubica el contenido proteico reportado en el yogurt con 10% de *Agave americana* en el segundo ensayo (10%E2), con medias de 2,99%, al igual que en el yogurt del grupo control en el primer ensayo, así como al aplicar 10, 15 y 20% de agave en el primer ensayo con una media numéricamente igual y que corresponde a 2,97%: mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el yogurt endulzado con 20% de agave en el primer ensayo con medias de 2,95%, como se ilustra en el gráfico 6.

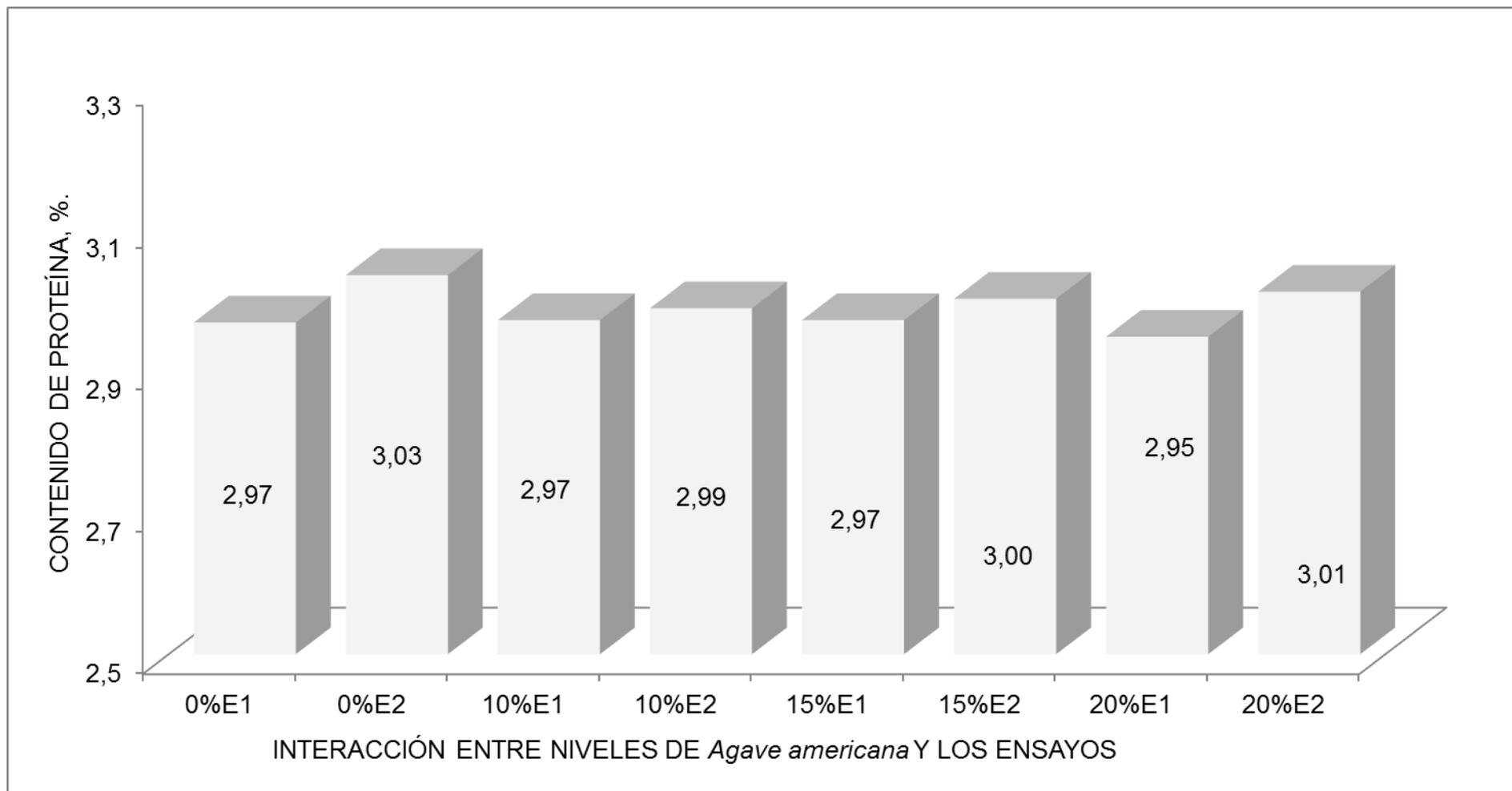


Gráfico 6. Comportamiento del contenido de proteína del yogurt de *Glycine max* (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural y los ensayos.

2. Contenido de grasa

Los valores medios reportados del contenido de grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias por efecto del nivel de *Agave americana*, por lo que la separación de medias según Duncan infiere los resultados más altos en los tratamiento T2 y T3 (15 y 20%), ya que la media fue de 2.02%, en los dos casos en estudio y que desciende a 1,90% de grasa en el tratamiento T1 (10%), mientras tanto que los resultados ms bajos fueron registrados en el producto del grupo control con medias de 1,85% , como se ilustra en el gráfico 7, es decir que mayores niveles de *Agave americana* proporciona mayores contenidos de grasa en el yogurt sin embargo se encuentran dentro de los estándares de calidad del Instituto ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica INEN 2395 (2002), este debe poseer entre 1 y 3 % de grasa, valores que se encuentran dentro de los rangos permitidos.

Los resultados del contenido de grasa de la presente investigación son inferiores a los registrados por Gagñay, L. (2010), quien indica que el porcentaje de grasa del yogurt endulzado con *S. rebaudiana* en los niveles de 0% o grupo control, permitió un porcentaje de grasa de 2,32%, inferioridad que puede deberse a la calidad de la materia prima, en este caso la soya que tiene mayor proporción de grasas asimilables al organismo lo que es corroborado con las apreciaciones de Figueroa L. (2006), quien manifiesta que la soya constituye un alimento muy interesante para la circulación. Se ha comprobado como la sustitución de la proteína animal por este alimento puede reducir hasta en un 20% la tasa de colesterol en la sangre, aunque la grasa que tiene la leche de soya es en su mayoría insaturada, por lo que se puede inferir que se recomienda el consumo de este tipo de yogurt que no afectara la salud de las personas que lo consumen inclusive las personas tanto intolerantes a la lactosa de la leche de vaca como a diabéticos pues se está sustituyendo el azúcar por *Agave americana*. El yogurt de soya es un alimento que combina las propiedades nutricionales de la soya con las ventajas para la salud del yogurt. Comparte las riquezas de nutrientes con los que cuenta esta milenaria leguminosa, en cuanto a composición proteica, lipídica, así como de vitaminas, minerales y otros componentes esenciales para el organismo.

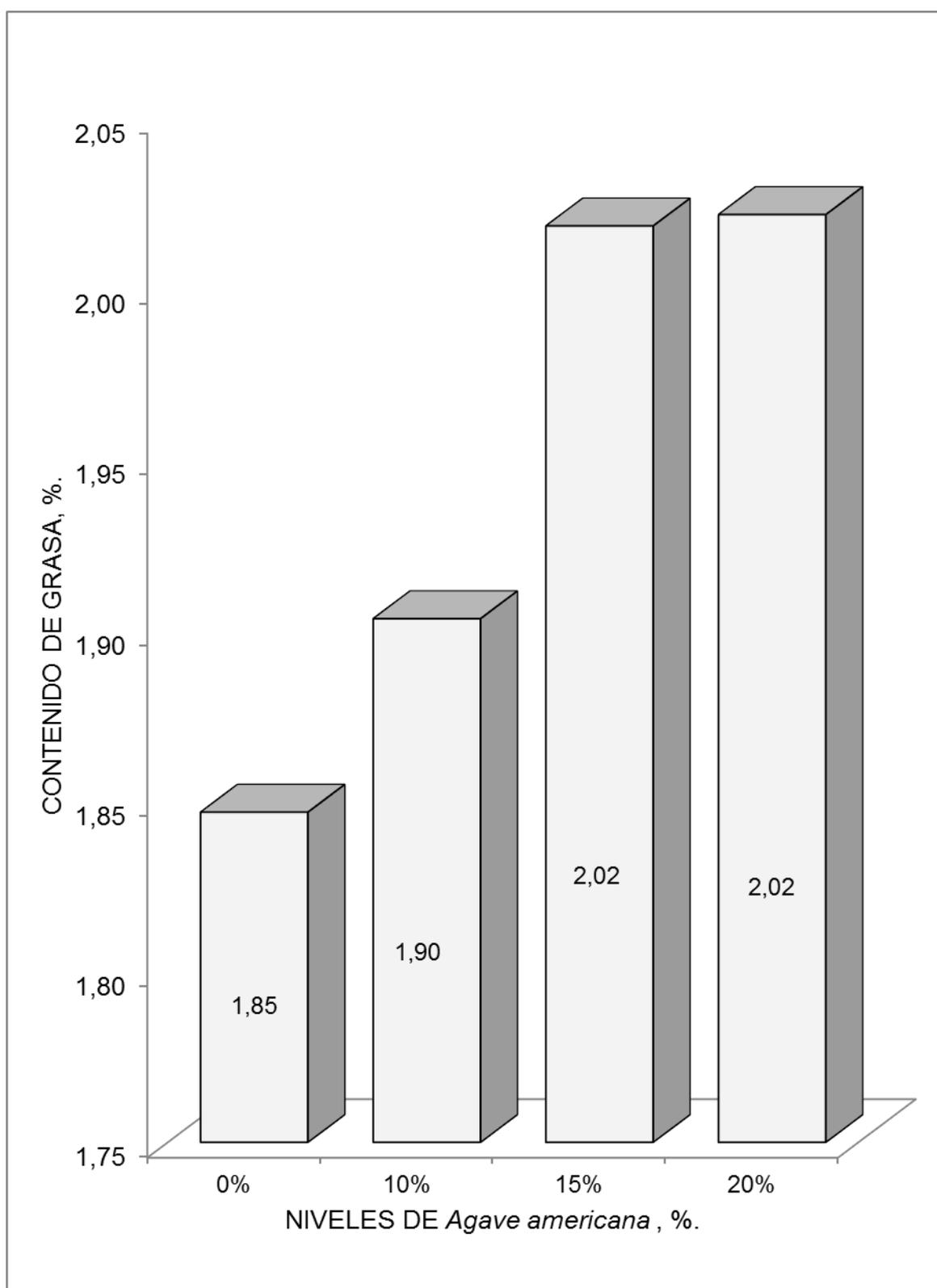


Gráfico 7. Comportamiento del contenido de grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

Así mismo según <http://www.sld.cu/saludvida/nutricion>. (2014), los prebióticos presentes en el yogurt de soya son sustancias que llegan al intestino grueso intactas desde su consumo, pues no existen enzimas a lo largo del sistema digestivo que puedan romper su enlace, sino hasta llegar al colon. En el caso de los fructanos (principal componente del *Agave americana*, al llegar al intestino grueso se fermentan y se convierten en ácidos grasos de cadena corta que no eleva el contenido graso del organismo que reducen la acidez (pH), pero esta última se aumenta en el intestino grueso, generando una reducción de muchas bacterias patógenas que dejan de crecer .

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 8, determino una tendencia lineal positiva altamente significativa, es decir que por cada unidad de cambio en el nivel de *Agave americana* que se incluya en la formulación del yogurt de soya existirá un incremento del contenido de grasa en 0,0096%; con un coeficiente de determinación (R^2), del 53,16% mientras tanto que el 46,84% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver principalmente con la calidad de la materia prima y su composición nutricional la ecuación de regresión aplicada fue:

Contenido de grasa = $1,8393 + 0,0096 (\%Aa)$.

El análisis de varianza del contenido de grasa del yogurt de soya, elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* determino diferencias estadísticas entre medias por lo que se reporta los valores más altos en el producto del primer ensayo con medias de 1,98 %, mientras tanto que en el segundo ensayo los resultados fueron inferiores y que correspondieron a 1,91%, como se reporta en el cuadro 14. Sin embargo las diferencias encontradas no pueden deberse únicamente al desarrollo de los diferentes ensayos más bien pueden tener su fundamento en la calidad de la materia prima ya que es un yogurt elaborado con soya cuyo contenido graso depende del estado de maduración del vegetal, por lo que existe la variabilidad que se evidencia estadísticamente.

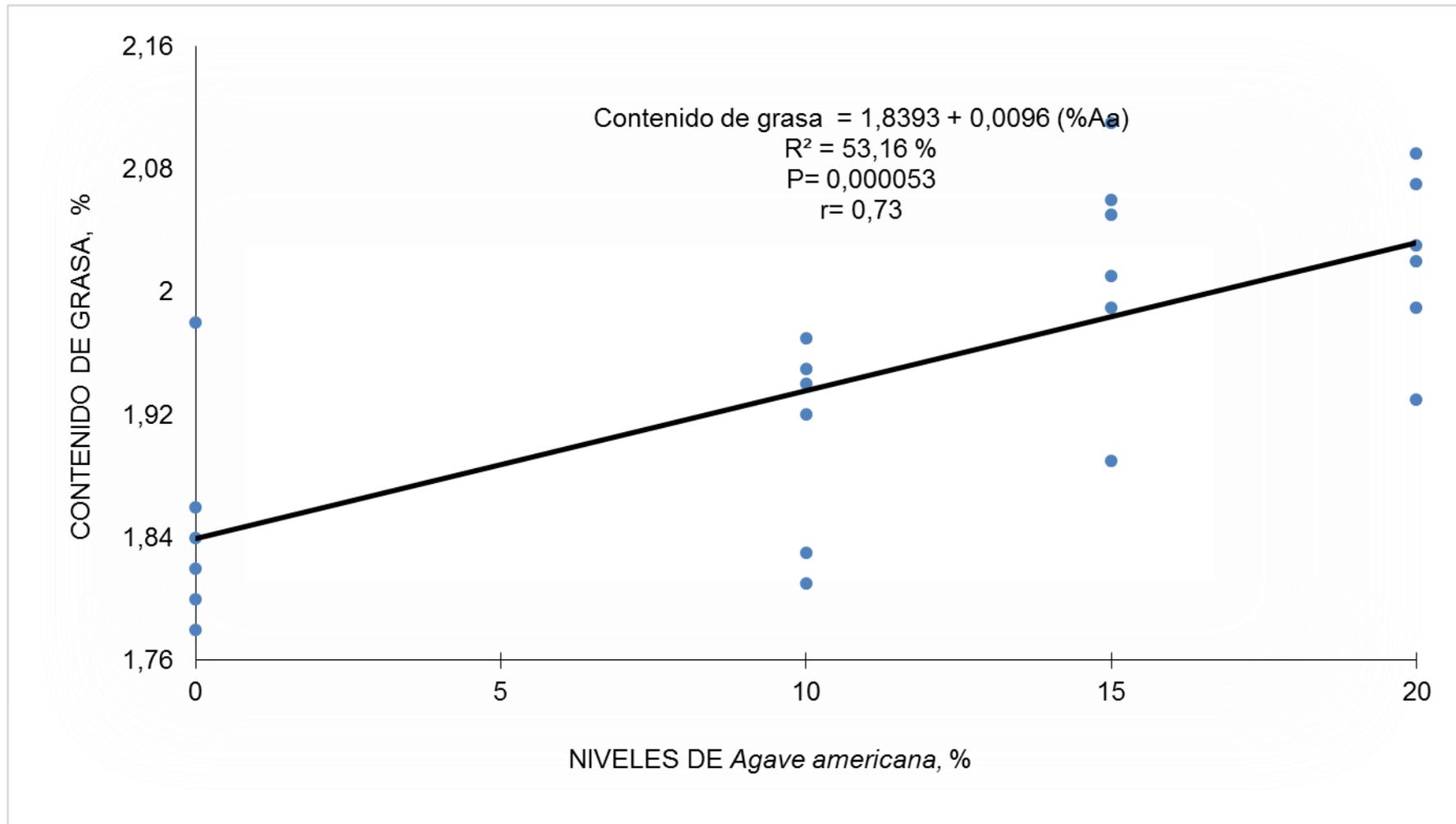


Gráfico 8. Regresión del contenido de grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana*.

Cuadro 14. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE *Glicyne max*, APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana* POR EFECTO DE LOS ENSAYOS.

Variable	EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Prob.	Sign.
	Primer ensayo E1	Segundo ensayo E2			
Contenido de proteína, %.	2,96 a	3,01 a	0,01	0,151	ns
Contenido de grasa, %.	1,98 a	1,91 b	0,02	0,0095	*
Viscosidad, cm /seg	3,76 a	3,85 a	0,04	0,1558	ns
Contenido de calcio, %.	11,50 a	11,38 a	0,07	0,2602	ns
Contenido de magnesio, %.	1,08 b	1,29 a	0,02	0,0001	**

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan.

La evaluación del contenido de grasa del yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas entre tratamientos por efecto de la interacción entre los niveles de *Agave americana* y los ensayos consecutivos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el yogurt del tratamiento T2 en el primer ensayo (15%E1), cuyas medias fueron de 2,06%, a continuación se ubicaron los reportes del yogurt del tratamiento T3 tanto en el primero como en segundo ensayo (20%E1 y 20%E2), con medias de 2,05 y 1,99% respectivamente, posteriormente se observan los registros del yogurt, seguida esta evaluación se reportan valores de 1.98; 1.95 y 1.88% reportados en el yogurt de los tratamientos T2 en el segundo ensayo (15%E2): T1 en el primer ensayo (10%E1), y en el grupo control en el primer ensayo, (0%E1), en su orden < en tanto que las respuestas de grasa más bajas fueron reportadas tanto en el grupo control (0%E2), como en el tratamiento T1 (10%E2), en el segundo ensayo ya que las medias fueron de 1,81 y 1,86% respectivamente.

Determinándose por lo tanto que para obtener un yogurt con un tener graso adecuado se debería trabajar con 15% de *Agave americana* en el primer ensayo ya que se mantienen los requerimientos nutricionales de este tipo de productos que no debe ser muy alto y deberá estar bordeando el 3% de grasa, manteniendo la premisa de que el yogurt de soya es un alimento que combina las propiedades nutricionales de la soya con las ventajas para la salud del yogurt, y mucho más cuando se utiliza como edulcorante natural el *Agave americana*.

3. Viscosidad

Los cambios observados de la viscosidad del yogurt elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), ya que las medias encontradas fluctuaron entre 3,01 cm/seg, con el menor valor a 4,73 cm/seg, como el valor más alto que son los casos extremos, y que corresponden a los yogures en los que no se adicionó *Agave americana* (T0), y en el nivel 20% de edulcorante natural (T3), mientras tanto que respuestas intermedias se consiguen al aplicar 10% (T1) y 15% (T2), de *Agave americana*, ya

que las medias fueron de 3,48 cm/seg, y 4,01 cm/seg, como se ilustra en el gráfico 9.

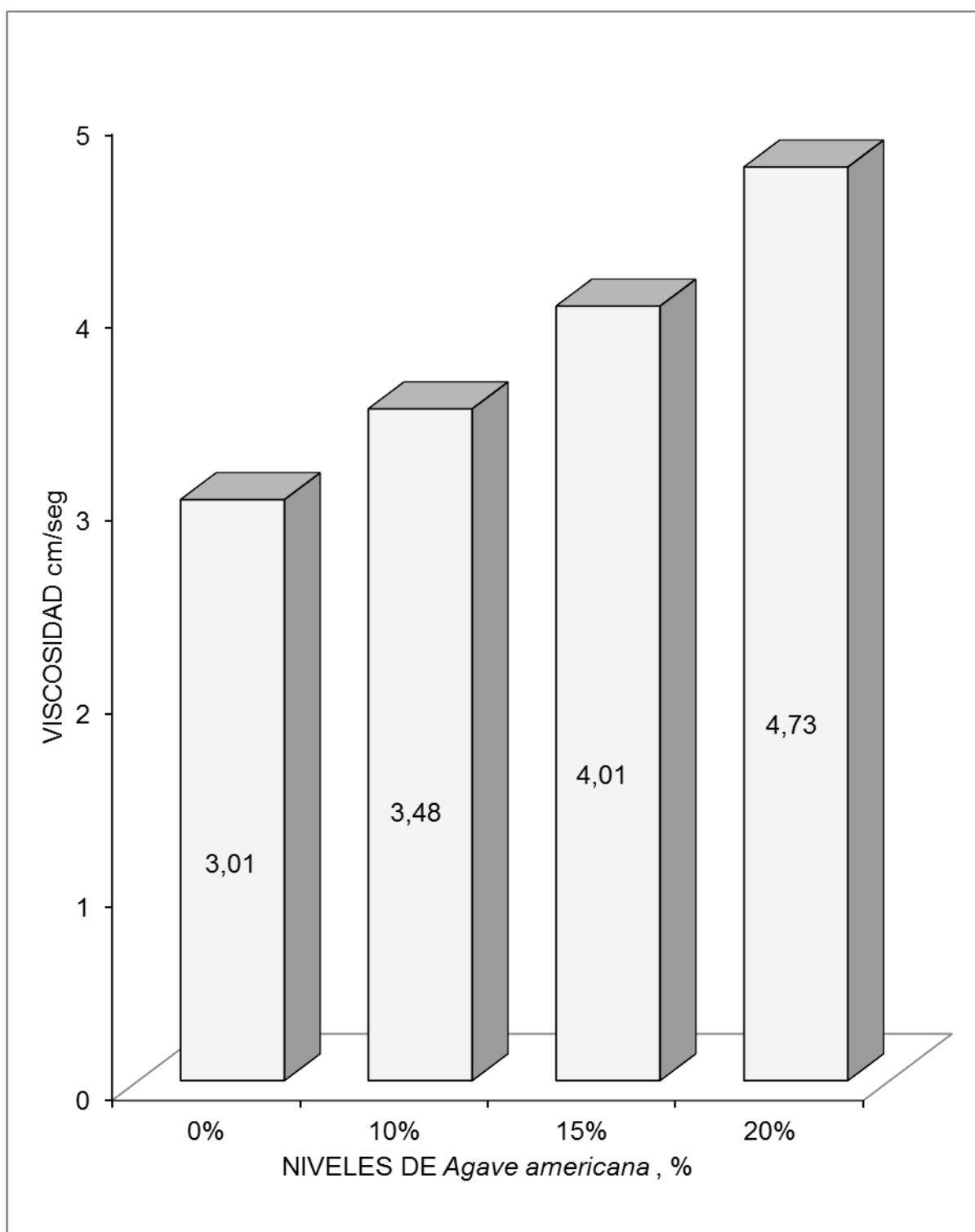


Gráfico 9. Comportamiento de la viscosidad del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

En cuanto a la incorporación de los diferentes niveles de *Agave americana*, se observó una tendencia generalizada en el aumento de la viscosidad aparente conforme se incrementó el porcentaje de edulcorante natural, o bien un ligero aumento del coeficiente de consistencia por la presencia del agave. Ratificándose por tanto, lo que señala Ordoñez, J. (2008), quien manifiesta que el yogurt es un gel de apariencia viscosa, con el enriquecimiento o fortificación de la leche implica un incremento de la concentración de sólidos para conseguir las propiedades reológicas deseadas en el yogurt y/o una normalización. En vista de esto, la leche se tiene que estandarizar a un nivel menor de grasa y mayores contenidos de lactosa, proteínas, minerales y vitaminas; para eso se pueden añadir sólidos lácteos no grasos (leche deshidratada descremada, suero de leche, etc.), de tal forma que la gravedad específica aumente de 1,03 g/ml a 1,4 g/ml y paralelamente los sólidos no grasos suban aproximadamente un 15% en promedio. También, como ya se mencionó, pueden añadirse gomas, estabilizantes, saborizantes y edulcorantes como es el agave. El objetivo principal es aumentar el porcentaje de sólidos lácteos no grasos y, más concretamente el porcentaje de la proteína, con el fin de potenciar la viscosidad del producto terminado, es decir incrementar la firmeza o rigidez de la matriz proteica, menor sinéresis y aumento de la consistencia y por ende la viscosidad del producto terminado.

En la ilustración del gráfico 10, se aprecia que la dispersión de los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa, ($P= 0,0001^{**}$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 2,86 unidades la viscosidad se eleva en 0,083 centésimas por cada unidad de cambio en el nivel de *Agave americana* adicionado a la formulación del yogurt de soya como edulcorante natural, con un coeficiente de determinación R^2 de 88,13 %: mientras tanto que el 11,87% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con la formulación especialmente de los sólidos que se incluyen en la elaboración el yogurt ya que son los directamente responsables sobre la viscosidad del producto terminado que debe ser agradable a la vista del consumidor. La ecuación de regresión lineal aplicada fue:

$$\text{Viscosidad} = 2,86 + 0,083(\%Aa).$$

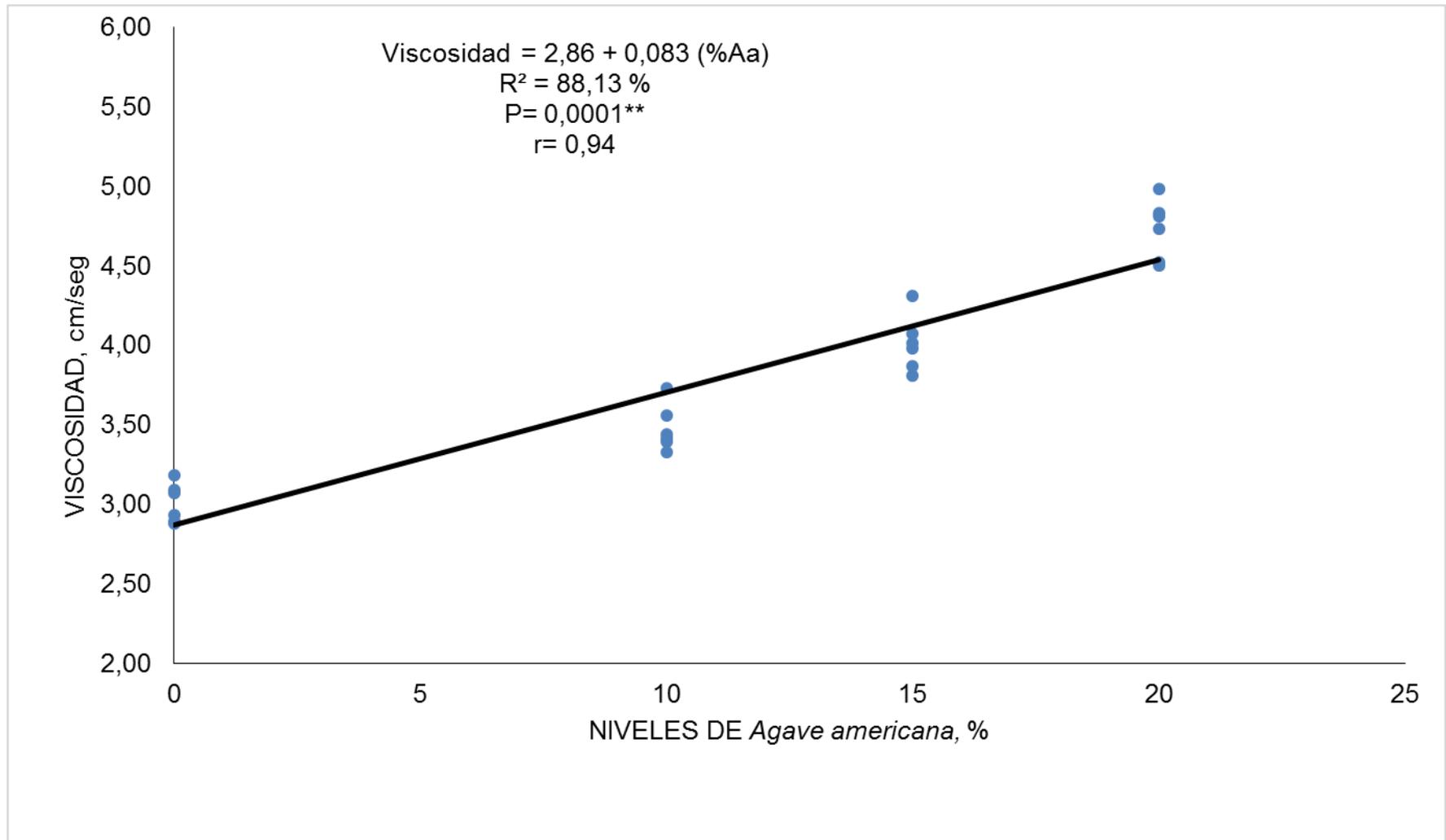


Gráfico 10. Regresión de la viscosidad del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

Al realizar el análisis de varianza de la característica física de la viscosidad del yogurt de soya elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* no se reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el producto del segundo ensayo ya que las medias fueron de 3,85 cm/seg y que desciende a 3,76 cm/seg en el primer ensayo, sin embargo al no existir diferencias entre medias se afirma que los procesos de elaboración del yogurt se han normalizado ya que se consigue obtener un producto con características similares en cada vez que sea replicado.

Los valores medios determinados para la viscosidad del yogurt no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana*, y los ensayos consecutivos sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el yogurt del tratamiento T3 tanto en el primero como en el segundo ensayo (20%E1 y 20%E2), ya que las medias fueron de 4,61 cm/seg, y de 4,85 cm/seg, respectivamente, a continuación se ubican los reportes del análisis del yogurt del tratamiento T2 en el primero y segundo ensayo (15%E1 y 15%E2), debido a que las medias fueron de 3,89 cm/seg y 4,13 cm/seg, posteriormente se registran los valores de viscosidad del tratamiento T1, en el primero y segundo ensayo (10%E1 y 10%E2), ya que las medias fueron de 3,50 cm/seg, y de 3,45 cm/seg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas en el producto del grupo control (0%E1 y 0%E2), con medias de 3,05 cm/seg, y 2,96 cm/seg.

Es decir que mayores niveles de *Agave americana* como edulcorante natural provoca una mejora en la viscosidad del yogurt de soya ya que cumplen con el propósito de evitar alteraciones en la consistencia del producto y, sobre todo, de limitar los fenómenos de sinéresis, pues altas concentraciones de agave son suficientes para estimular el crecimiento y conservar la viabilidad de los organismos probióticos en el yogurt, además de causar un incremento de la viscosidad a diferencia de otros edulcorantes

4. Contenido de calcio

Aplicando el análisis de varianza en cuanto al contenido de calcio del yogurt de soya, sí existió diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto del nivel de edulcorante natural (*Agave americana*), por lo que la separación de medias según Duncan infiere las respuestas más altas con la aplicación del tratamiento T3 (20%), con medias de 11,67 mg, mientras que el contenido de calcio más bajo fue registrado en el yogurt del grupo control (T0), ya que las medias fueron de 11,20 mg, mientras tanto que valores intermedios fueron registrados en el yogurt de los tratamientos T1 (10%), y T2 (20%), con medias de 11,37 mg, y 11,2 mg, respectivamente como se ilustra en el gráfico 5, y que permite inferir que a medida que se aumenta el nivel de *Agave americana* como edulcorante natural en la formulación del yogurt de soya la cantidad de calcio también se incrementa, como se ilustra en el gráfico 11.

Lo que es corroborado con las apreciaciones Porter, N. (2001), quien manifiesta que el yogur de soya es un alimento que combina las propiedades nutricionales de la soya con las ventajas para la salud del yogur. Comparte las riquezas de nutrientes con los que cuenta esta milenaria leguminosa, en cuanto a composición proteica, lipídica, así como de vitaminas, minerales y otros componentes esenciales para el organismo. Debido a su composición la soya, es considerada, una maravilla ofrecida por los dioses. Contiene entre 30 y 50% de proteínas, 20% de grasas, 24% de carbohidratos, además de vitaminas del complejo B, A y E y minerales como calcio, hierro, magnesio y cobre.

Se ha utilizado el *Agave americana* que al ser un producto netamente natural se lo podrá consumir sin ningún problema reemplazando a productos como el azúcar, lady fruit y otros dulcificantes. Al poseer un 86% de fructuosa, además de una gran cantidad de minerales, como hierro, calcio, potasio, magnesio, entre otros se hace fácil de consumir y no genera riesgo alguno para las personas con sobrepeso ni personas con diabetes por el mismo hecho de ser 100% natural. La conjugación de estos dos elementos proporciona al yogurt de soya de un contenido en calcio similar al elaborado con leche de vaca.

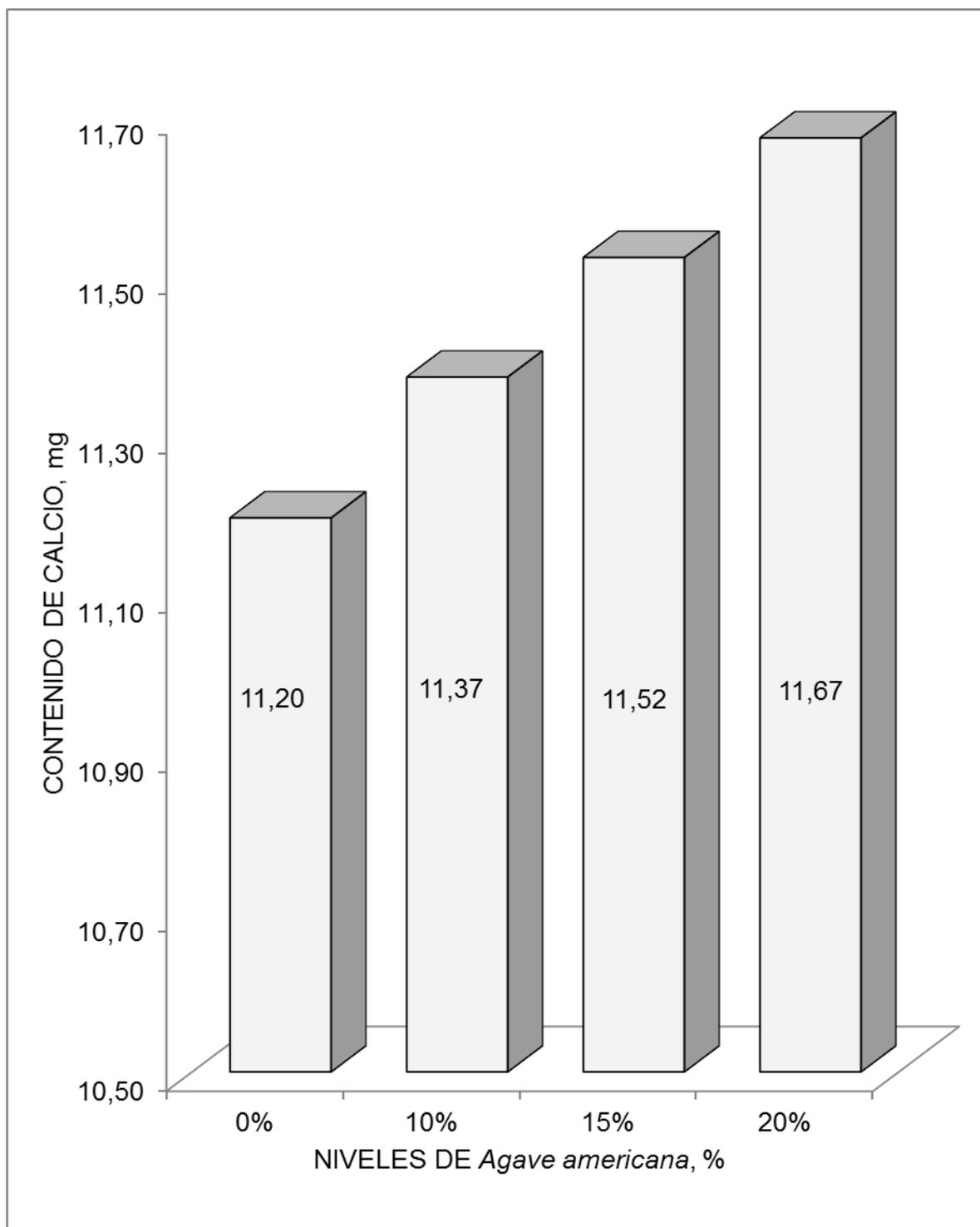


Gráfico 11. Comportamiento del contenido de calcio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana* (sirope de agave).

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 12, se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa en la se infiere que partiendo de un intercepto de 11,174 mg, el contenido de calcio en el yogurt se eleva en 0,0237 mg, por cada unidad de cambio en el niveles de *Agave americana* aplicado al yogurt , con un coeficiente de determinación R^2 del 0,395% en tanto que el 60,50% restante depende de otros factores no considerados en la investigación como puede ser el aporte mineral tanto de la soya como del agave que aportan un sinnúmero de estos elementos que conllevan al enriquecimiento del producto final, la ecuación de regresión aplicada fue: $\text{Calcio} = 11,174 + 0,0237 (\%Aa)$.

Los valores medios obtenidos del contenido de calcio del yogurt de soya elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* no reportó diferencias estadísticas entre medias ($P > 0,05$), por efecto de los ensayos sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad hacia los resultados reportados en el primer ensayo con medias de 11,50 mg y que desciende a 11,38 mg en el yogurt del segundo ensayo. Diferencias que pueden se validadas únicamente por la calidad de la materia prima ya que la adquisición de los productos y la elaboración del yogurt fue realizada en un ambiente controlado cuidando de mantener un protocolo constante tanto en tiempos como en dosificaciones .

El efecto registrado por la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos consecutivos sobre la característica de contenido de calcio no reporto diferencias estadísticas ($P > 0,05$), como se reporta en el cuadro 15, sin embargo numéricamente se aprecia la valoración más alta en el yogurt del tratamiento T3, tanto en el primero como en el segundo ensayo (20%E2 y 20%E1), ya que las medias fueron de 11,66 mg, y 11,68 mg, respectivamente y que desciende a 11.53 mg, y 11.52 mg, en el yogurt del tratamiento T2 en el primero y segundo ensayo (15%E1 y 15%E2), así como también a 11,46 en el tratamiento T1 del segundo ensayo (10%E2), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas en los yogures del grupo control y tratamiento T1 en el primer ensayo (0%E1 y 10%E1), con medias de 11,05 y 11,28 mg respectivamente.

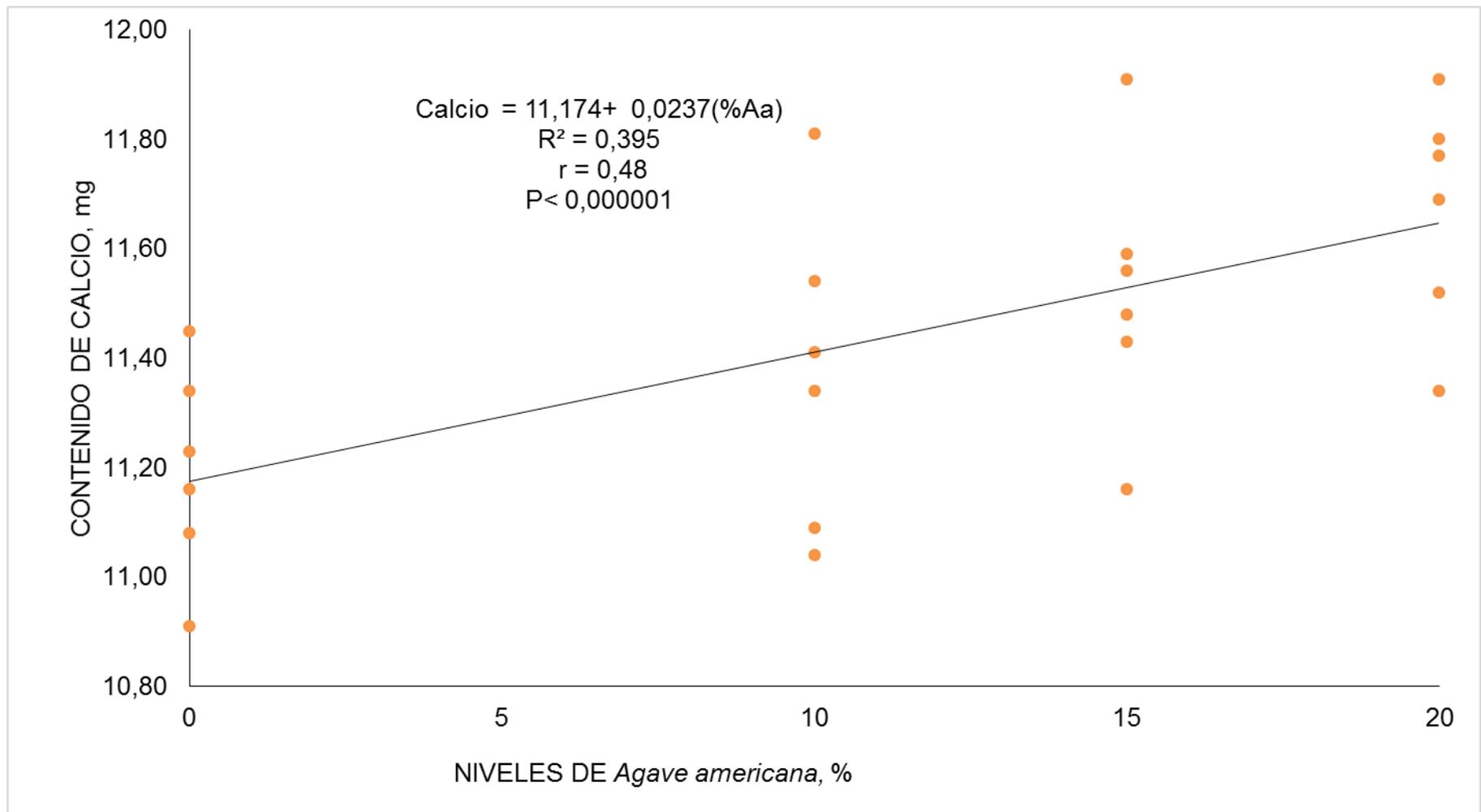


Gráfico 12. Regresión del contenido de calcio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

Cuadro 15. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE *Glycine max* POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS.

Variable	INTERRACION NIVELES DE <i>Agave americana</i> Y LOS ENSAYOS								EE	PROB	SIGN
	0%E1	0%E2	10%E1	10%E2	15%E1	15%E1	20%E1	20%E2			
	T0E1	T0E2	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Contenido de proteína, %.	2,97 a	3,03 a	2,97a	2,99 a	2,97 a	3,00 a	2,95 a	3,01 a	0,02	0,6368	ns
Contenido de grasa, %.	1,88 a	1,81 a	1,95a	1,86 a	2,06 a	1,98 a	2,05 a	1,99 a	0,04	0,9696	ns
Viscosidad, cm/seg.	3,05 a	2,96 a	3,50a	3,45 a	3,89 a	4,13 a	4,61 a	4,85 a	0,08	0,1125	ns
Contenido de calcio, mg.	11,34 a	11,05 a	11,46 a	11,28 a	11,53 a	11,52 a	11,66 a	11,68 a	0,14	0,6478	ns
Contenido de magnesio, mg.	1,01 a	1,10 a	1,02 a	1,27 a	1,06 a	1,41 a	1,21 a	1,37 a	0,05	0,0845	ns

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan.

5. Contenido de magnesio

Con relación al contenido de magnesio, se registró que entre las medias de los diferentes tratamientos se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana* aplicado a la formulación del yogurt, observándose valores de 1,29 mg en el yogurt del tratamiento T3 (20%) que son los más altos de la investigación seguidos de los registros del tratamiento T2 (15%), con medias de 1,23 mg, al igual que en el tratamiento T1 (10%), cuyas medias fueron de 1,15 mg: mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en los yogures del grupo control (T0), ya que las medias fueron de 1,06 mg, como se ilustra en el gráfico 13, estimaciones que nos permiten definir que a medida que se incrementa el nivel de *Agave americana* en el yogurt de soya el contenido de magnesio también se eleva gradualmente, valores que son superiores a los identificados por Revilla. (1996) como Vayas. (2002), quienes indican que el contenido de cenizas en el yogur esta entre 0,7 a 0,75 %.

Cotejando los resultados obtenidos con los requisitos exigidos en la Norma INEN 170. (INEN, 1996), quien infiere un contenido en cenizas donde se contemplan calcio y magnesio de 0,70 mg se considera que en la investigación se supera esta exigencia por lo que este producto apto para el consumo humano. Al respecto <http://www.diodora.com>. (2014), Infiere que a soya es un alimento con un contenido alto en minerales especialmente Ca, P, Fe, Mg, Zn y K, pero tiene un bajo contenido en Na, es decir contiene entre 30 y 50% de proteínas, 20% de grasas, 24% de carbohidratos, además de vitaminas del complejo B, A y E y minerales como calcio, hierro, magnesio y cobre. Contiene además fibras. Se considera un alimento beneficioso fundamentalmente a que su contenido en grasas es de tipo insaturada y a que sus proteínas son de alta calidad al poseer todos los aminoácidos esenciales para el organismo por lo que resulta ideal para las personas hipertensas. La utilización del *Agave americana* o sirope de agave es beneficioso para personas que sufren diabetes ya que ayuda a regular los niveles de insulina en el organismo. También ayuda a controlar el colesterol y los triglicéridos, aumenta la absorción de calcio y magnesio.

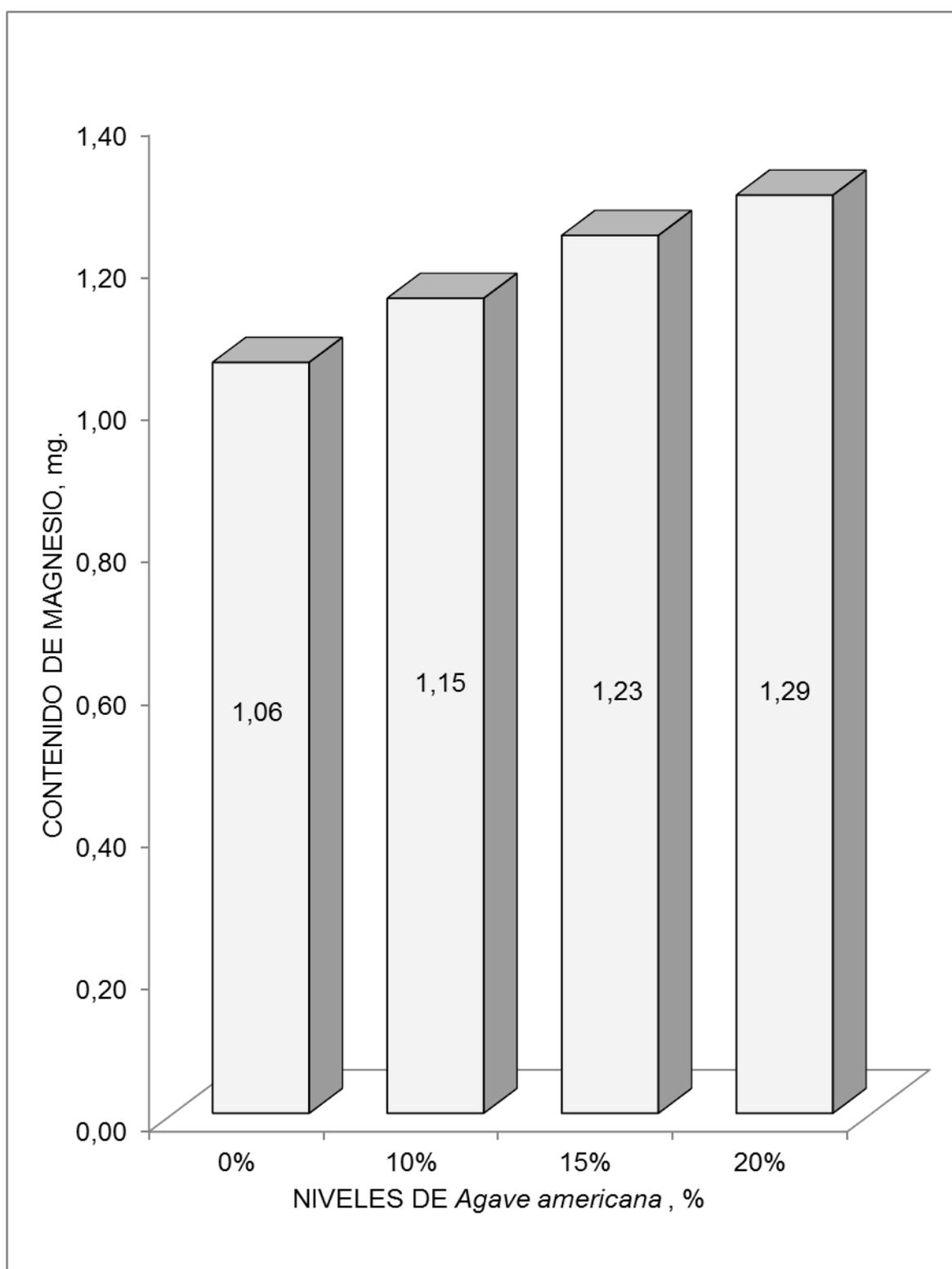


Gráfico 13. Comportamiento del contenido de magnesio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

El análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 14, determina que la dispersión de los datos se ajusta hacia una tendencia línea positiva altamente significativa en la que se infiere que partiendo de un intercepto de 1,047 mg la cantidad de magnesio aportada por el yogurt se eleva en 0,00119 mg, por cada unidad de cambio en el nivel de *Agave americana*, con un coeficiente de determinación R^2 del 29,32% en tanto que el 70,68% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la cantidad del resto de elementos que conforman el contenido mineral del producto

El efecto que registran los ensayos sobre el contenido de magnesio del yogurt de soya elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* reporta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias, por lo que la separación de medias indica los resultados más altos en el yogurt del segundo ensayo ya que las medias fueron de 1,29 mg, en comparación de los del primer ensayo que establecieron valores medios de 1,08 mg, es decir que en el segundo ensayo las características tanto de la materia prima como de la precisión en la formulación del yogurt evidenciaron una menor influencia sobre el contenido de magnesio del yogurt de soya.

Los valores medios reportados del contenido de magnesio en el análisis de varianza no reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en el yogurt de tratamiento T2 en el segundo ensayo (15%E2), con medias de 1.41 mg, y que desciende a 1.27 mg y 1.37 mg, en el yogurt del tratamiento T3 y T1 en el segundo ensayo (10%E2 y 20%E2) respectivamente, a continuación se ubican numéricamente los reportes alcanzados en el yogurt del tratamiento T3 en el primer ensayo (20%E1), con medias de 1,21 mg, así como también el contenido de magnesio alcanzado en el yogurt del grupo control en segundo ensayo (0%E2), ya que las medias fueron de 1,10 mg, mientras tanto que los resultados más bajos fueron los registrados por el tratamiento T2 (15%E1), T1 (10%E1), y grupo control (0%E1), en el primer ensayo con medias de 1.06 mg, 1.02 mg y 1.01 mg respectivamente. Es decir que el mayor contenido de magnesio se consigue con la aplicación del 15% de *Agave americana* en el segundo ensayo lo que puede tener su lógica en

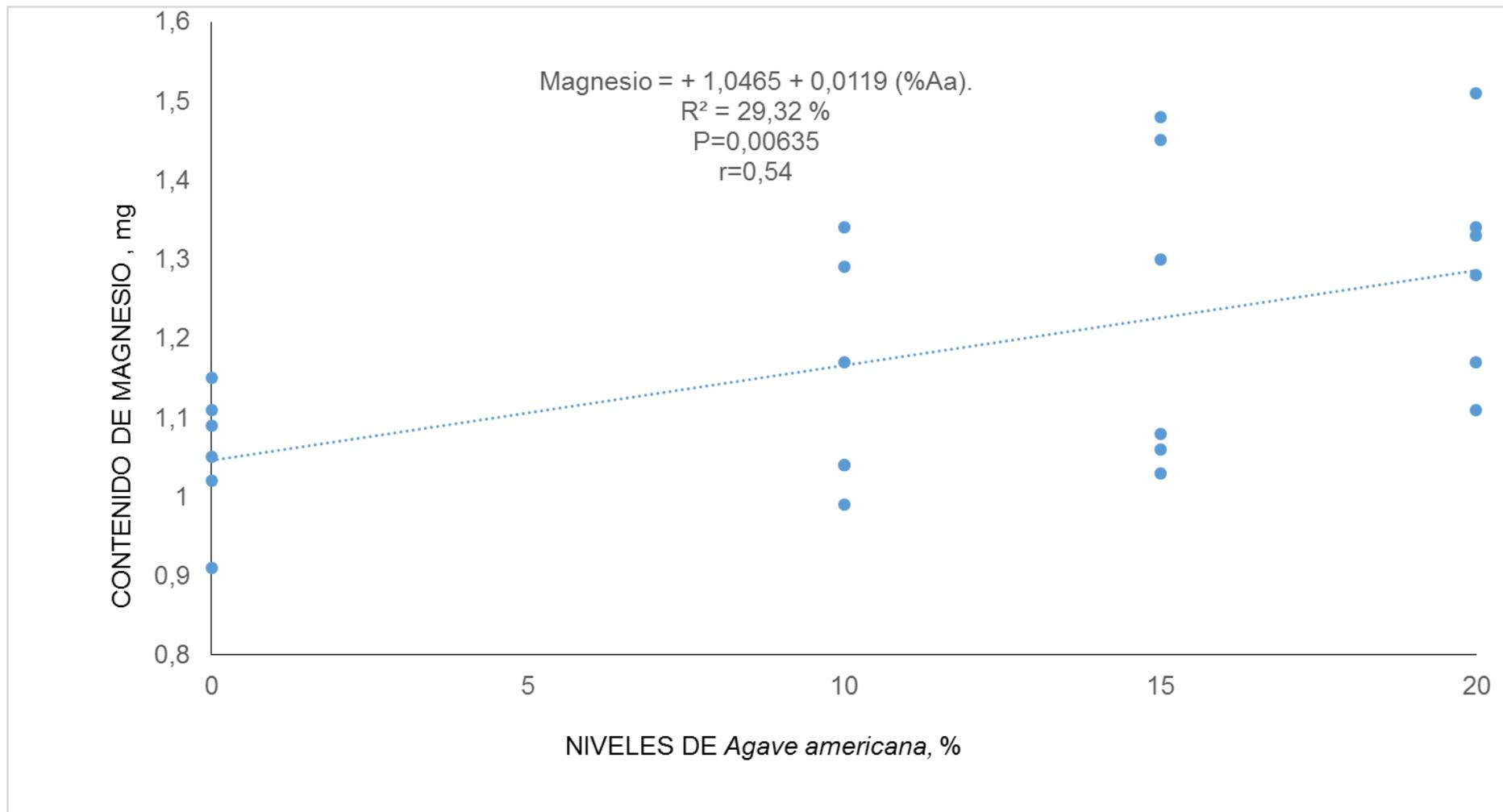


Gráfico 14. Regresión del contenido de magnesio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

que al replicar la investigación el operario adquiere experiencia y los resultados van a ser más precisos, ya que se pretende normalizar la calidad a través de un estricto control de los factores que pueden influir en ella.

B. EVALUACIÓN DE CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana*

1. Coliformes totales

En el diagnóstico microbiológico del yogurt de *Glycine max* (soya), en lo que tiene que ver con el contenido de coliformes totales se registró numéricamente un conteo que va de 2,67 UFC/g, en el yogurt del grupo control (T0), considerándose el reporte más bajo hasta 4,17 UFC/g, en el yogurt del tratamiento T1 (10%), y que es el valor más alto, mientras que resultados intermedios son reportados en el yogurt de los tratamientos T2 y T3 ya que las medias fueron de 3,83 UFC/g, y 2,83 UFC/g, pero sin reportarse diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0,05$), como se reporta en el cuadro 16, y se ilustra en el gráfico 15.

Por lo que el reporte del Laboratorio al ser un conteo bajo se cumple con los requerimientos que indica la Norma Técnica INEN (1996), de elaboración del yogurt, ya que si hay proliferación de estos en el producto final indican generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal y por consiguiente la existencia del riesgo de que hayan podido llegar al alimento microorganismos patógenos de procedencia entérica, ya que como se manifiesta en <http://www.microbiologiayogurt.com>. (2014), los microorganismos coliformes 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, las bacterias coliformes se encuentran en mayor

Cuadro 16. EVALUACIÓN DE CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS.

VARIABLE	NIVELES DE <i>Agave americana</i> ,%				EE	Prob	Sign
	0%	10%	15%	20%			
	T0	T1	E2	T3			
Contenido de Coliformes totales,UFC/g.	2,67 a	4,17 a	3,83 a	2,83 a	0,69	0,3647	ns
Contenido de Mohos y levaduras,UFC/g.	7,33 a	7,33 a	8,33 a	8,67 a	0,43	0,1	ns

VARIABLE	EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Prob	Sign
	Primer ensayo	Segundo ensayo			
	E1	E2			
Contenido de Coliformes totales,UFC/g.	3,76 a	3,85 a	0,04	0,16	ns
Contenido de Mohos y levaduras,UFC/g.	11,50 a	11,38 a	0,07	0,26	ns

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan.

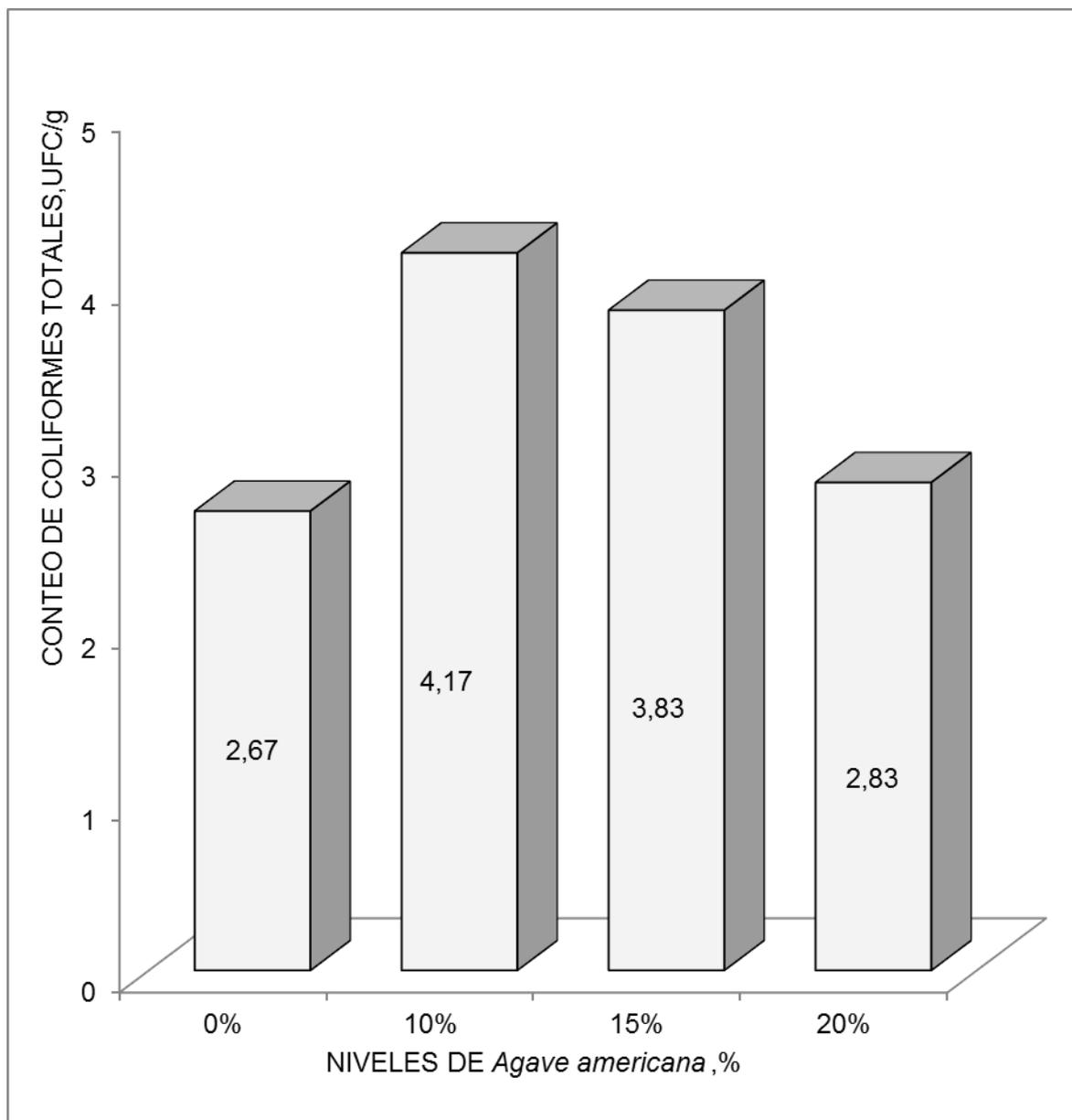


Gráfico 15. Comportamiento del contenido de Coliformes totales del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. De acuerdo a los reportes antes mencionados se puede decir que durante el proceso de elaboración del yogurt de soya, se vigiló los puntos críticos que se presentan en la recepción de materia prima, lavado y desinfección, donde se requiere eliminar los agentes microbianos que generen condiciones inadecuadas para el proceso. La selección de materias primas es igualmente crucial en la elaboración del producto final

Los valores medios reportados del conteo de coliformes totales el yogurt de soya no reporto diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de los ensayos sin embargo de carácter numérico se aprecia que en el primero y segundo ensayo los resultados fueron de 3,50 y 4,25 UFC/g, valores que representan que la carga microbiana entre ensayos ha incrementado, posiblemente se deba a que el hábitat de estos microorganismos va cambiando y se crea el ambiente adecuado para que proliferen, aunque se encuentra dentro de los límites normales citados por la norma INEN 2395. (1996), que indica un límite permisible de 10 UFC/g, para considerarse un alimento apto para el consumo humano.

Los valores medios reportados del contenido de coliformes totales, en el análisis de varianza no reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), entre tratamientos sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en el yogurt de soya del tratamiento T1, en el primer ensayo (10%E1), ya que las medias fueron de 4,67 UFC/g, y que desciende a 4,00 UFC/g, en el yogurt del tratamiento T2 en el primer ensayo (15%E1), como también a 3,67 UFC/g, en los yogures del tratamiento T1 y T2 en el segundo ensayo (10%E2 y 15%E2), compartiendo el mismo valor numérico, a continuación se reportaron los registros obtenidos en el yogurt del tratamiento T3, y testigo tanto en el primero como en el segundo ensayo (20%E2; 20%E1: 0%E1 y 0%E2), con medias de 2,67 UFC/g, en los casos en estudio siendo estos resultados los más bajos de carácter numérico en la investigación.

2. Contenido de Mohos y levaduras

Los valores medios del contenido de mohos y levaduras en el yogur de soya no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre tratamientos, por efecto de la inclusión de niveles de *Agave americana* aplicado como edulcorante natural sin embargo de carácter numérico se aprecia la contaminación más alta en el yogurt del tratamiento T3 (20%), ya que las medias fueron de 8,67 UFC/g, seguida de los registros en el yogurt del tratamiento T2 (15%), con medias de 8,33 UFC, mientras tanto que los resultados más bajos fueron alcanzados en el producto del grupo control y del tratamiento T1(10%), con medias de 7,33 UFC/g, para los dos casos en estudio, como se ilustra en el gráfico 16.

Al cotejar los resultados con las Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica INEN 1529-10:94: reporta que para Mohos y levaduras el límite sería < 10 UFC/g, por lo tanto en la presente investigación realizada se aprecia cierto grado de contaminación, pero que no superan con las exigencias, sin embargo es necesario considerar lo que se expresa en el sitio web <http://www.consumer.es/>. (2014), donde se indica que Muchos de los alimentos que se consumen no se considerarían como tales sin la presencia de determinados microorganismos. El vino, el pan, la cerveza, el yogur o el queso dependen de bacterias, levaduras u hongos, es decir, microorganismos, para que se puedan elaborar, en el yogur, algunas bacterias aportan propiedades beneficiosas a quien lo consume.

No todos los microorganismos de los alimentos son dañinos para el consumidor. Aunque la mala fama les persiga, una cierta cantidad de ellos aportan beneficios. Se estima que hay unas 10.000 especies diferentes. Muchos de ellos llegan al organismo humano de manera accidental, ya sea a través de las manos o, en la mayoría de los casos, de los alimentos. Sin embargo es necesario estrictamente que se mantengan BPM, para descender este nivel de microorganismos ya que a contaminación de los alimentos es un problema serio para la industria alimentaria, debido a que da lugar a la aparición de productos inaceptables para el consumo humano.

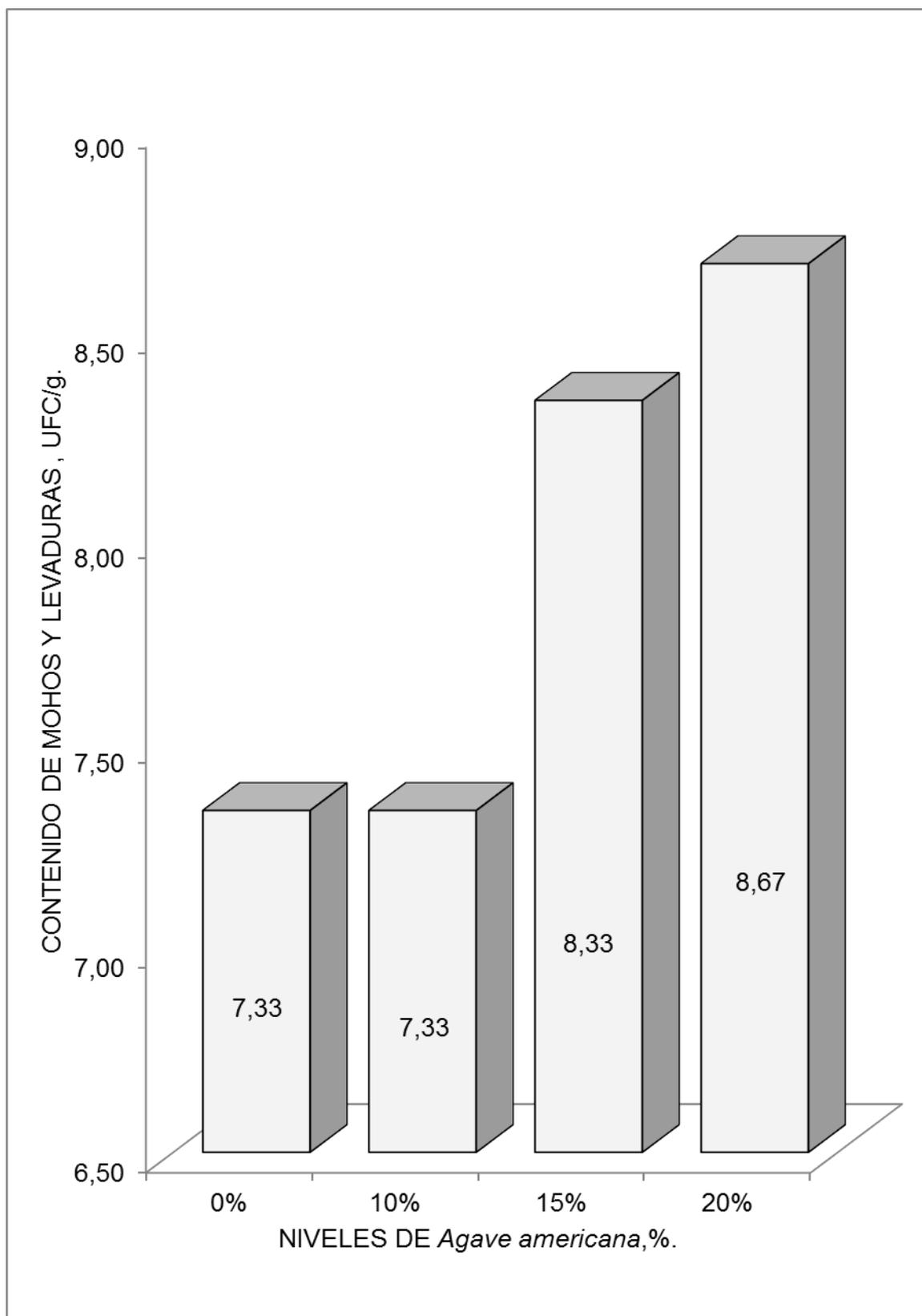


Gráfico 16. Comportamiento del contenido de mohos y levaduras del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

Con respecto al contenido de mohos y levaduras en el yogurt de soya endulzado con diferentes niveles de *Agave americana*, como edulcorante natural, se aprecia que no existen diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de los ensayos consecutivos ya que los resultados registrados son de 7,67 UFC/g, para el caso del primer ensayo y de 8,17 UFC/g, para el segundo ensayo, apreciándose una superioridad numérica en el segundo ensayo y que es indicativo de mayor contaminación y es una alerta para mantener precaución en el momento de la elaboración de identificar y solucionar los puntos de contaminación.

En la evaluación de los reportes del contenido de hongos y levaduras del yogurt de soya por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos consecutivos no se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias, sin embargo de carácter numérico se aprecia mayor contaminación en el yogurt del tratamiento T3 en el primer ensayo (20%E1), ya que las media fueron de 9,0 UFC/g, y que desciende a 8,33 UFC/g, en los tratamientos T1 en el segundo ensayo (), T2 en el primero y segundo ensayo (15%E1 y 15%E2), así como también en el tratamiento T3 en el segundo ensayo (20%E2), mientras tanto que los resultados más bajos y que indican menor grado de contaminación fueron reportados en el yogurt del grupo T1 en el primer ensayo (10%E1), ya que las medias fueron de 6,33 UFC/g. como se reporta en el cuadro 17.

3. Recuento de Escherichia coli

Al realizar el análisis del recuento de *Escherichia coli*, se registró ausencia total, debido posiblemente a que estos microorganismos no se desarrollan en productos bajos en pH, por lo que el reporte del Laboratorio al ser negativo ($<1.0 \times 10^1$), se cumple con los requerimientos que indica la Norma Técnica INEN (1996), de elaboración del yogurt, ya que si hay proliferación de estos en el producto final indican generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal y por consiguiente la existencia del riesgo de que hayan podido llegar al alimento microorganismos patógenos de procedencia entérica.

Cuadro 17. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL YOGURT DE *Glycine max* POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS.

INTERACCIÓN NIVELES DE <i>Agave americana</i> Y LOS ENSAYOS											
Variable	0%E1	0%E2	10%E1	10%E2	15%E1	15%E2	20%E1	20%E2	EE	Prob	Sign
	T0E1	T0E2	T1E1	T1E2	T2E1	T2E2	T3E1	T3E2			
Coliformes Totales											
UFC/g.	2,67 A	2,67 a	4,67 a	3,67 a	4,00 a	3,67 a	2,67 a	3,00 A	0,98	0,9157	ns
mohos y levaduras											
UFC/g.	7,00 A	7,67 a	6,33 a	8,33 a	8,33 a	8,33 a	9,00 a	8,33 A	0,61	0,2014	ns
Criterio Microbiológico											
PRODUCTO	PARAMETRO					MÉTODO DE ENSAYO					
Yogurt	A Mesofilos. < 10 UFC/g					AOAC 966,23					
	Coliformes totales < 10 UFC/g					INEN 1529-6:90					
	Coliformes Fecales < 10 UFC/g Aerobios					INEN 1529-8:90					
	Mohos y levaduras < 10 UFC/g					INEN 1529-10:94					

Las bacterias del género *Escherichia coli*, pueden afectar a las personas en diferentes momentos. Algunos se enferman dentro de un día después de consumir los alimentos. Otros pueden tomar hasta una semana para conseguir enfermo. Lo mejor es ponerse en contacto con un médico para hacer una cita si ha caído enfermo, sobre todo si la diarrea no desaparece después de un día o tiene sangre. *E. Coli* puede ser especialmente peligroso para las mujeres embarazadas, los ancianos, las personas con enfermedades inmunosupresoras como el SIDA o el lupus, y niños pequeños.

C. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES, DE *Agave americana* Y LOS ENSAYOS

1. Color

La valoración sensorial asignadas al color del yogurt de la soya, reportó diferencias altamente significativas según la prueba rating test, por efecto de los diferentes niveles de agave americano como edulcorante natural, por lo que la separación de medias reporta que en los yogures elaborados con 20% de *Agave americana* (T3), se aprecia la valoración más alta con una puntuación de 4,75 puntos sobre 5 puntos de referencia y que reporta una calificación de excelente , en comparación de los resultados de los yogures a los que se aplicó 10% y 15% de *Agave americana* que redujeron su puntuación a 4,46 puntos y 4,48 puntos sobre 5 puntos de referencia, mientras tanto que las puntuaciones más bajas fueron asignadas al producto del grupo control con medias de 2,82 puntos, como se reporta en el cuadro 18, y se ilustra en el gráfico 17.

Por lo tanto se aprecia que a medida que se incrementa el nivel de *Agave americana* en el yogurt de soya el color se eleva, lo que puede deberse a lo reportado por <http://www.saludalia.com>. (2009), quien indica que el color es la cualidad de la sensación provocada en la retina del observador que resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de

Cuadro 18. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL.

VARIABLE	NIVELES DE <i>Agave americana</i> ; %				EE	Prob.	Sign.
	0% T0	10% T1	15% T2	20% T3			
Color, puntos.	2,82 c	4,46 b	4,48 b	4,72 a	0,14	0,0001	**
Olor, puntos.	2,18 c	4,07 b	4,14 b	4,56 a	0,08	0,0001	**
Sabor, puntos.	2,94 c	3,51 bc	3,89 ab	4,42 a	0,20	0,0002	**
Apariencia, puntos.	3,78 a	4,19 a	4,23 a	4,61 a	0,19	0,41	ns
Textura, puntos.	4,09 a	4,35 a	4,49 a	4,70 a	0,17	0,69	ns

EE: Error estándar.

Prob: Probabilidad.

Sign: significancia.

ns: promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente según Duncan.

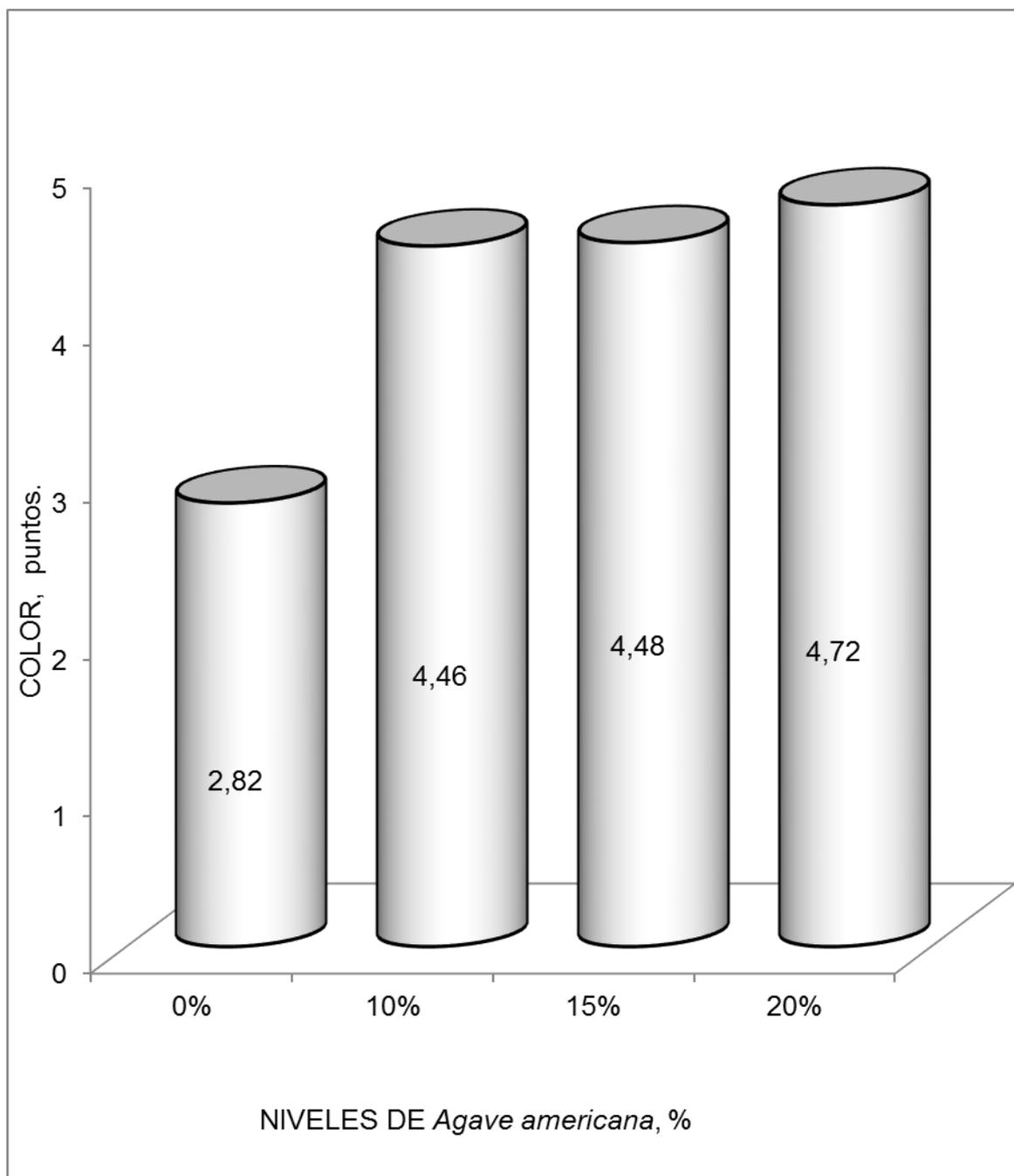


Gráfico 17. Comportamiento del color del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

determinadas características de la luz, el *Agave americana* florece una sola vez en su vida y muere tras esta floración, un fenómeno conocido como monocarpismo. Deja a su muerte una copiosa descendencia (en hijuelos o retoños de raíz) en un tallo de unos ocho o diez metros y una anchura superior a los 10 cm de diámetro; de él y desde más de la mitad de su longitud van saliendo pequeñas ramas en forma de pirámide, terminando cada una en un grupo de flores de color amarillo-verdoso, lo que influye sobre la coloración del producto al cual fue aplicado, en este caso el yogurt de soya, además es un edulcorante natural que se obtiene de un cactus y que ya venía siendo utilizado por los incas y aztecas. Tiende a regular los niveles de glucosa.

Al realizar el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 18, se determinó que la dispersión de los datos se ajusta a una tendencia lineal positiva altamente significativo donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 3,053 puntos, el color del yogurt de soya incrementa la calificación de color en 0,095 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de *Agave americano* aplicado como edulcorante natural en el yogurt de soya, con un coeficiente de determinación de 69,18%: mientras tanto que el 30,18% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con los diferentes ingredientes que conforman la fórmula del yogurt de soya. Además se aprecia una correlación positiva altamente significativa donde se aprecia que a medida que se incrementa el nivel de *Agave americano* el color del yogurt también se incrementa, la ecuación de regresión aplicada fue de.

$$\text{Color} = + 3,053 + 0,095 (\%Aa)$$

Las puntuaciones asignadas por el panel de degustadores para el color del yogurt de soya al que se adiciono como edulcorante natural diferentes niveles de *Agave americana* no se registraron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos sin embargo de carácter número se aprecia superioridad hacia las respuestas alcanzadas en el producto del segundo ensayo con medias de 4,23 puntos sobre 5 de referencia y que desciende a 4,02 puntos en el primer ensayo, conservando en los dos casos una calificación de muy buena.

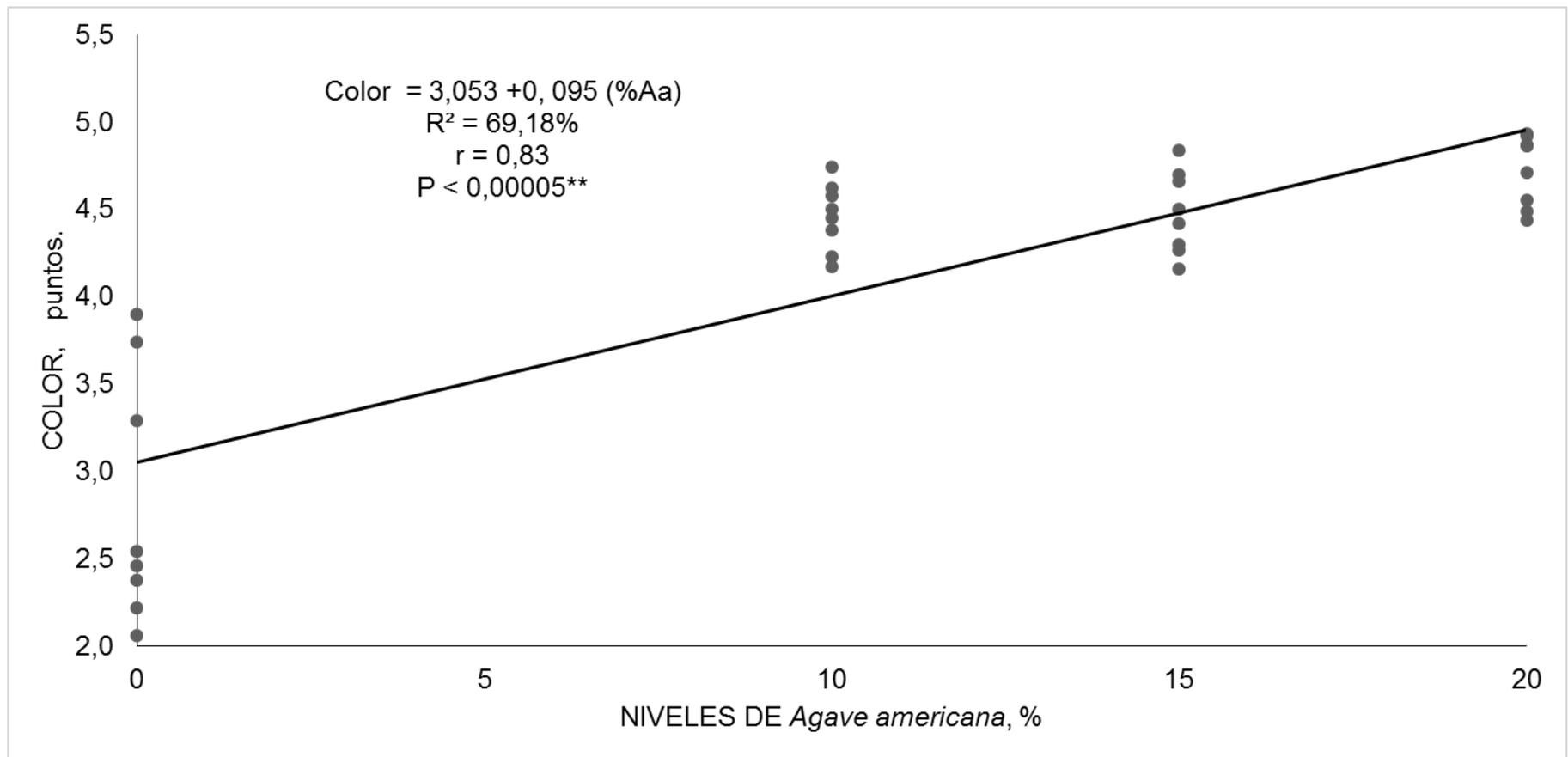


Gráfico 18. Regresión del color del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana*.

Lo que permite aseverar que al repicar el proceso de elaboración del yogurt de soya utilizando agave a diferentes niveles que cumple la función de edulcorante natural no se aprecia diferencias en el color entre los diferentes lotes de producción ya que fue realizado en un ambiente controlado y se pretendió normalizar tanto la calidad de los productos aplicados como del tiempo en los diferentes procesos de elaboración.

Al no existir diferencia significativa entre medias en el yogurt de soya bajo el efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos para la variable sensorial de color, se puede determinar numéricamente, como el mejor tratamiento, al utilizar 20% de agave en el primero y segundo ensayo con una calificación otorgada por los catadores de 4,73 puntos y 4,71 puntos, (20%E1 y 20%E2), respectivamente y calificación excelente, seguido de los resultados obtenidos en el yogurt al que se aplicó 10 y 15% de agave americano en el segundo ensayo ya que las medias de color fueron de 4,60 y 4,62 puntos sobre 5 puntos de referencia (10%E2 y 15%E2), en su orden, conservando la calificación excelente, posteriormente se aprecian las puntuaciones alcanzadas en el yogurt con 10 y 15% de aplicación de *Agave americana* como edulcorante natural (10%E1 y 15%E1), ya que las ponderaciones asignadas fueron de 4,32 puntos y 4,35 puntos en su orden y calificación buena, mientras tanto que los resultados más bajos de color fueron reportados en el producto del grupo control, (0%E1 y 0%E2), con medias de 2,67 puntos y 2,98 puntos correspondientes y calificación buena, como se ilustra en el gráfico 19.

Reportándose por lo tanto los resultados más altos numéricamente refiriéndose en el yogurt con mayores niveles de *Agave americana* tanto en el primero como en el segundo ensayo, ya que este edulcorante es un producto proveniente de la penca de cabuya que tiene una tonalidad amarillenta al igual que la soya y que resulta beneficioso ya que el panel de degustadores mostraron preferencia hacia ese grupo de yogures.

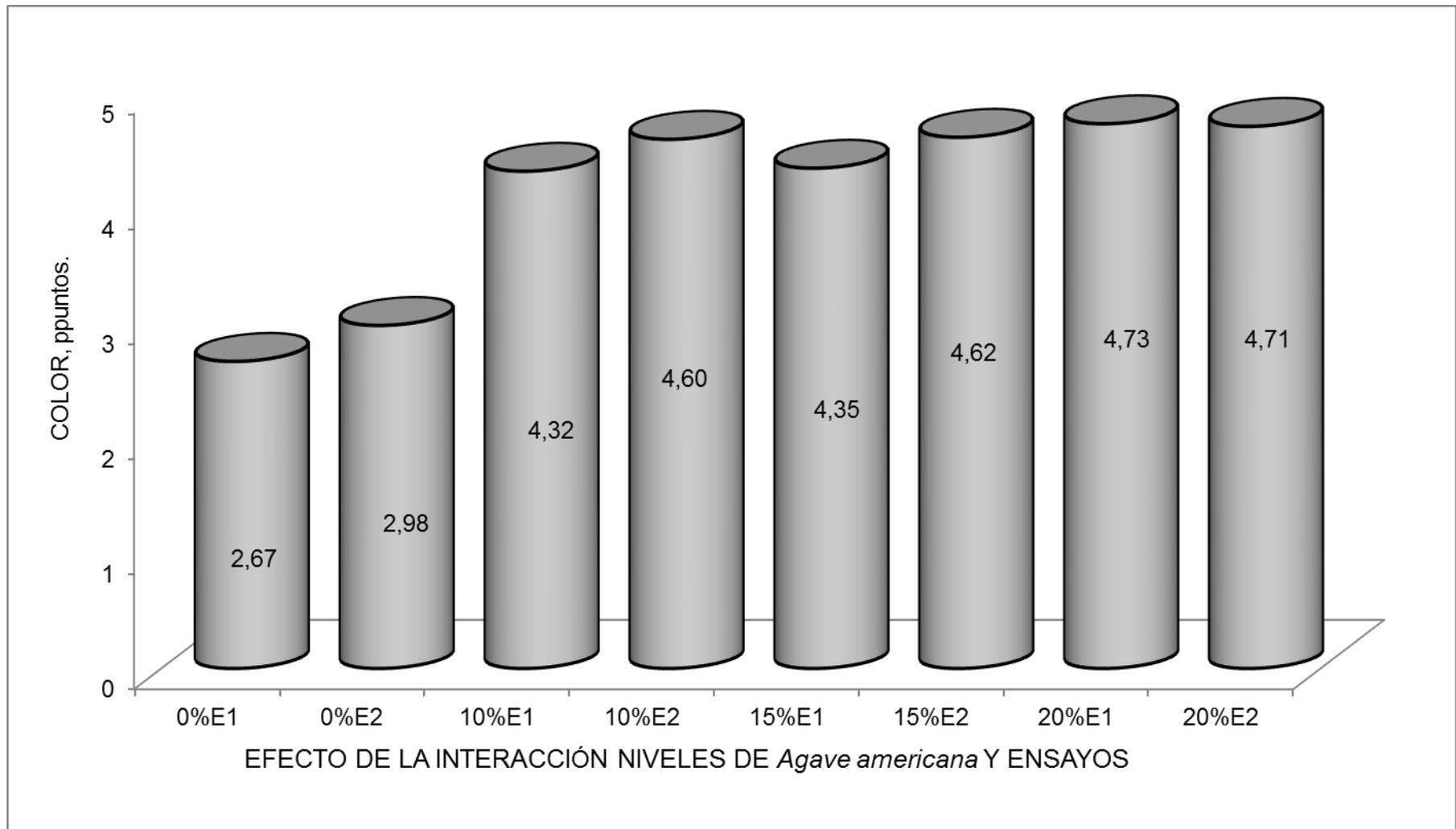


Gráfico 19. Comportamiento del color del yogurt de *Glycine max* (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural y los ensayos.

2. Olor

Las puntuaciones asignadas al olor del yogurt de soya, reportaron diferencias altamente significativas por efecto de los niveles de agave americano como edulcorante natural, al existir diferencia significativa se realiza la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento, la misma que muestra al aplicar 20% de agave (T3), con medias de 4,56 puntos sobre 5 puntos de referencia y calificación excelente y que desciende a 4,14 puntos en los resultados del yogurt del tratamiento T2 (15%), y ponderación de muy buena, al igual que en el producto del tratamiento T1 (10%), con medias de 4.07 puntos, conservando la calificación buena, mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en el producto del grupo control ya que las medias fueron de 2,18 puntos y calificación baja, como se ilustra en el gráfico 20.

Las apreciaciones del olor del yogurt de soya con mayores niveles de *Agave americano* tienen su fundamento en lo expuesto en <http://www.consumer.es>. (2013), donde se señala que el comportamiento de los consumidores frente a productos de consumo diario, actualmente presenta una tendencia a la preferencias de productos que tengan procedencia natural, con buenas prestaciones sensoriales, que cuiden de su salud y ayuden a alargar en lo que se pueda el promedio de vida de una persona. El sirope de agave, también conocido como miel de agave o néctar de agave, es un jugo vegetal dulce que se extrae del agave, una especie de cactus o planta del desierto, de olor dulce agradable, en bebidas realza los sabores y al tiempo que proporciona un producto bajo en calorías. Además se indica que los productos lácteos tienen una alta receptación a los aromas de los productos saborizantes añadidos, referido también en las normas INEN. (1996), quienes exigen que el yogurt debe presentar un olor característico del producto fresco, sin indicios de rancidez, la reacción de oxidación en el momento de la producción del yogurt 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 característicos.

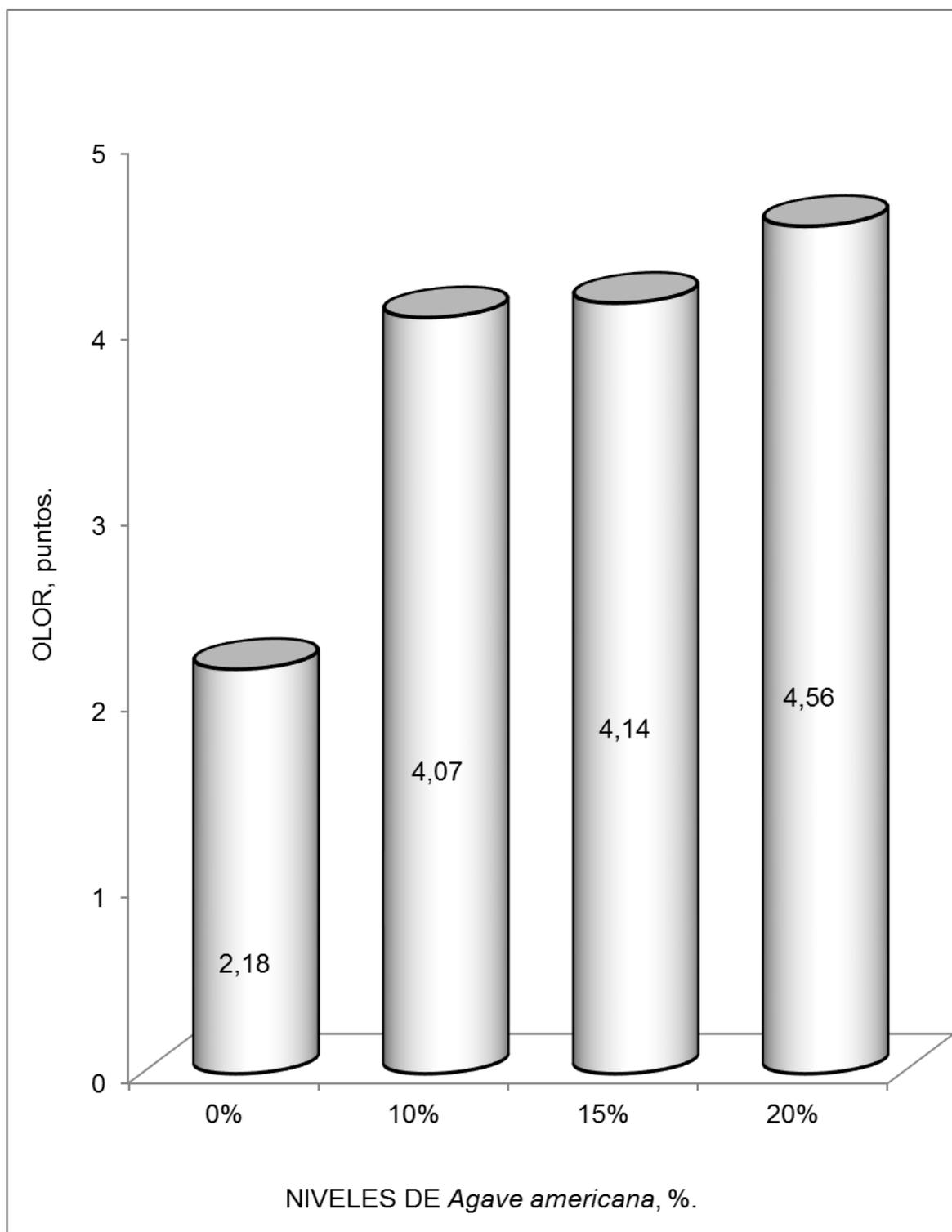


Gráfico 20. Comportamiento del olor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

El análisis de regresión para el olor del yogurt de soya determinó, que la dispersión de los datos se ajusta a una tendencia cuadrática, como se ilustra en el gráfico 21, de donde se infiere que partiendo de un intercepto de 2,185 puntos inicialmente el olor se eleva en 0,273 puntos para posteriormente decrecer ligeramente en 0,009 puntos con la aplicación de mayores niveles de *Agave americana*, con un coeficiente de determinación de R^2 de 51,54% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser la calidad de la materia prima, la precisión en el pesaje de los productos que se incluyen en la elaboración del yogurt entre otros, el coeficiente de correlación que fue de 0,69 identifica una correlación positiva alta entre las variables niveles de *Agave américa* y el olor del yogurt de soya. La ecuación de regresión aplicada fue de $Olor = 2.185 + 0.273x - 0.009x^2$

El reporte de las calificaciones asignadas por el panel de degustadores a la característica sensorial del olor del yogurt de soya endulzado con diferentes niveles de *Agave americana*, no reporto diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en el producto del segundo ensayo ya que las medias fueron de 3,77 puntos sobre 5 puntos de referencia y que desciende a 3,70 puntos en el yogurt del primer ensayo, conservando la calificación de muy buena en los dos lotes de producción, como se reporta en el cuadro 19. Por lo tanto se mantiene estandarizada la calidad del producto al repicarlo las veces que sean necesarias procurando siempre crear un protocolo de producción constante.

Los valores medios registrados de la calificación sensorial de olor del yogurt de soya no registro diferencias estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre los niveles de *Agave americana* y los ensayos sin embargo de carácter numérico se aprecia la aceptación mayor por parte del panel de cata hacia el producto con mayores niveles de agave es decir 20% tanto en el primero como en el segundo ensayo, (20%E120%E2), ya que las medias fueron de 4,25 puntos y 4,86 puntos y calificación que va de muy buena a excelente respectivamente a continuación fueron reportados los resultados del lote de producción al que se

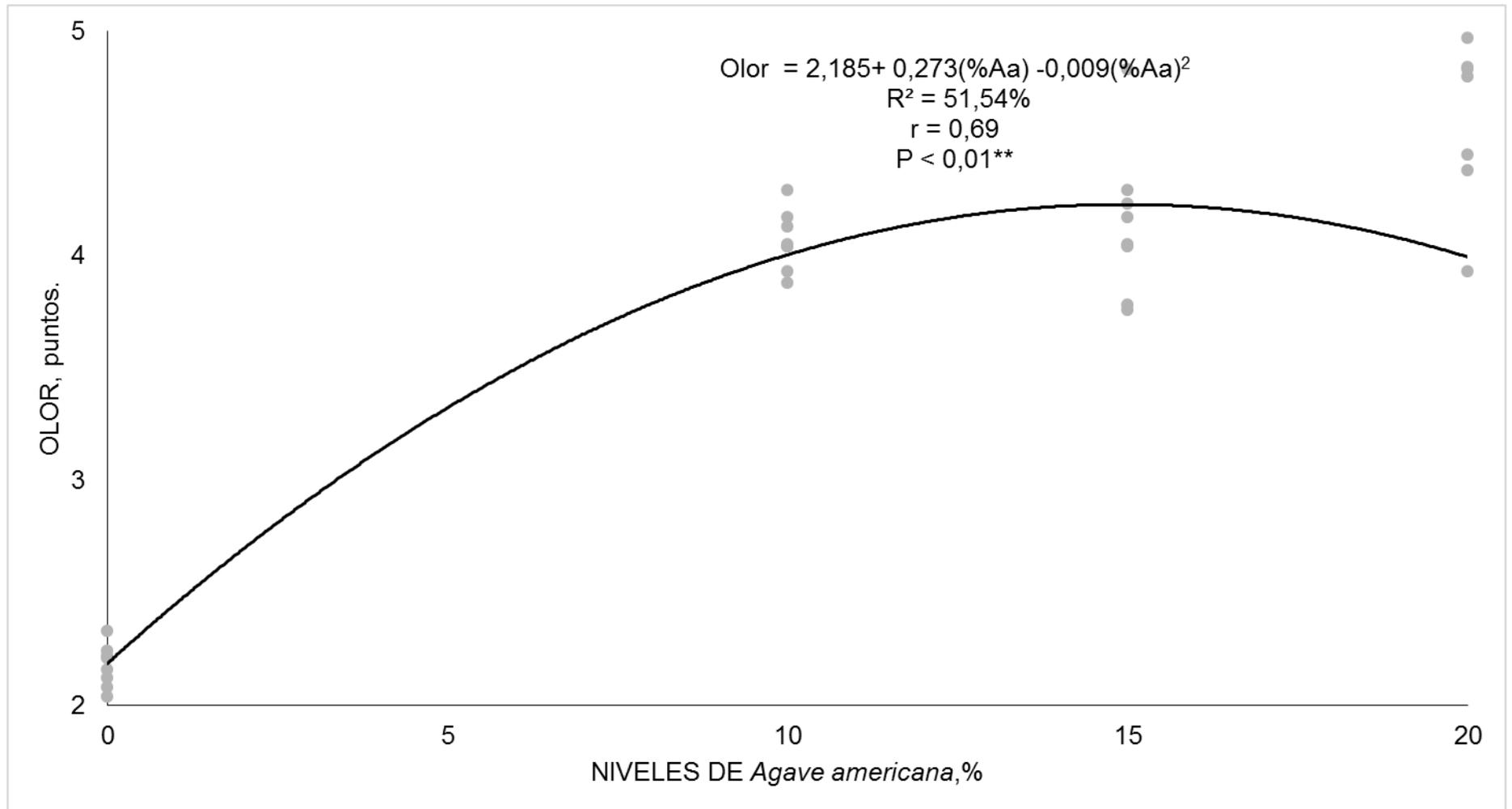


Gráfico 21 Regresión del olor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana*.

Cuadro 19. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL

Variable	EFECTO DE LOS ENSAYOS		EE	Prob	Sign
	Primer ensayo	Segundo ensayo			
	E1	E2			
Color, puntos.	4,02 a	4,23 a	0,10	0,99	ns
Olor puntos.	3,70 a	3,77 a	0,06	0,64	ns
Sabor puntos.	3,42 b	3,96 a	0,14	0,01	*
Apariencia puntos.	4,20 a	4,20 a	0,13	0,99	ns
Textura puntos.	4,28 a	4,54 a	0,12	0,11	ns

EE: Error estadístico

Sign: Significancia

Prob: probabilidad

** : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan $P > 0,001$.

endulzó con 10% y 15% de *Agave americana* en el segundo ensayo (10%E2 y 15%E2) ya que las medias fueron de 4,22 puntos y 4,16 puntos y condición muy buena, así como también en los niveles antes referidos pero en el segundo ensayo, (10%E1 y 15%E1), pues las medias fueron de 4,16 puntos y 3,98 puntos y condición que va de muy buena a buena respectivamente, en tanto que los resultados ms bajos fueron reportados en el yogurt del grupo control en el primero como en el segundo ensayo (0%E1 y 0%E2), puesto que las medias fueron de 2,17 puntos y 2,19 puntos y condición baja, como se ilustra en el gráfico 22.

De acuerdo al análisis reportado se aprecia que los resultados numéricamente más satisfactorios fueron alcanzados con la utilización de mayores niveles de *Agave americana* (sirope de agave), en el segundo ensayo, ya que es el producto que el panel de cata presento preferencia y que puede deberse a que el edulcorante natural produjo un olor agradable percibido por el olfato de la persona.

3. Sabor

La evaluación del sabor asignada por el panel de cata del yogurt de soya aplicado diferentes niveles de *Agave americana* como edulcorante natural reportó diferencias altamente significativas entre medias por lo que las calificaciones más altas fueron reportadas en los yogures del tratamiento T3 (20%), con medias de 4,42 puntos y condición muy buena en referencia a 5 puntos, y que desciende a 3,52 puntos y 3,89 puntos en el yogurt de los tratamientos T1 (15%) y T2 (10%), y calificación muy buena, mientras tanto que las apreciaciones más bajas fueron establecidas por el producto del tratamiento testigo, ya que las medias fueron de 2,94 puntos y condición buena, como se ilustra en el gráfico 23. Registrándose por lo tanto que el sabor del yogurt de soya está influenciado directamente por el nivel de edulcorante ya que según <http://www.fichas.infojardin.com>. (2014), las fructanas son unos compuestos carbohidratos que no son digeridos por el estómago debido a sus características químicas, ciertas plantas, como la achicoria, las alcachofas y la cebolla, contienen fructanas.

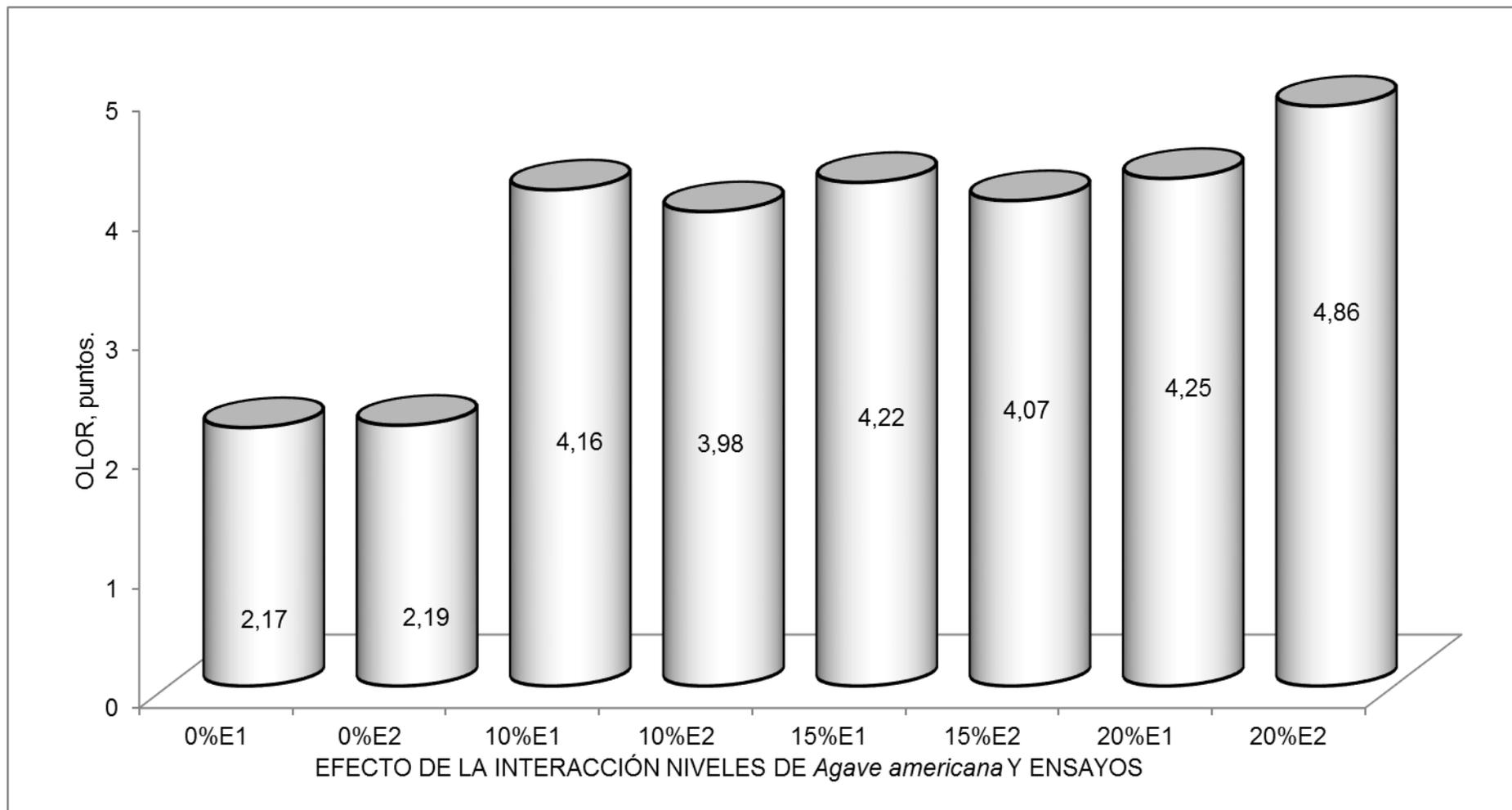


Gráfico 22. Comportamiento del olor del yogurt de *Glycine max* (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural y los ensayos.

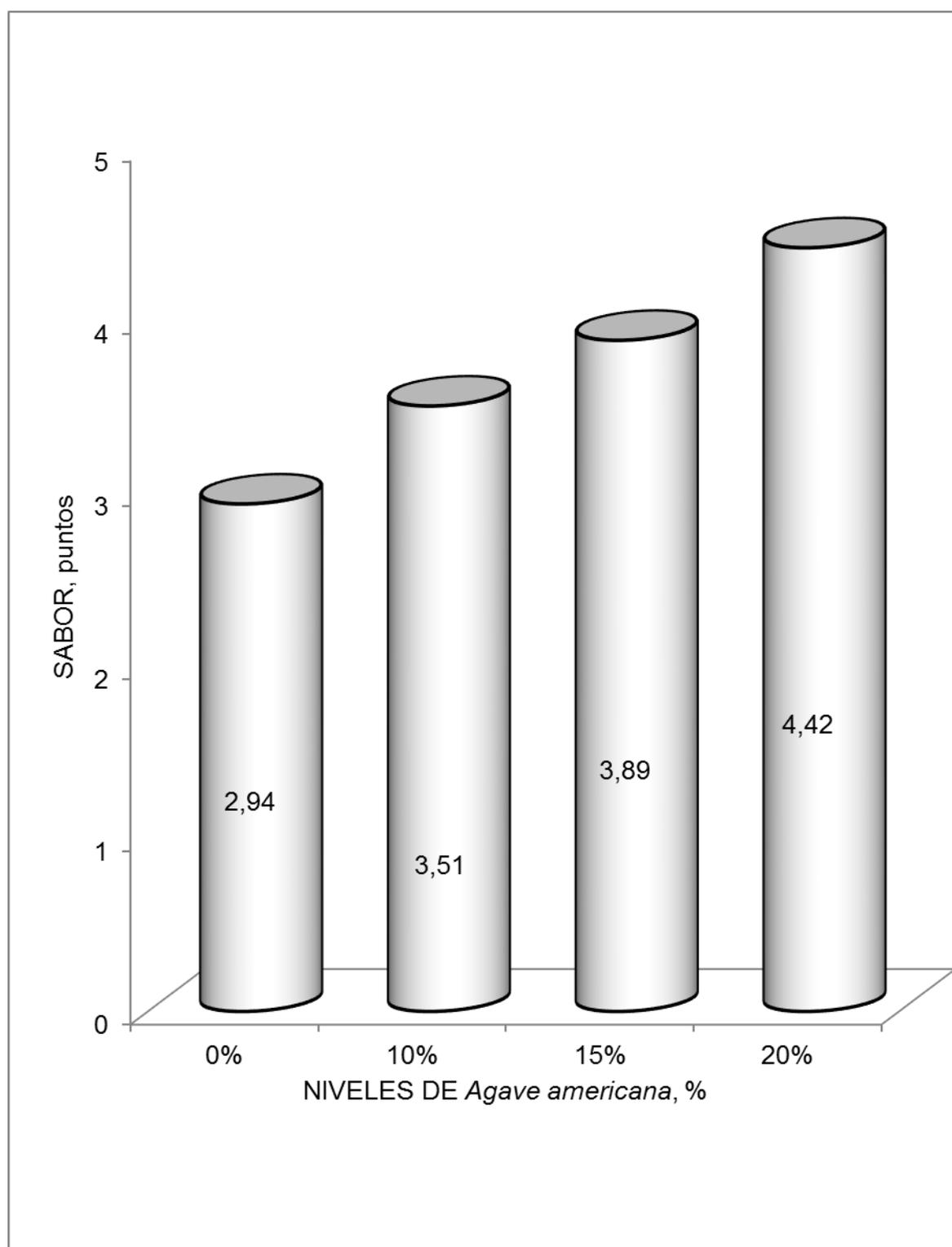


Gráfico 23. Comportamiento del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

Sin embargo, sólo muy pocas plantas, como el agave, contienen en una proporción suficientemente grande. El 80% del peso de la piña de agave son estos carbohidratos que no se degradan en el estómago, por lo que pensamos que por medio de una modificación química podríamos utilizarlos para encapsular fármacos que puedan llegar virtualmente intactos al colon. Además, está el valor agregado de que las fructanas por sí mismas son muy beneficiosas para todo el ambiente de la flora o microbiota intestinal. Las fructanas son un compuesto probiótico, un alimento que contiene microorganismos vivos que permanecen activos en el intestino y tienen un efecto muy beneficioso en la microbiota intestinal. Así que las fructanas tienen un doble beneficio: pueden transportar un fármaco específico al colon y fomentan el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, son las responsables de dar el dulzor agradable a los productos en los cuales son utilizados.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 24, se determinó una tendencia lineal positiva altamente significativa de donde se desprende que el sabor del yogurt de soya se incrementan en 0,00724 puntos por cada unidad de cambio en el nivel de edulcorante natural aplicado a la formulación del yogurt de soya, con un coeficiente de determinación R^2 del 66,04% mientras que el 33,96% restante depende de otros factores no considerados en la investigación y que tiene que ver especialmente con el accionar del resto de productos de la formulación, que influyen directamente sobre el sabor del yogurt.

Las apreciaciones del sabor del sabor del yogurt de soya elaborado con diferentes niveles de *Agave americana*, se reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de la ejecución de los diferentes ensayos, por lo que la separación de medias indica los valores más altos en el yogurt de segundo ensayo ya que las medias fueron de 3,96 puntos y calificación muy buena mientras tanto que en el primer ensayo los resultados fueron de 3,42 puntos y la calificación fue de buena, sobre 5 puntos de referencia que corresponde un producto de excelente calidad. Sin embargo los resultados pueden ser el reflejo de condiciones que no se pueden controlar dentro de la investigación especialmente lo que tiene que ver con la calidad de la materia prima.

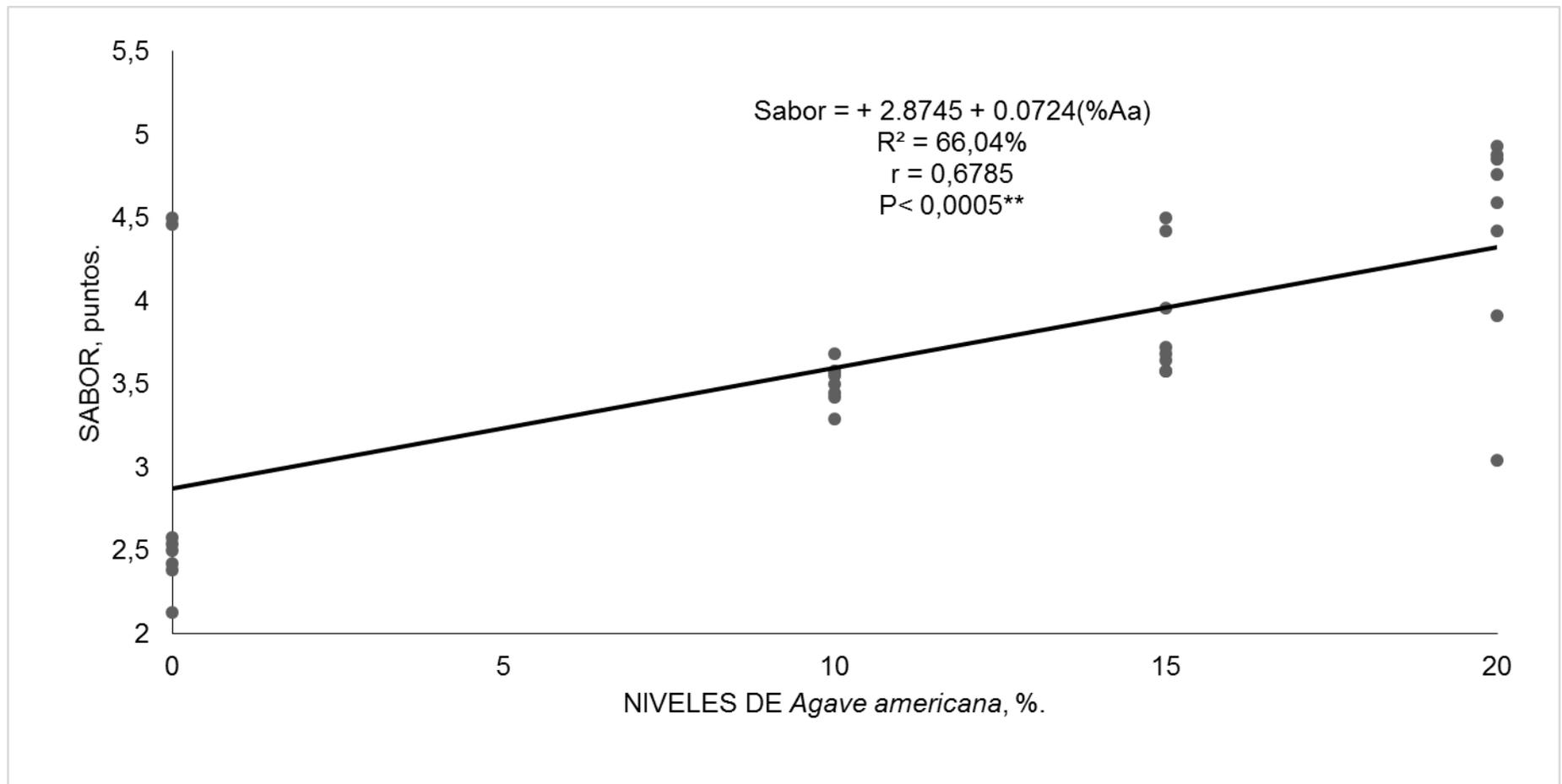


Gráfico 24. Regresión del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana*.

Los valores asignados al sabor del yogurt de soya, no reportaron diferencias estadísticas entre medias por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad hacia los resultados reportados en el lote de producción del tratamiento T3 en el segundo ensayo (20%E2), ya que las medias fueron de 4,68 puntos y calificación excelente, a continuación se ubicaron los reportes del tratamiento T2 en el segundo ensayo al igual que en el tratamiento T3 en el primer ensayo, (15%E2 y 20%E1) con medias de 4,15 puntos y 4,17 puntos y calificación de muy buena, posteriormente se ubicaron los reportes obtenidos en el producto del tratamiento T1, tanto en el primero como en el segundo ensayo, (10%E1 y 10%E2), al igual que en el tratamiento T3 en el primer ensayo, (15%E1), ya que las medias fueron de 3,45 puntos; 3,57 puntos y 3,62 puntos y calificación de buena, finalmente se ubican los registros numéricamente más bajos de la investigación y que fueron determinados en el yogurt del tratamiento testigo o grupo control ya que las medias fueron de 2,44 puntos en el primer ensayo, (0%E1), y de 3,44 puntos en el segundo ensayo,(0%E2), conservando una calificación que va de baja a buena, como se ilustra en el gráfico 25.

4. Apariencia

Las calificaciones asignadas a la apariencia del yogurt de soya, no reportaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad hacia las respuestas establecidas en el producto del tratamiento T3 (20%), con 4,61 puntos sobre 5 puntos de referencia y que corresponden a excelente, seguido de los reportes del tratamiento T2 (15%), con medias de 4,23 puntos y calificación muy buena al igual que los resultados del yogurt de soya de tratamiento T1 (10%), puesto que las medias fueron e 4,19 puntos conservando la condición de muy buena mientras tanto que los resultados ms bajos fueron registrados en el yogurt de grupo control ya que las medias fueron de 3,78 puntos y la condición buena, como se ilustra en el gráfico 26.

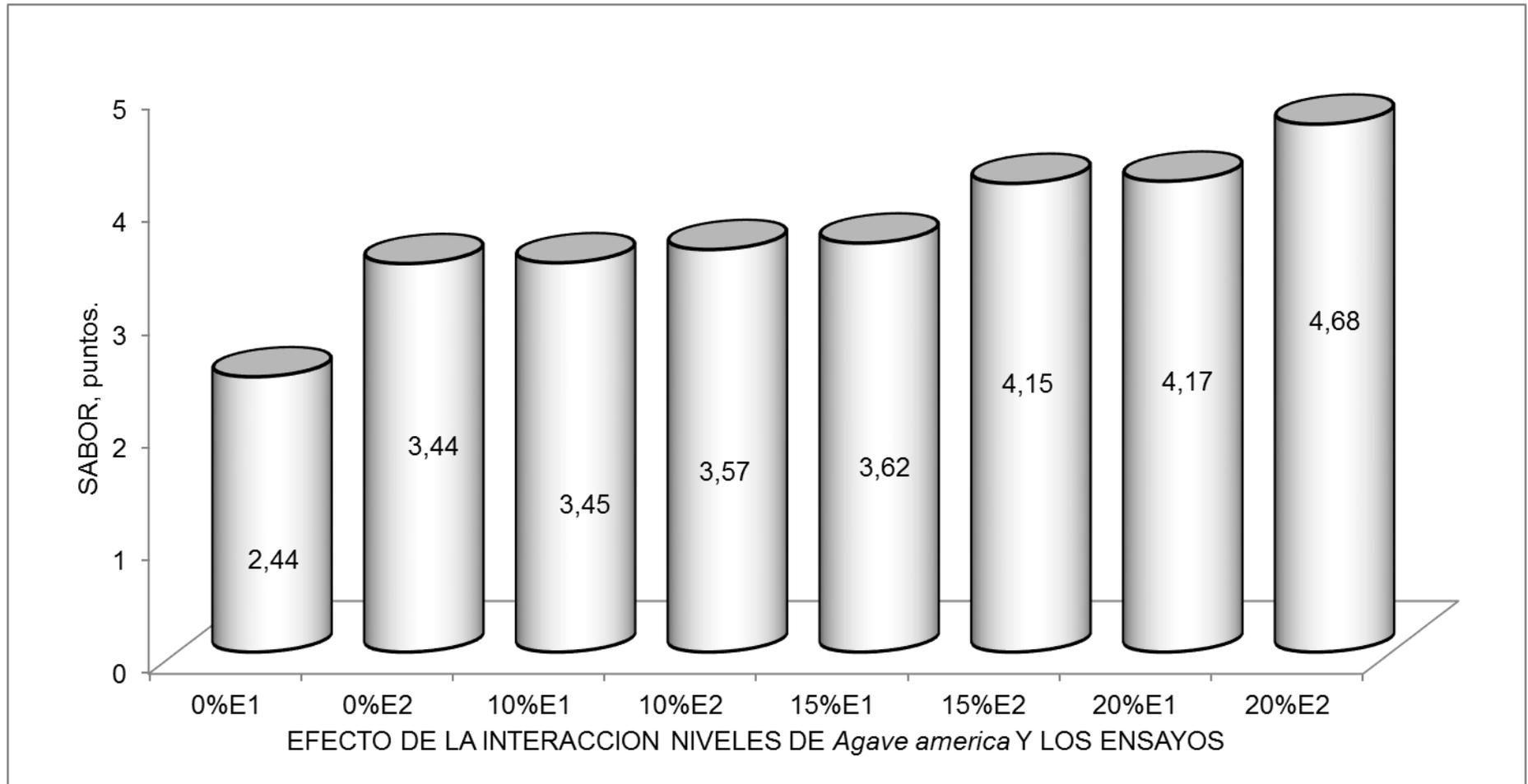


Gráfico 25. Comportamiento del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural y los ensayos.

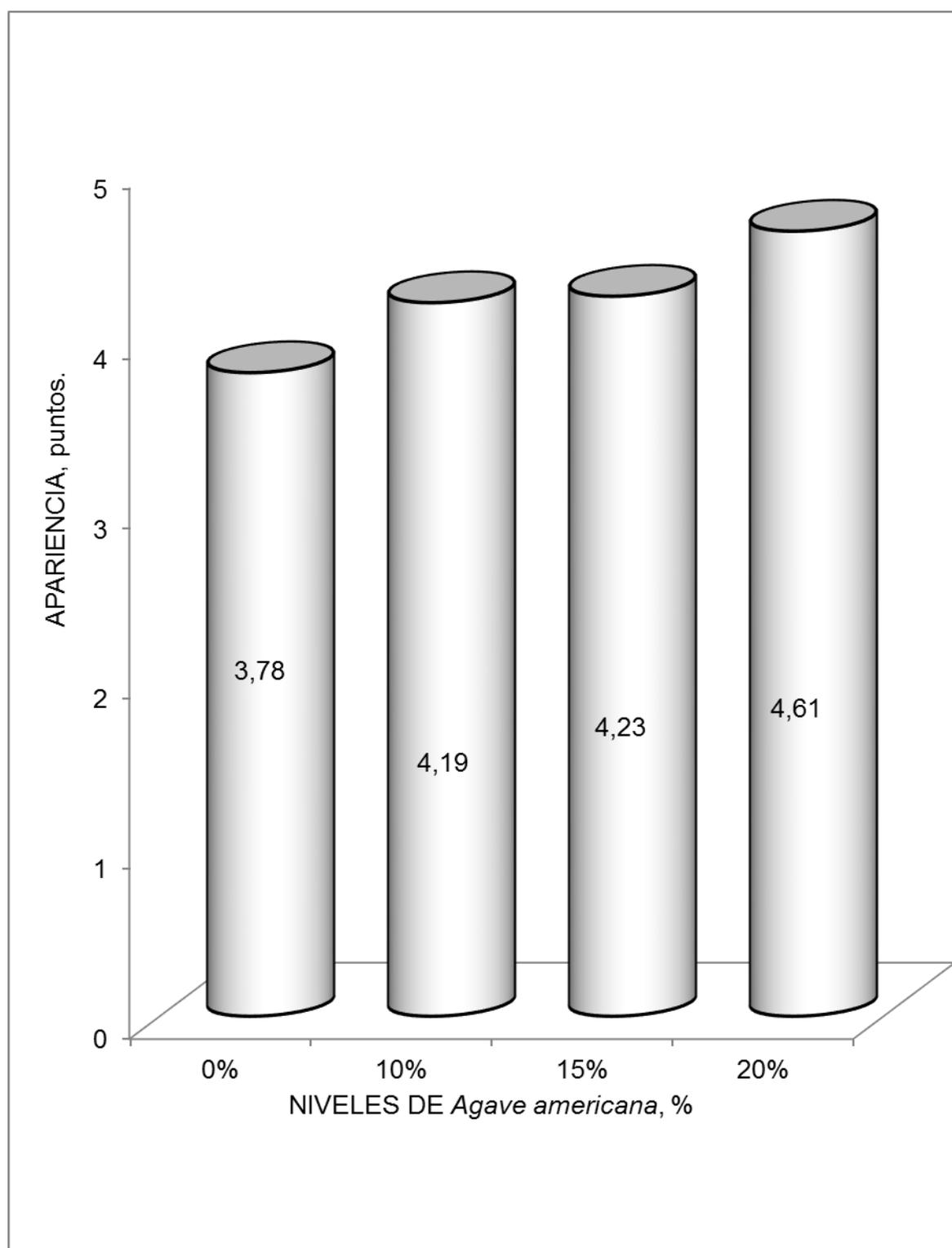


Gráfico 26. Comportamiento de la apariencia del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

Al respecto <http://www.saboresautenticos.com>. (2013), afirma que el *Agave americana* tiene el doble de poder edulcorante que el azúcar común gracias a su composición, principalmente de fructosa (70-73%) y dextrosa o glucosa (25%). Esta es la razón que hace que sea tan estimado como endulzante y que se considere un excelente potenciador del sabor y del aroma, que son el conjunto de características que son consideradas para realizar la evaluación sensorial del producto sobre todo debiendo tener consideración que al formular se deberá tener precaución de batir muy bien el yogurt para que se presente una apariencia homogénea, suficientemente batido, sin separación de suero.

Los valores medios reportados por la calificación sensorial de apariencia del yogur de soya, elaborado con diferentes niveles de *Agave americana*, no registro diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia la mayor puntuación en el yogur del segundo ensayo ya que las puntuaciones medias fueron de 4,22 puntos y condición muy buena y que desciende a 4,20 puntos en el yogurt del primer ensayo, es decir que los mejores resultados fueron registrados en el yogurt con mayores niveles de *Agave americana*.

La valoración de la apariencia del yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas entre tratamientos por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el lote de producción del tratamiento T3 , (20%E1 y 20%E2), tanto en el primero como en el segundo ya que las medias fueron de 4,46 puntos y 4,77 puntos y condición que va de muy buena a excelente, a continuación se ubican los reportes alcanzados en el tratamiento T2 en el primer ensayo ,(15%E1), ya que las medias fueron de 4,31 puntos y condición muy buena así como también en el tratamiento T1 en el primero y segundo ensayo ya que las medias fueron de 4,19 puntos y 4,20 puntos, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el yogurt del grupo control en el primero y segundo ensayo (0%E1 y 0%E2) ya que las medias fueron de 3,70 puntos y 3.87 puntos respectivamente, como se ilustra en el gráfico 27.

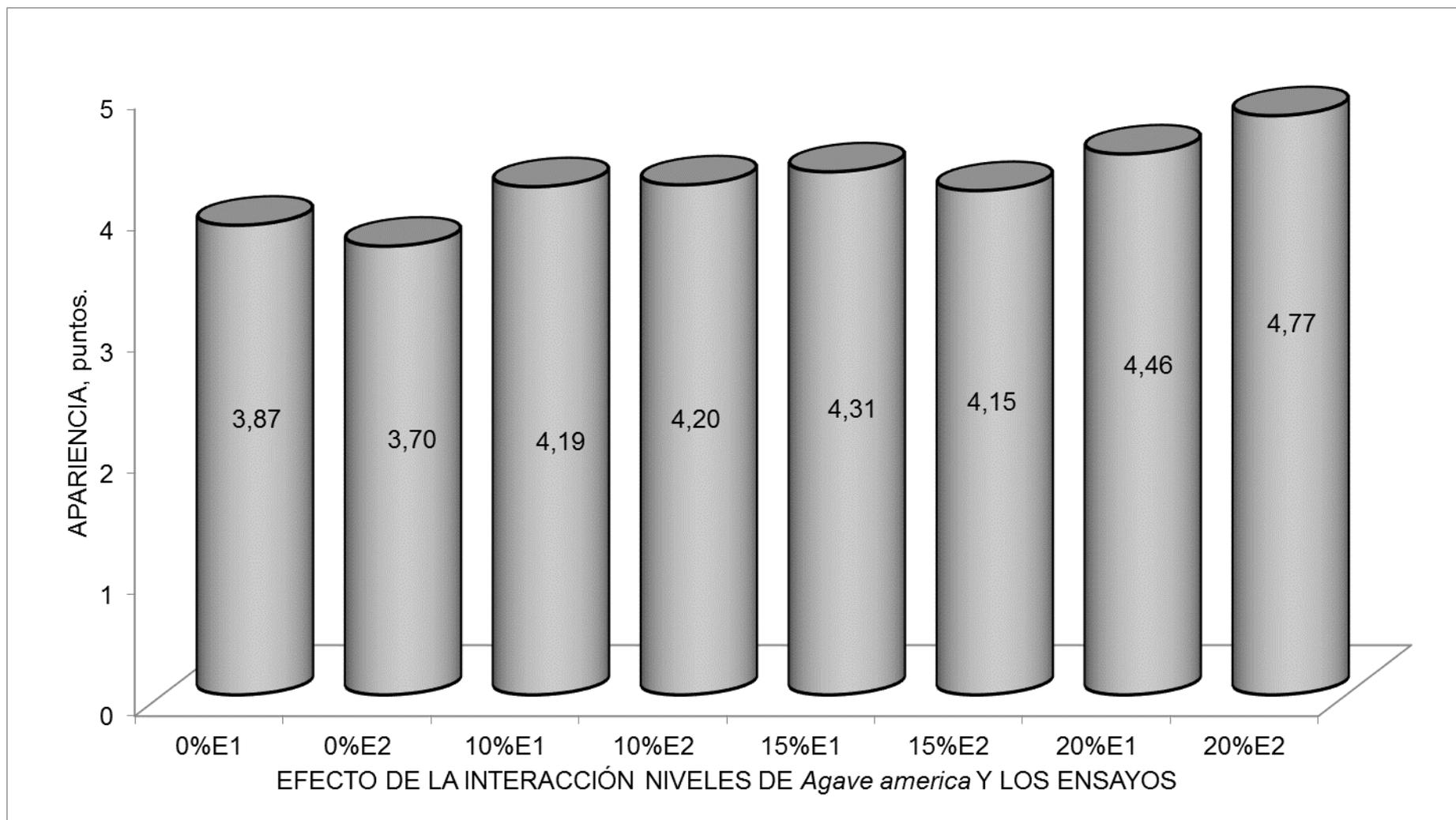


Gráfico 27. Comportamiento del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), por efecto de la interacción entre los niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural y los ensayos.

5. Textura

Las calificaciones asignadas a la variable sensorial de textura no registran diferencias estadísticas entre medias por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, sin embargo de carácter numérico se aprecia como las puntuaciones más altas, en el lote de producción del tratamiento T3 (20%), ya que las medias asignadas por el panel de cata fueron de 4,70 puntos sobre 5 puntos de referencia y condición excelente, y que desciende a 4,49 puntos y calificación muy buena, así como también a 4,35 puntos, conservando la calificación de muy buena como en el tratamiento antes mencionado, mientras tanto que las puntuaciones más bajas fueron reportadas en el producto del grupo control (T0), con medias de 4,09 puntos y condición muy buena, como se ilustra en el gráfico 28.

Al respecto Rodríguez, J. (2005), indica que la textura de los alimentos, es el conjunto de propiedades capaces de ser percibidas por los ojos, el tacto, los músculos de la boca incluyendo sensaciones como aspereza, suavidad y granulosis que se perciben a través de la degustación. El yogur de soja tiene una textura cremosa y una consistencia espesa. No obstante, algunas clases de yogurt han sido procesadas a un líquido más diluido, por lo que son más fáciles de beber. Las variedades de yogures de soja tienen una textura suave sin grumos. Algunas clases tienen frutos rojos o frutas agregados, lo que cambia su textura convirtiéndole en untuosa y más espesa.

La apreciación sensorial de la textura del yogurt de soja no reporto diferencias estadísticas entre medias por efecto de los ensayos consecutivos sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad por parte del panel de catadores hacia el yogurt del segundo ensayo que registro una media de 4,54 puntos y condición excelente en comparación de los resultados del primer ensayo que reportaron medias de textura de 4,28 puntos y con muy buena, la preferencia reportada quizás fue efecto de que la consistencia del yogurt se encontraba más placentera para el gusto de los catadores.

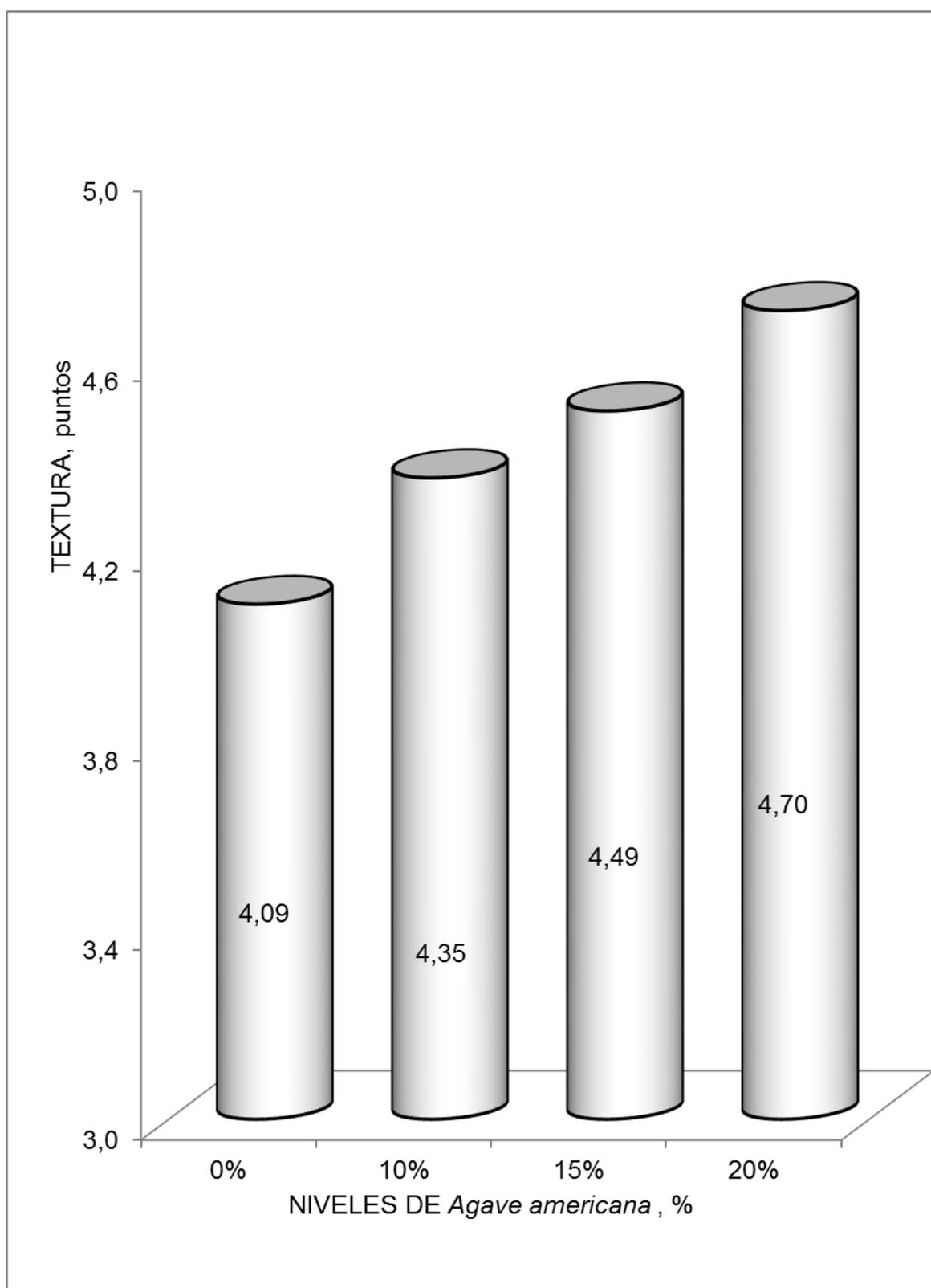


Gráfico 28. Comportamiento de la textura del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

La textura más aceptable por parte de los catadores pertenece al yogurt al que se aplicó 20% de agave americana tanto en el primero como en el segundo ensayo ya que las medias fueron de 4,81 puntos y 4,60 puntos y condición que va de excelente a muy buena respectivamente, sin existir diferencias estadísticas por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos por lo que la superioridad enunciada solo es de carácter numérico a continuación se ubican los registros alcanzados en el lote de producción del yogurt de soya al que se aplicó 10 y 15% de agave americana en el segundo y primer ensayo (10%E1 y 15%E2), ya que las medias fueron de 4,53 y 4,58 puntos y posición excelente así como también el lote del grupo testigo y 15% de agave americana en el segundo ensayo, (T0E2 y 15%E2), con medias de 4,40 puntos y 4,41 puntos y condición muy buena , mientras tanto que os resultados más bajos fueron reportados en el grupo control del primer ensayo ya que las medias fueron de 3,76 puntos y condición buena.

E. VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL.

1. Grados Brix

El análisis de la vida útil del yogurt de *Glycine max* (soya), al que se aplicó diferentes niveles de *Agave americana*, establece que en el tratamiento testigo (T0), de un valor inicial de 11,83 °Brix, a los 7 días se incrementa a 12,83 °Brix, a los 14 días, y a 14.83°Brix a los 21 días, es decir que el contenido de azúcares va en aumento lo que decrece la vida útil del producto, ya que al existir un exceso de azúcares la proliferación bacteriana es más rápida, el porcentaje de azúcar influye notablemente, pues en exceso existe una saturación de las enzimas que degradan el sustrato y por consiguiente no existe fermentación y no aparece el sabor del característico del yogurt, comportamiento que es inversamente proporcional al que ocurrió en el tratamiento T1 (10%), que de un valor inicial de 7,50 °Brix a los 7 días decrece a 6,17°Brix a los 14 y 21 días, como se reporta en el cuadro 20, observándose que la aplicación del menores niveles de *Agave*

Cuadro 20. VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), APLICANDO DIFERENTES NIVELES (10, 15 Y 20%), DE *Agave americana* COMO EDULCORANTE NATURAL.

Variable	NIVELES DE <i>Agave americana</i> , %.				EE	Prob	Sign
	0% T0	10% T1	15% T2	20% T3			
°Brix 7 días	11,83 a	7,50 a	6,00 b	9,00 c	0,14	0,0001	**
°Brix 14 días	12,83 a	6,17 b	6,00 b	9,00 c	0,12	0,0001	**
°Brix 21 días	14,83 a	6,17 b	7,00 b	8,00 c	0,12	0,0001	**
pH a los 7 días	5,30 a	5,20 a	5,50 a	5,22 a	0,2	0,68	ns
pH a los 14 días	4,23a	4,17 a	4,13 a	4,26 a	0,14	0,927	ns
pH a los 21 días	3,55 a	4,02 a	4,08 a	4,23 a	0,13	0,9592	ns
Acidez a los 7 días	21,75 b	30,90 c	32,10 c	35,70 a	0,54	0,0001	**
Acidez a los 14 días	44,25 c	36,60 b	62,70 c	73,50 a	0,27	0,0001	**
Acidez a los 21 días	68,10 c	56,10 b	72,60 c	75,90 a	0,28	0,0001	**
Densidad a los 7 días	1,05 a	1,04 b	1,04 b	1,04 b	0,001	0,0001	**
Densidad a los 14 días	1,05 a	1,04 b	1,04 b	1,04 b	0,002	0,0003	**
Densidad a los 21 días	1,07 b	1,06 b	1,06 c	1,06 a	0,001	0,0003	**

EE: Error estadístico

Sign: Significancia

Prob: probabilidad

** : Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan $P > 0,001$.

americana, estabiliza la solución del yogurt para que el descenso de los azúcares sea lento y gradual y de esa manera se eleve la vida útil del producto sin detrimento de sus propiedades.

Para el caso del tratamiento T3 (15%), el comportamiento registra una cierta variabilidad ya que de un valor inicial de 6°Brix a los 7 y 14 días se eleva en un grado Brix es decir a 7°Brix, como se ilustra en gráfico 29, lo que es un indicativo de que el agave americano en su proceso de fermentación proporciona energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno a partir de la glucosa. En el proceso las levaduras obtienen energía disociando las moléculas de glucosa y generan como desechos alcohol y dióxido de carbono CO₂. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las frutas y cereales y contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados.

Una de las principales características de estos microorganismos es que viven en ambientes completamente carentes de oxígeno (O₂), máxime durante la reacción química, por esta razón se dice que la fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico. Los carbohidratos de reserva presentes en el aguamiel de agave son susceptibles a cambios físico químicos en los procesos de fermentación concentración y pardeamiento, la concentración de azúcares se da por un proceso de evaporación que consiste en la eliminación de agua de un alimento fluido mediante evaporación o ebullición, la evaporación es uno de los métodos más utilizados para concentrar cuyo efecto en sistemas homogéneos es aumentar la viscosidad o consistencia el porcentaje de agua a eliminarse es una solución dependerá de la consistencia que se le quiera dar al producto final considerando características organolépticas y físicas debido a que la concentración en el caso de la miel de cabuya ayudara al aumento de la vida útil será necesario considerar parámetros como actividad del agua, concentración de sólidos solubles o Brix y pH. Con el propósito de aprovechar los beneficios de la soya y de los cultivos lácticos probióticos en el desarrollo de bebidas funcionales, se valoraron diferentes indicadores para la fermentación del yogurt de soya considerando un 6% de sólidos totales y 8°Bx, como estándares de calidad ideal.

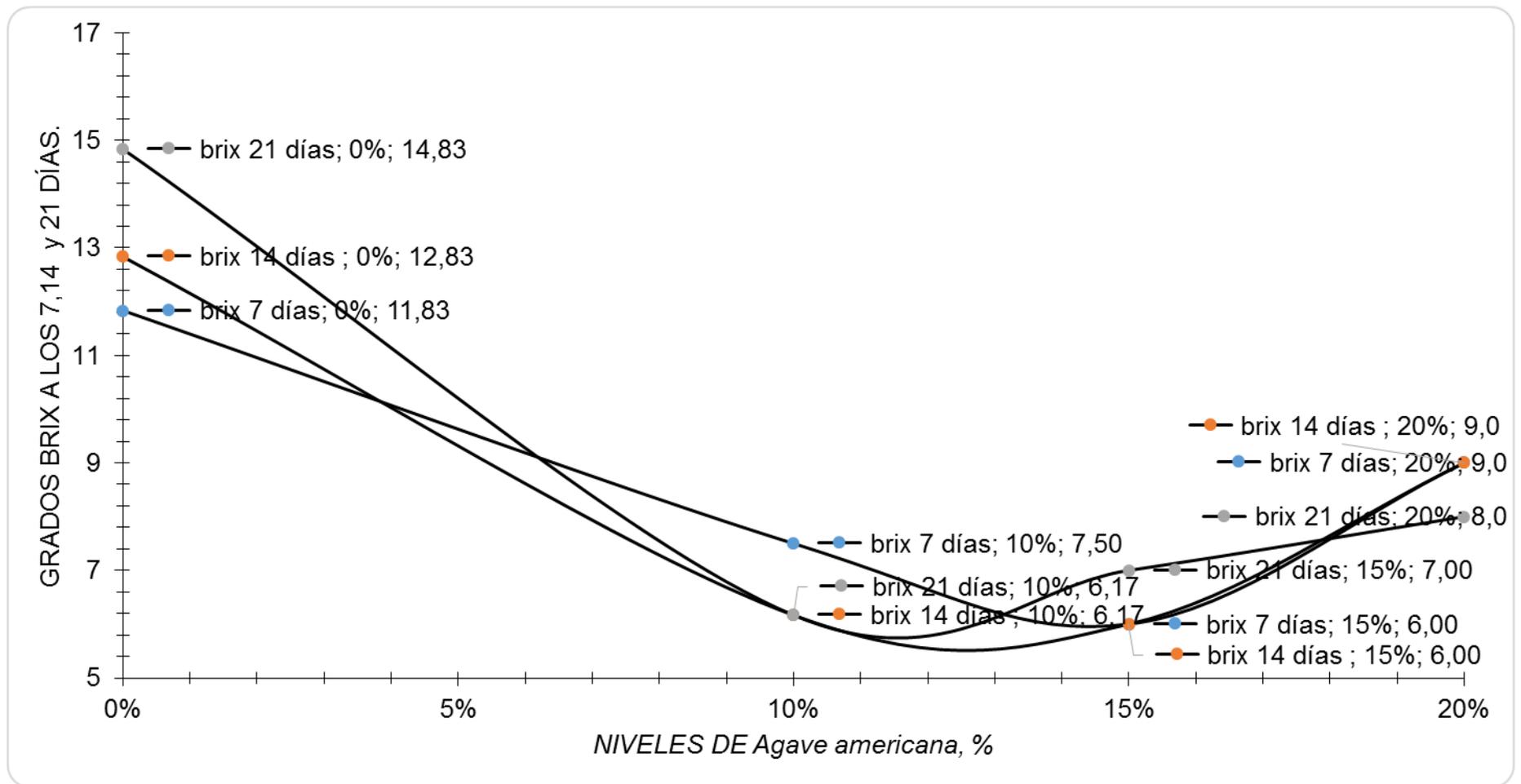


Gráfico 29. Comportamiento de los grados Brix, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento.

Para la aplicación del 20% de *Agave americano*, (T3), en el yogurt de soya se reporta un comportamiento con variabilidad baja es decir que de 9° B, que se registró tanto a los 7 como 14 días desciende a 8°B, a los 21 días, y que es el adecuado en la elaboración del yogurt ya que el descenso brusco de los azúcares es un indicativo de fermentación alcohólica que desmejoran la apreciación sensorial del producto especialmente en lo que tiene que ver con el olor y sabor, y sobre todo se puede decir que se mantienen estables las características del producto por un tiempo más prolongado.

2. pH

La variabilidad en el pH del yogurt de soya, elaborado con diferentes niveles de *Agave americano* reporto que en el grupo control existe un descenso de este parámetro ya que de un valor de 5,30 a los 7 días desciende a 4,23 y 3,55 a los 21 días, la variabilidad demostrada en el comportamiento del pH del yogurt sin edulcorante natural es el resultado del inicio de la fermentación, pero no de una forma abrupta ya que se está acercando ligeramente hacia un comportamiento de acidez. Esta aseveración puede deberse a lo manifestado por Belitz, H. (1985), quien indican que el yogurt es un sistema complejo 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.

En el tratamiento T1, o con la aplicación de 10% de edulcorante natural el comportamiento es similar ya que de 5,20 que se registra a los 7 días desciende a 4,17 y 4,02 a los 14 y 21 días respectivamente, es decir que a los 21 días se inicia el proceso de fermentación normal alargándose de esa manera la vida útil del producto. Comportamiento similar se aprecia en el lote de producción del yogurt del tratamiento T2 (15%), ya que de 5,50 que se registra a los 7 días desciende a 4,13 y 4,08 a los 14 y 21 días. Finalmente el pH que se registra con la aplicación de 20% de *agave americana* un comportamiento similar ya que de 5,22 a los 7 días desciende a 4,26 y 4,23 a los 14 y 21 días, como se ilustra en el gráfico 30.

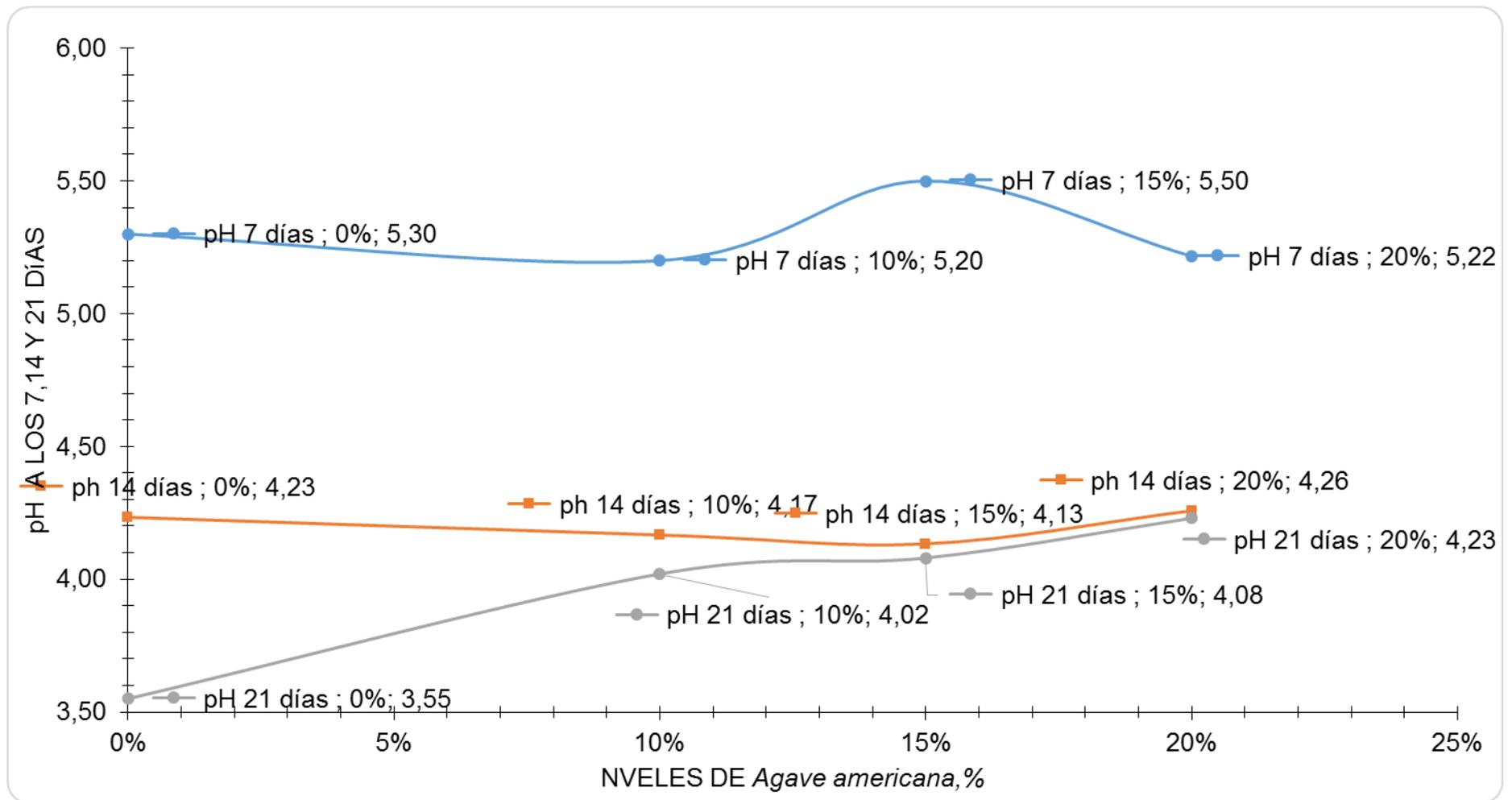


Gráfico 30. Comportamiento del pH, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento.

De acuerdo al análisis general se observó un mayor descenso en el pH en el grupo control, mientras que en el yogurt al que se aplicó 10, 15 y 20% de agave americano durante la fermentación, los valores de pH final fueron similares, por lo tanto se considera que el agave al ser un edulcorante natural favorece la formación del gel de apariencia viscosa, resultante de la acidificación microbiana de la leche, es decir intervine en su normal fermentación ácido láctica.

En términos generales se observa un comportamiento similar en los tres tratamientos con la aplicación de agave americana 10, 15 y 20 % en relación al tratamiento control, ya que es normal que se inicie el proceso de fermentación y descenso del pH, la conducta es normal es decir que la aplicación de azúcares desciende el pH. Las enzimas de nuestro estomago trabajan bien en un nivel de pH de 1,6 a 2,4 donde se necesita una acidez muy alta para poder descomponer los alimentos. Si una persona tiene una dieta abundante en ácidos (harinas, carnes, lácteos, azúcar, etc.) el nivel de acidez estomacal aumentara, es decir su pH es forzado a bajar del nivel normal. La persona sentirá que su estómago está quemando. Para arreglar este problema se recomienda consumir alimentos altamente alcalinos para neutralizar el exceso de acidez, el pH en el yogurt es una de las propiedades principales debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche y llegar al pH del yogurt lo cual contribuye al olor y sabor característico.

3. Acidez

La acidez en productos lácteos es expresada como porcentaje de ácido láctico presente, por lo que los valores de esta variable como indicador de la vida de anaquel del yogurt de soya elaborado con diferentes niveles de *Agave americana* reflejan que a los 7 días los valores más altos fueron reportados en el tratamiento T3 (20%), con medias de 35,70 % NaOH y que desciende a 32,10 % NaOH y 30,90 % NaOH mientras tanto que en el grupo control el producto presenta menor acidez con medias de 21,75 % NaOH como se ilustra en el gráfico 31.

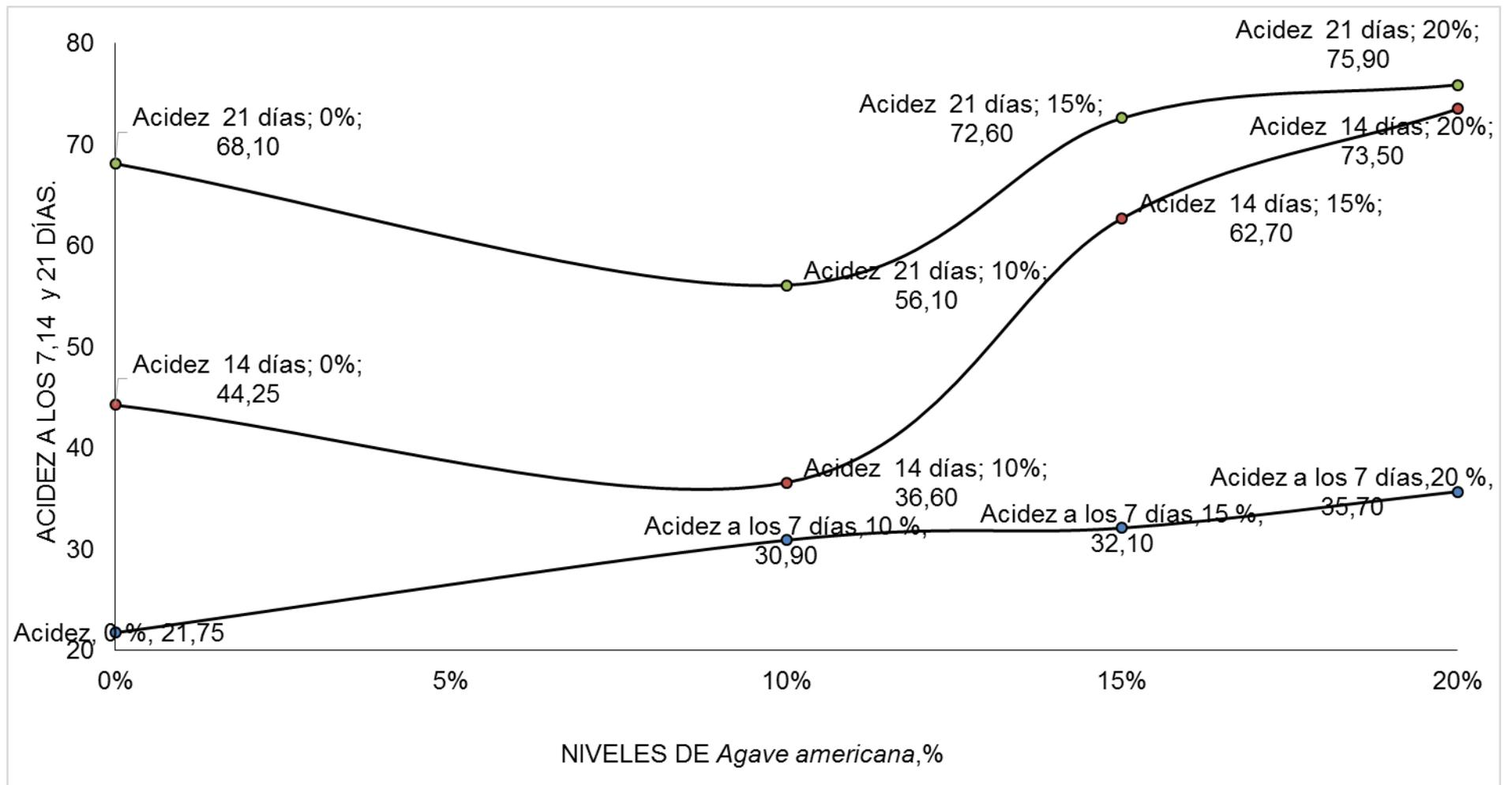


Gráfico 31. Comportamiento de la acidez, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento.

A los 14 días se observa que la acidez se va incrementando en el yogurt ya que de 73,50 % NaOH en el tratamiento T3 (20%), se reporta 35,70 y 32,10 % NaOH en los productos del tratamiento T2 y T1 mientras tanto que la menor acidez fue reportada en el yogurt del grupo control (T0).

A los 21 días este comportamiento se mantiene sin alteración y que es sinónimo de un proceso normal de descomposición o disminución en el tiempo de vida útil del producto, ya que de 75,90 % NaOH en el yogurt del tratamiento T3 desciende a 72,60 % NaOH en el producto del tratamiento T2 y a 68,10 % NaOH en el grupo control, mientras que la acidez más baja fue registrada en el tratamiento T1 con medias de 56,10 % NaOH.

Realizando un análisis general se observa que la disminución menos brusca de la acidez se demostró en el producto del tratamiento T3, ya que de 35,70 % NaOH a los 7 días desciende a 73,50 % NaOH a los 14 días y a 75,90 % NaOH a los 21 días lo que es sinónimo de que el Agave americana, tiene un efecto preservante, prolongando el tiempo de vida útil del producto debido al nivel bajo de pH, que inhibe el crecimiento de patógenos y otros organismos el comportamiento que debe observarse es que los tratamientos con mayor pH inicial presentaran una mayor disminución en proporción a la acidez durante los 21 días de almacenamiento.

4. Densidad

La vida útil de los alimentos puede definirse como el tiempo que un producto alimenticio permanece inocuo y aceptable luego de su fabricación, a condiciones definidas de almacenamiento, todo producto alimenticio se deteriora hasta un punto en el que su calidad llega a un límite que lo hace no apto para el consumo, ya sea porque sufre algún tipo de contaminación microbiológica o química, o porque pierde ciertas características buscadas o exigidas por el consumidor, ya sean estas sensoriales o físicas Para ello es necesario conocer los principales factores de deterioro, que son: intrínsecos y extrínsecos. Este periodo depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones

ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad de agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones. La evaluación de la densidad del yogurt de soya demostró un comportamiento en el tratamiento testigo de 1,05 g/ml a los 14 y 21 días y que se eleva a 1,07 g/ml a los 21 días, caso similar ocurre en el tratamiento T1, T2 T3, ya que de 1,04 g/ml a los 7 y 14 días se eleva a 1.06 g/ml a los 21 días, como se ilustra en el gráfico 32, reflejándose por lo tanto que la densidad está influenciada directamente por la presencia del edulcorante natural ya que la variación es menor con la aplicación de este ingrediente.

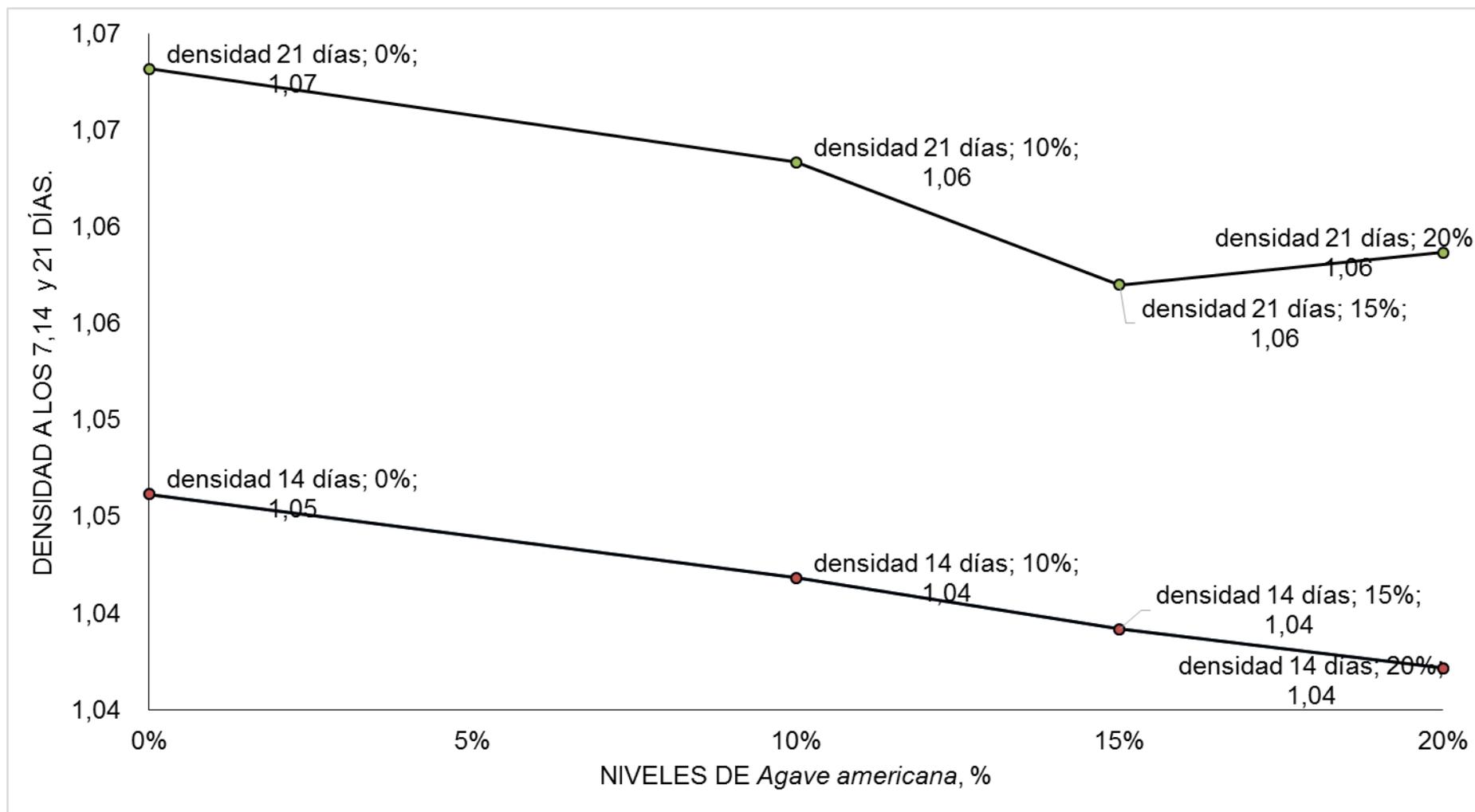


Gráfico 32. Comportamiento de la densidad, del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*, a los 7, 14, y 21 días de almacenamiento.

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA

De la evaluación del análisis económico que se reporta en el cuadro 21, se desprende que los costos de producción por litro de yogur de soya endulzado con diferentes niveles de edulcorante natural, se reduce ligeramente de acuerdo al nivel de agave utilizado, por cuanto de 1,41 USD, que cuesta producir el yogur del grupo control, se reduce a 1,21 y 1,31 USD con el nivel 15 %, y 20% en tanto que al utilizar mayores niveles de agave los costos son de 1,40 USD, lográndose reducir su costo de producción en 21; 10 y 1 centavo de dólar por cada litro producido, respectivamente, que es un indicador importante, si se aplica esta tecnología a nivel industrial, ya que los centavos se convertirán en dólares de utilidad.

Mediante el indicador beneficio/costo (B/C), la mayor rentabilidad se alcanzó al emplearse el nivel 20 % del *Agave americana*, 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 37 centavos y 39 centavos cuando se empleó los niveles 10 y 15% de *Agave americano*, mientras que los menores B/C se observaron al emplearse el grupo control, ya que en estos se registraron una rentabilidad de del 28, por tanto se puede asumir que con el empleo del 20% del edulcorante natural, que al ser un producto de mejor aceptación el precio de venta al público es más alto, como el de la investigación, y con lo cual se obtienen respuestas alentadoras, ya que la producción de yogur se realiza diariamente, además se estaría poniendo a disposición un producto apto para el consumo de personas que sufren de intolerancia a la lactosa, por utilizarse la soya que tiene un alto contenido proteico, así como de personas diabéticas que no pueden consumir azúcar y necesitan consumir en sus dietas yogurt.

Cuadro 21. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

COSTOS	COSTO /Unitario	NIVELES DE <i>Agave Americana</i> (SIROPE DE AGAVE), %.			
		0% T0	10% T1	15% T2	20% T3
Soya, kg	0,88	0,18	0,18	0,18	0,18
Sorbato de potasio, kg	10	0,02	0,02	0,02	0,02
Estabilizante de yogurt , kg	4,9	0,031	0,031	0,031	0,031
Proteína ,kg	6,1	0,008	0,008	0,008	0,008
Almidón	1	0,006	0,006	0,006	0,006
Fermento láctico, sobre 100 lts	5,54	0,06	0,06	0,06	0,06
Acido láctico,kg	12,5	0,004	0,004	0,004	0,004
Agua /m3	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Azúcar , kg	1	0,5	0	0	0
Sirope de agave, litro	3	0	0,3	0,4	0,5
Fascos de polietileno, unid	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08
Combustible/caldero	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Mano de obra por hora	2,12	0,3	0,3	0,3	0,3
Costos por litro, \$		1,41	1,21	1,31	1,40
Costos totales	72	101,84	87,44	94,64	101,84
INGRESOS					
Litro de yogurt		65	60	66	60
Venta de yogurt		130	120	132	150
Beneficio costo		1,28	1,37	1,39	1,47

V. CONCLUSIONES

- La valoración de las características físico químicas del yogurt de *Glycine max* (soya), determino diferencias altamente significativas entre medias observándose superioridad al aplicar 20% de *Agave americana* (T3), en lo que tiene que ver con el contenido de grasa (2.02%), viscosidad (4.73%), contenido de calcio (11.67 mg), y magnesio (1.29 mg), en tanto que el contenido proteico no reporta diferencias estadísticas sin embargo en el tratamiento T3, también el contenido proteico es alto (2.98%).
- El análisis microbiológico no reporto diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos sin embargo numéricamente se observa que en el tratamiento T3 los conteos de Coliformes totales (2,83 UFC), y mohos y levaduras (8,33 UFC), no superan las exigencias de las normas INEN, considerándose por lo tanto productos aptos para el consumo humano.
- Las calificaciones asignadas por el panel de cata demostraron mayor preferencia hacia el yogurt de soya con mayores niveles de *Agave americana* (20%), específicamente en lo referente a color (4,72 puntos), olor (4,56 puntos), sabor (4,42 puntos), apariencia (4,61 puntos) y textura (4,70 puntos).
- En cuanto a la determinación de la vida útil del yogurt de *Glycine max* (soya), con respecto a el pH a medida que aumentan los días disminuye, incrementando la acidez, la vida de anaquel del producto en estudio reporto que en el grupo control, conserva mayor tiempo su vida útil, con un pH de 3,55 y acidez de 68,10 % de NAOH, mientras que el mayor deterioro del yogurt por proliferación de microorganismos se observa en el T3 que registra pH de 4,23, y acidez de 75,90 % de NAOH.
- El análisis económico determino que la relación beneficio costo más alto fue registrada en el yogurt del tratamiento T3, que fue de 1,47; es decir que por cada dólar invertido se espera una ganancia del 47%; y que es alentadora sobre todo porque se provee al mercado de un producto especializado para personas con intolerancia a la lactosa diabéticas ya que el *Agave americana* es un edulcorante natural.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar el 20% de edulcorante natural para la elaboración del yogurt de soya ya que las características físico químicas son las más altas proporcionando al yogurt el valor nutritivo necesario para ser incluido en la dieta de todas las personas incluidas los niños, que muchas veces presentan intolerancia a la lactosa y sobre todo de las personas diabéticas.
- Al utilizar 20% de Agave Americana como edulcorante natural se aprecia que el conteo de microorganismos es bajo sin superar los límites de las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), por lo tanto se considera apto para el consumo humano ya que la presencia de cantidad elevada de microorganismos puede ser indicativo de contaminación toxica.
- La preferencia del panel de degustadores se inclina hacia el yogurt con mayores niveles de *Agave americana*, por lo tanto se recomienda industrializar este tipo de productos que resultan innovadores para mercados de diferentes estratos sociales, cuyo costo de producción también resulta atractivo.
- Promulgar este tipo de investigaciones con diferentes niveles de edulcorante natural para proporcionar a los consumidores un producto con bondades terapéuticas y agradables al paladar de los degustadores.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALLADA, J. 2,000. Fabricación de productos lácteos, 1a ed, Zaragoza, España, Edit, Acribia, pp 23 , 34, 67,
2. BLACK, M. 2000. Producción casera de mantequilla, quesos y yogurts, 1a ed, Barcelona, España, Edit Aura, pp 23 – 29,,
3. CALVO, C. 2003. Manual Práctico de Propiedad Horizontal, 6 a ed, Barcelona, España, Edit Limurtia, pp 78 – 85,
4. CUVI, J. 2004. Utilización de diferentes niveles de caseinato de calcio para la producción de Yogurt dietético, Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba - Ecuador pp, 35-45.
5. CAGÑAY, I. 2010. Efecto de Diferentes Niveles de Stevia rebaudiana como Edulcorante en la Elaboración de Yogurt Tipo II. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. ESPOCH, Riobamba - Ecuador pp, 58 - 63.
6. DELORME, J. 1980. Lechería e industrias derivadas, 3a ed, Barcelona, España, Edit Serrahima y Urpi, pp 102 – 106,
7. DURAN, M. 2011. Tecnología de Lácteos, sn, Arequipa, Colombia, Edit Universidad Católica Santa María, pp 20-26,
8. DE LUNA, A. 2006. “Valor nutritivo de la soya”, Investigación y Ciencia, México DF, México, 1a ed, Edit Universidad Autónoma de Aguascalientes, pp 98 – 102.

9. ECUADOR, INEN, 1996, Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma técnica Ecuatoriana del Yogurt INT 710, Requisitos, Quito, Ecuador.
10. ECUADOR, 1996, Instituto Ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica NTE INEN 16, Requisitos, Quito, Ecuador.
11. ECUADOR, (2002) Instituto ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica INEN 2395 Requisitos, Quito, Ecuador.
12. ECUADOR, INEN, 1996, Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma técnica Ecuatoriana del Yogurt INT 170, Requisitos, Quito, Ecuador.
13. ECUADOR, INEN, 1996, Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma técnica Ecuatoriana del Yogurt INEN 2395,(, Requisitos, Quito, Ecuador.
14. FIGUEROA, L. 2006. El libro de la soja, 1a ed, Argentina- Buenos Aires, Edit, Goldfinger, pp, 14 - 15.
15. HERRERA, E. 2007. La salud y la soja, 1a ed, Madrid, España, Edit, EDIMSA, Grupo Leche Pascual, pp 61-78.
16. HERNÁNDEZ, M. 1998. Elaboración de yogur a pequeña escala en el hogar, 2a ed, La habana Cuba, Edit, Rev Cubana, pp, 10-45.
17. [http:// www,saludalia.com](http://www.saludalia.com), 2009. Arteaga, P, Edulcorantes naturales su composición nutritiva.
18. [http://www,agave.org,mx](http://www.agave.org.mx), 2009. Berlits, E, Usos alimentarios del sirope de agave.

19. <http://www,alimentacion-sana,org> 2013. Camacho, B, Información nutricional del yogurt.
20. <http://www,consumer,es> 2013. Dávila, M, Características y obtención del sirope de agave.
21. <http://www,ecured,cu/index,php> 2013. Ernestino, A, Composición del Yogurt de soja.
22. <http://www,enbuenasmanos,com> 2013. Flores, M, Propiedades y reología del Yogurt.
23. <http://www,lunademiel,com> 2008, Guevara, A, Diferencias nutricionales entre el azúcar clásico y el sirope de agave.
24. <http://www,mieldeagave,com>, 2008. Iglesias, M, Propiedades físicas del Sirope de agave.
25. <http://es,scribd,com/doc/117247606/CARRAGENINA-BLF,2014>. Jimenez, D, Elaboración del yogurt de soya.
26. <http://www,sabormediterraneo,com> 2013. Juran, P, Valor nutritivo del yogurt de soya.
27. <http://www,sancamilo,com> 2013. Keipez, C, Características de la soja y propiedades alimentarias y medicinales.
28. <http://www,soyamex,com>. 2013. Lamirata, M, El Yogurt de soja su elaboración.
29. <http://www,enbuenasmanos,com>. 2014, López, J. Características de los productos elaborados con soya.
30. <http://www,diodora,com> 2014. Mendoza, A. Características físico químicas y microbiológicas del yogurt.

31. <http://www.microbiologiayogurt.com> 2014. Narváez, P. Inhibición enzimática, cáncer y otras acciones de las isoflavonas de la soya.
32. <http://www.consumer.es/> 2014. Ortega, A. Isoflavonas de la soya como factores de protección cardiovascular.
33. <http://www.saludalia.com>, 2009. Pimentel, B. La soya un alimento ideal para los problemas menstruales.
34. <http://www.consumer.es> 2013. Quezada, C. Propiedades alimentarias y medicinales de la soya.
35. <http://www.microbiologiayogurt.com> 2014. Ricaurte, E. La soya es muy buena para la circulación.
36. <http://www.consumer.es/> 2014. Sarmiento. F. La soya una legumbre muy adecuada para la salud de los huesos.
37. <http://www.redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/674/67403606>, 2008. Zarate, J. Procesos de fabricación de la soya.
38. ORDOÑEZ, J. 2008, "Tecnología de los alimentos, ": Alimentos de origen animal, volumen II, Madrid, España, Edit Síntesis S,A, pp 25 – 27.
39. PORTER, N, 2001. La ciencia de los alimentos, 2a ed, Madrid, España,, Edit Aria, pp 15 – 52.
40. RAMÍREZ D, 2010. Elaboración de Yogurt, 1a ed, Lima-Perú, Edit, Macro E,I,R,L, pp, 15, 20 – 21,
41. REYES, M, 2011. Revista en Forma, 1a ed, México DF, Mexico, Edit Limusa pp 49 – 51.

42. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Tegucicalpa – Honduras.
43. SAWEN, E, 2004. Lctologia industrial, 3a ed, Zaragoza, espana, Edit Acribia, pp 24 – 27.
44. TRAPANI, G, 2012. La alimentación sana: desde la niñez hasta la vejez, 1a ed. Chihuahua, México, Edit Trillas, pp 170-172.
45. VARGAS, J, 2003. Producción y comercialización de yogurt de soya en Guayaquil como unidad estratégica de negocios para Industrias Lácteas Toni, Tesis de Grado, Facultad de Gestión Empresarial, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.
46. VAYAS, E, 2002. Resúmenes de la materia de Procesamiento de la leche, Octavo semestre- Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba – Ecuador.

ANEXOS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS
ANÁLISIS SENSORIAL DE YOGURT DE *Glycine max* (SOYA) EDULCORADO
CON *Agave americana* (SIROPE DE AGAVE)

EDAD:

NOMBRE:

CI:

FECHA:

Indicaciones:

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a:
5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.

REPLICA 1

TRATAMIENTO	T₀ R1	T₁ R1	T₂ R1	T₃ R1
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a: **5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.**

REPLICA 1

TRATAMIENTO	T₀ R2	T₁ R2	T₂ R2	T₃ R2
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a: **5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.**

REPLICA 1

TRATAMIENTO	T₀ R3	T₁ R3	T₂ R3	T₃ R3
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS
ANÁLISIS SENSORIAL DE YOGURT DE *Glycine max* (SOYA) EDULCORADO
CON *Agave americana* (SIROPE DE AGAVE)

NOMBRE:

EDAD:

FECHA:

CI:

Indicaciones:

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a:

5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.

REPLICA 2

TRATAMIENTO	T₀ R1	T₁ R1	T₂ R1	T₃ R1
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a: **5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.**

REPLICA 2

TRATAMIENTO	T₀ R2	T₁ R2	T₂ R2	T₃ R2
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

Degustar las muestras e identificar su nivel de agrado con una calificación de 1–5 puntos para cada uno de los tratamientos en estudio, correspondiendo a: **5: EXCELENTE, 4: MUY BUENA, 3: BUENA, 2: REGULAR, 1: BAJA.**

REPLICA 2

TRATAMIENTO	T₀ R3	T₁ R3	T₂ R3	T₃ R3
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				
Textura				
TOTAL				

Anexo 3. Análisis estadístico de la proteína del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones				
T	e	I	II	III	SUMA	MEDIA
0%	1	2,96	3,01	2,93	8,9	2,97
0%	2	3,02	3,07	3,01	9,1	3,03
10%	1	3,01	2,96	2,94	8,91	2,97
10%	2	2,98	2,95	3,03	8,96	2,99
15%	1	3,02	2,97	2,92	8,91	2,97
15%	2	3,03	3,02	2,95	9	3,00
20%	1	3	2,93	2,91	8,84	2,95
20%	2	2,99	3,03	3,01	9,03	3,01
					71,65	2,99

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	7	2,30E-03	1,48	0,2441
t	1,90E-03	3	6,30E-04	0,4	0,7572
e	0,01	1	0,01	7,41	0,0151
t*e	2,70E-03	3	9,20E-04	0,58	0,6368
Error	0,03	16	1,60E-03		
Total	0,04	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de *Agave americana*

T	Medias	n	E.E.	
20	2,98	6	0,02	A
10	2,98	6	0,02	A
15	2,99	6	0,02	A
0	3	6	0,02	A

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	2,96	12	0,01	A
2	3,01	12	0,01	B

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	2,95	3	0,02	A
0	1	2,97	3	0,02	A
10	1	2,97	3	0,02	A
15	1	2,97	3	0,02	A
10	2	2,99	3	0,02	A
15	2	3	3	0,02	A
20	2	3,01	3	0,02	A
0	2	3,03	3	0,02	A

Anexo 4. Análisis estadístico de la grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	1,82	1,84	1,98
0%	2	1,80	1,78	1,86
10%	1	1,95	1,92	1,97
10%	2	1,81	1,94	1,83
15%	1	2,11	2,06	2,01
15%	2	1,89	1,99	2,05
20%	1	1,99	2,07	2,09
20%	2	2,03	2,02	1,93

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	7	0,02	6,5	0,001
t	0,14	3	0,05	12,18	0,0002
e	0,03	1	0,03	8,68	0,0095
t*e	9,00E-04	3	3,00E-04	0,08	0,9696
Error	0,06	16	3,70E-03		
Total	0,23	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	1,85	6	0,02	A
10	1,9	6	0,02	A
15	2,02	6	0,02	B
0	2,02	6	0,02	B

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	1,91	12	0,02	A
2	1,98	12	0,02	B

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	1,81	3	0,04	A
0	1	1,86	3	0,04	AB
10	1	1,88	3	0,04	AB
15	1	1,95	3	0,04	AB
10	2	1,98	3	0,04	AB
15	2	1,99	3	0,04	AB
20	2	2,05	3	0,04	AB
0	2	2,06	3	0,04	B

E. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,12144048	0,12144048	24,9668476	5,31089E-05
Residuos	22	0,10700952	0,00486407		
Total	23	0,22845			

Anexo 5. Análisis estadístico de la viscosidad del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones			
t	E	I	II	III	
0%	1	2,88	3,09	3,18	
0%	2	2,93	2,89	3,07	
10%	1	3,33	3,44	3,73	
10%	2	3,41	3,39	3,56	
15%	1	3,98	3,81	3,87	
15%	2	4,01	4,07	4,31	
20%	1	4,5	4,52	4,81	
20%	2	4,73	4,83	4,98	

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,02	7	1,43	70,47	<0,0001
t	9,83	3	3,28	161,35	<0,0001
e	0,05	1	0,05	2,22	0,1558
t*e	0,14	3	0,05	2,33	0,1125
Error	0,33	16	0,02		
Total	10,35	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	3,01	6	0,06	A
10	3,48	6	0,06	B
15	4,01	6	0,06	C
0	4,73	6	0,06	D

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	3,76	12	0,04	A
2	3,85	12	0,04	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	2,96	3	0,08	A
0	1	3,05	3	0,08	A
10	1	3,45	3	0,08	B
15	1	3,5	3	0,08	AB
10	2	3,89	3	0,08	AB
15	2	4,13	3	0,08	A
20	2	4,61	3	0,08	B
0	2	4,85	3	0,08	B

E. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9,11875048	9,11875048	163,385257	1,17E-11
Residuos	22	1,22784952	0,05581134		
Total	23	10,3466			

Anexo 6. Análisis estadístico del calcio del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	11,23	11,45	11,34
0%	2	10,91	11,08	11,16
10%	1	11,54	11,81	11,04
10%	2	11,41	11,09	11,34
15%	1	11,56	11,43	11,59
15%	2	11,16	11,91	11,48
20%	1	11,77	11,69	11,52
20%	2	11,91	11,34	11,8

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,93	7	0,13	2,28	0,0821
t	0,75	3	0,25	4,29	0,0211
e	0,08	1	0,08	1,36	0,2602
t*e	0,1	3	0,03	0,56	0,6478
Error	0,93	16	0,06		
Total	1,86	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	11,2	6	0,1	A
10	11,37	6	0,1	AB
15	11,52	6	0,1	AB
0	11,67	6	0,1	B

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	11,38	12	0,07	A
2	11,5	12	0,07	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	11,05	3	0,14	A
0	1	11,28	3	0,14	A
10	1	11,34	3	0,14	A
15	1	11,46	3	0,14	A
10	2	11,52	3	0,14	A
15	2	11,53	3	0,14	A
20	2	11,66	3	0,14	A
0	2	11,68	3	0,14	A

F. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,7493703	0,37468515	7,087171423	0,00444559
Residuos	22	1,1102297	0,05286808		
Total	23	1,8596			

Anexo 7. Análisis estadístico del hierro del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	0,91	1,02	1,11
0%	2	1,05	1,15	1,09
10%	1	1,04	0,99	1,04
10%	2	1,17	1,34	1,29
15%	1	1,03	1,06	1,08
15%	2	1,45	1,48	1,30
20%	1	1,11	1,17	1,34
20%	2	1,28	1,33	1,51

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,52	7	0,07	9,91	0,0001
t	0,19	3	0,06	8,5	0,0013
e	0,27	1	0,27	35,94	<0,0001
t*e	0,06	3	0,02	2,65	0,0845
Error	0,12	16	0,01		
Total	0,64	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	1,06	6	0,04	A
10	1,15	6	0,04	AB
15	1,23	6	0,04	AB
0	1,29	6	0,04	B

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	1,08	12	0,02	A
2	1,29	12	0,02	B

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	1,01	3	0,05	A
0	1	1,02	3	0,05	AB
10	1	1,06	3	0,05	AB
15	1	1,1	3	0,05	AB
10	2	1,21	3	0,05	AB
15	2	1,27	3	0,05	AB
20	2	1,37	3	0,05	B
0	2	1,41	3	0,05	B

F. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,18720429	0,18720429	9,124247808	0,00628637
Residuos	22	0,45137905	0,02051723		
Total	23	0,63858333			

Anexo 8. Análisis estadístico de las coliformes del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones			
t	e	I	II	III	
0%	1	3	2	3	
0%	2	3	4	1	
10%	1	4	5	5	
10%	2	3	5	3	
15%	1	7	3	2	
15%	2	2	6	3	
20%	1	3	2	3	
20%	2	2	1	6	

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,63	7	1,66	0,58	0,7641
t	9,79	3	3,26	1,14	0,3647
e	0,38	1	0,38	0,13	0,7227
t*e	1,46	3	0,49	0,17	0,9157
Error	46	16	2,88		
Total	57,63	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	2,67	6	0,69	A
10	2,83	6	0,69	A
15	3,83	6	0,69	A
0	4,17	6	0,69	A

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	3,25	12	0,49	A
2	3,5	12	0,49	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	2,67	3	0,98	A
0	1	2,67	3	0,98	A
10	1	2,67	3	0,98	A
15	1	3	3	0,98	A
10	2	3,67	3	0,98	A
15	2	3,67	3	0,98	A
20	2	4	3	0,98	A
0	2	4,67	3	0,98	A

Anexo 9. Análisis estadístico del brix a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	12	12	11
0%	2	12	12	12
10%	1	7	7	8
10%	2	8	7	8
15%	1	6	6	6
15%	2	6	6	6
20%	1	9	9	9
20%	2	9	9	9

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	111,83	7	15,98	127,81	<0,0001
t	111,5	3	37,17	297,33	<0,0001
e	0,17	1	0,17	1,33	0,2652
t*e	0,17	3	0,06	0,44	0,7245
Error	2	16	0,12		
Total	113,83	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	6	6	0,14	A
10	7,5	6	0,14	A
15	9	6	0,14	A
0	11,83	6	0,14	B

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	8,5	12	0,1	A
2	8,67	12	0,1	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	6	3	0,2	A
0	1	6	3	0,2	A
10	1	7,33	3	0,2	B
15	1	7,67	3	0,2	B
10	2	9	3	0,2	C
15	2	9	3	0,2	C
20	2	11,67	3	0,2	D
0	2	12	3	0,2	D

F. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	103,425758	51,7128788	104,344228	1,23E-11
Residuos	22	10,4075758	0,49559885		
Total	23	113,833333			

Anexo 10. Análisis estadístico del brix a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	13	13	12
0%	2	13	13	13
10%	1	6	6	7
10%	2	6	6	6
15%	1	6	6	6
15%	2	6	6	6
20%	1	9	9	9
20%	2	9	9	9

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	184,67	7	26,38	316,57	<0,0001
T	184,33	3	61,44	737,33	<0,0001
E	0	1	0	0	>0,9999
t*e	0,33	3	0,11	1,33	0,2985
Error	1,33	16	0,08		
Total	186	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	6	6	0,12	A
10	6,17	6	0,12	A
15	9	6	0,12	B
0	12,83	6	0,12	C

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	8,5	12	0,08	A
2	8,5	12	0,08	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	6	3	0,17	A
0	1	6	3	0,17	A
10	1	6	3	0,17	A
15	1	6,33	3	0,17	A
10	2	9	3	0,17	B
15	2	9	3	0,17	B
20	2	12,67	3	0,17	C
0	2	13	3	0,17	C

F. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	183,786364	91,8931818	871,758727	6,22E-21
Residuos	22	2,21363636	0,10541126		
Total	23	186			

Anexo 11. Análisis estadístico del brix a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	repeticiones				
	E	I	II	III	
t					
0%	1	15	15	14	
0%	2	15	15	15	
10%	1	6	6	7	
10%	2	6	6	6	
15%	1	7	7	7	
15%	2	7	7	7	
20%	1	8	8	8	
20%	2	8	8	8	

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	282,67	7	40,38	484,57	<0,0001
T	282,33	3	94,11	1129,33	<0,0001
E	0	1	0	0	>0,9999
t*e	0,33	3	0,11	1,33	0,2985
Error	1,33	16	0,08		
Total	284	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n	E.E.	Rango
20	6,17	6	0,12	A
10	7	6	0,12	B
15	8	6	0,12	C
0	14,83	6	0,12	D

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	9	12	0,08	A
2	9	12	0,08	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	6	3	0,17	A
0	1	6,33	3	0,17	AB
10	1	7	3	0,17	B
15	1	7	3	0,17	B
10	2	8	3	0,17	C
15	2	8	3	0,17	C
20	2	14,67	3	0,17	D
0	2	15	3	0,17	D

F. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	277,059091	138,529545	419,126719	1,19E-17
Residuos	22	6,94090909	0,33051948		
Total	23	284			

Anexo 12. Análisis estadístico del pH a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	5,1	5,3	4,9
0%	2	5,6	5,4	5,2
10%	1	4,8	4,3	5,6
10%	2	5,9	5,7	4,9
15%	1	5,4	5,5	5,7
15%	2	5,9	5,2	5
20%	1	5,4	5,8	4,9
20%	2	4,8	5,1	5,3

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0	7	0	sd	sd
T	0	3	0	sd	sd
E	0	1	0	sd	sd
t*e	0	3	0	sd	sd
Error	0	16	0		
Total	0	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	n
20	5,30	a
10	5,20	a
15	5,50	a
0	5,22	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	Rango
1	9	5,23	a
2	9	5,38	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	5,10	a
0	1	5,50	a
10	1	4,90	a
15	1	5,50	a
10	2	5,53	a
15	2	5,47	a
20	2	5,37	a
0	2	5,07	a

Anexo 13. Análisis estadístico del pH a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	3,9	4,3	4,2
0%	2	4,4	4,1	4,5
10%	1	4,5	4,2	3,8
10%	2	3,9	4,2	4,4
15%	1	3,9	4,1	3,8
15%	2	3,7	4,5	5
20%	1	4,1	4,3	4,6
20%	2	4,4	4,2	3,9

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,71	23	0,81		
T	1,900	3	0,63	0,150	3,16
E	1,307	1	1,31	0,460	3,16
t*e	1,400	3	0,47	0,390	
Error	14,107	18	0,78		
Total	18,71	23	0,81		

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	Rango
20	4,23	a
10	4,17	a
15	4,13	a
0	4,26	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	Rango
1	9	4,15	a
2	9	4,25	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	4,13	a
0	1	4,33	a
10	1	4,17	a
15	1	4,17	a
10	2	3,93	a
15	2	4,33	a
20	2	4,35	a
0	2	4,17	a

Anexo 14. Análisis estadístico del pH a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína		repeticiones		
t	e	I	II	III
0%	1	4,3	4,2	4,4
0%	2	4,6	3,9	4,1
10%	1	3,8	4,1	4,5
10%	2	4,3	4,2	4,1
15%	1	3,8	4,2	4,1
15%	2	3,9	4,3	5
20%	1	3,8	4,2	4,5
20%	2	4,7	4,1	3,7

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23	0,08			
T	3	0,01	0,100	3,16	5,09
E	1	0,02	0,320	3,16	5,09
t*e	3	0,04	0,790		
Error	16	0,11			
Total	23	0,08			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

T	Medias	Rango
20	4,25	a
10	4,17	a
15	4,17	a
0	4,17	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	Rango
1	9	4,16	a
2	9	4,22	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	4,30	a
0	1	4,20	a
10	1	4,13	a
15	1	4,20	a
10	2	4,03	a
15	2	4,30	a
20	2	4,17	a
0	2	4,17	a

Anexo 15. Análisis estadístico de la acidez a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	repeticiones				
	t	e	I	II	III
0%	1	19,8	22,5	24,3	
0%	2	19,8	19,8	24,3	
10%	1	31,5	30,6	29,7	
10%	2	31,5	30,6	31,5	
15%	1	31,5	32,4	32,4	
15%	2	31,5	32,4	32	
20%	1	36	35,1	36	
20%	2	36	35,1	36	

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	636,09	7	90,87	51,78	<0,0001
T	634,33	3	211,44	120,48	<0,0001
E	0,03	1	0,03	0,02	0,8914
t*e	1,72	3	0,57	0,33	0,8059
Error	28,08	16	1,75		
Total	664,17	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	n	E.E.	Rango
20	21,75	6	0,54	A
10	30,9	6	0,54	B
15	32,1	6	0,54	B
0	35,7	6	0,54	C

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	30,08	12	0,38	A
2	30,15	12	0,38	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	21,3	3	0,76	A
0	1	22,2	3	0,76	A
10	1	30,6	3	0,76	B
15	1	31,2	3	0,76	B
10	2	32,1	3	0,76	BC
15	2	32,1	3	0,76	BC
20	2	35,7	3	0,76	C
0	2	35,7	3	0,76	C

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	612,522964	612,522964	260,934312	1,09639E-13
Residuos	22	51,6432857	2,34742208		
Total	23	664,16625			

Anexo 16. Análisis estadístico de la acidez a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	repeticiones				
	t	e	I	II	III
0%	1		44,10	45,00	44,1
0%	2		44,1	44,1	44,1
10%	1		36	36,9	36,9
10%	2		36	36,9	36,9
15%	1		63	62,1	63
15%	2		63	62,1	63
20%	1		74,7	72,9	72,9
20%	2		74,7	72,9	72,9

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5121,06	7	731,58	1667,42	<0,0001
T	5120,92	3	1706,97	3890,54	<0,0001
E	0,03	1	0,03	0,08	0,7851
t*e	0,1	3	0,03	0,08	0,9716
Error	7,02	16	0,44		
Total	5128,08	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	n	E.E.	Rango
20				
	36,6	6	0,27	A
10				
	44,25	6	0,27	B
15				
	62,7	6	0,27	C
0				
	73,5	6	0,27	D

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	54,23	12	0,19	A
2	54,3	12	0,19	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	36,6	3	0,38	A
0	1	36,6	3	0,38	A
10	1	44,1	3	0,38	B
15	1	44,4	3	0,38	B
10	2	62,7	3	0,38	C
15	2	62,7	3	0,38	C
20	2	73,5	3	0,38	D
0	2	73,5	3	0,38	D

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3072,43125	3072,43125	32,8818874	9,08957E-06
Residuos	22	2055,645	93,4384091		
Total	23	5128,07625			

Anexo 17. Análisis estadístico de la acidez a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	repeticiones			
T	e	I	II	III
0%	1	67,50	67,50	69,30
0%	2	67,50	67,50	69,30
10%	1	55,80	56,70	55,80
10%	2	55,80	56,70	55,80
15%	1	72,00	72,90	72,90
15%	2	72,00	72,90	73
20%	1	76,50	75,60	75,60
20%	2	76,50	75,60	75,60

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1350,41	7	192,92	408,29	<0,0001
T	1350,41	3	450,14	952,67	<0,0001
E	0	1	0	0	>0,9999
t*e	0	3	0	0	>0,9999
Error	7,56	16	0,47		
Total	1357,97	23			

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	n	E.E.	Rango
20				
	56,1	6	0,28	A
10				
	68,1	6	0,28	B
15				
	72,6	6	0,28	C
0				
	75,9	6	0,28	D

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	n	E.E.	Rango
1	68,18	12	0,2	A
2	68,18	12	0,2	A

E. Separación de medias por efecto de la interacción

T	e	Medias	n	E.E.	Rango
20	1	56,1	3	0,4	A
0	1	56,1	3	0,4	A
10	1	68,1	3	0,4	B
15	1	68,1	3	0,4	B
10	2	72,6	3	0,4	C
15	2	72,6	3	0,4	C
20	2	75,9	3	0,4	D
0	2	75,9	3	0,4	D

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	960,014455	480,007227	25,330162	2,53E-06
Residuos	22	397,950545	18,950026		
Total	23	1357,965			

Anexo 18. Análisis estadístico de la densidad a los 7 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	t	e	repeticiones		
			I	II	III
0%	1	1	1,05	1,05	1,05
0%	2	2	1,04	1,05	1,05
10%	1	1	1,04	1,04	1,04
10%	2	2	1,04	1,04	1,04
15%	1	1	1,04	1,04	1,04
15%	2	2	1,04	1,04	1
20%	1	1	1,03	1,04	1,04
20%	2	2	1,04	1,04	1,04

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	23	0,00		
T	0,000	3	0,00	37,590	3,16
E	0,000	1	0,00	0,120	3,16
t*e	0,000	3	0,00	1,360	
Error	0,000	16	0,00		
Total	0,00	23	0,00		

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	Rango
20	1,05	a
10	1,04	b
15	1,04	b
0	1,04	b

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	Rango
1	1,04	a
2	1,04	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	1,05	a
0	1	1,05	a
10	1	1,04	b
15	1	1,04	b
10	2	1,04	b
15	2	1,04	b
20	2	1,04	b
0	2	1,04	b

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,000272	0,000272	120,093846	2,23E-10
Residuos	22	4,9829E-05	2,2649E-06		
Total	23	0,00032183			

Anexo 19. Análisis estadístico de la densidad a los 14 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	t	e	repeticiones		
			I	II	III
0%	1	1	1,05	1,05	1,05
0%	2	2	1,05	1,05	1,06
10%	1	1	1,05	1,05	1,05
10%	2	2	1,05	1,05	1,04
15%	1	1	1,04	1,05	1,05
15%	2	2	1,05	1,04	1
20%	1	1	1,04	1,04	1,04
20%	2	2	1,04	1,04	1,04

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	23	0,00		
T	0,001	3	0,00	14,720	3,16
E	0,000	1	0,00	0,040	3,16
t*e	0,000	3	0,00	0,360	
Error	0,000	16	0,00		
Total	0,00	23	0,00		

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	Rango
20	1,05	a
10	1,05	a
15	1,04	b
0	1,04	b

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	Rango
1	1,05	a
2	1,05	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	1,05	ab
0	1	1,06	a
10	1	1,05	ab
15	1	1,05	ab
10	2	1,05	ab
15	2	1,04	b
20	2	1,04	b
0	2	1,04	b

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,0006223	0,0006223	67,5535022	3,76E-08
Residuos	22	0,00020266	9,2119E-06		
Total	23	0,00082496			

Anexo 20. Análisis estadístico de la densidad a los 21 días del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

Proteína	t	e	repeticiones		
			I	II	III
0%	1	1	1,07	1,07	1,07
0%	2	2	1,07	1,07	1,06
10%	1	1	1,06	1,06	1,07
10%	2	2	1,06	1,06	1,07
15%	1	1	1,06	1,07	1,05
15%	2	2	1,06	1,06	1
20%	1	1	1,06	1,06	1,06
20%	2	2	1,06	1,06	1,06

B. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	23	0,00		
T	0,000	3	0,00	14,480	3,16
E	0,000	1	0,00	3,080	3,16
t*e	0,000	3	0,00	5,030	
Error	0,000	16	0,00		
Total	0,00	23	0,00		

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

E	Medias	Rango
20	1,07	b
10	1,06	b
15	1,06	c
0	1,06	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

E	Medias	Rango
1	1,06	a
2	1,06	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

t	e	Medias	Rango
20	1	1,07	a
0	1	1,07	a
10	1	1,06	b
15	1	1,06	b
10	2	1,06	b
15	2	1,06	b
20	2	1,06	b
0	2	1,06	b

F. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,00045446	0,00015149	5,993515771	0,00437605
Residuos	22	0,0005055	2,5275E-05		
Total	23	0,00095996			

Anexo 21. Análisis estadístico del color del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

T	BLOQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0E1	3,29		2,46		2,54		2,38	
T0E2		2,22		2,06		3,9		3,74
T1E1	4,23		4,17		4,38		4,5	
T1E2		4,62		4,74		4,45		4,58
T2E1	4,66		4,16		4,265		4,3	
T2E2		4,7		4,5		4,42		4,84
T3E1	4,86		4,49		4,87		4,71	
T3E2		4,92		4,93		4,44		4,55

B. Análisis de la varianza

F. Var	GL	SC	CM	cal	Fisher		D.E
Total	31	22,81	0,736		0,05	0,01	
Bloques	3	1,10	0,366	38,0	3,07	4,87	**
Trat Ajustados	7	21,51	3,073	318,8	2,49	3,64	
Error	21	0,20	0,010				

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

NVELES DE AGABE	MEDIA	GRUPO
0%	2,82	b
10%	4,46	a
15%	4,48	a
20%	4,72	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	Grupo
Primer ensayo	4,02	a
Segundo ensayo	4,23	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

Ensayo	Medias	Grupo
0%E1	2,67	b
0%E2	2,98	b
10%E1	4,32	a
10%E2	4,60	a
15%E1	4,35	a
15%E2	4,62	a
20%E1	4,73	a
20%E2	4,71	a

Anexo 22. Análisis estadístico del aroma del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

T	BLOQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0E1	2,33		2,21		2,04		2,08	
T0E2		2,12		2,16		2,22		2,24
T1E1	4,04		4,13		4,29		4,17	
T1E2		4,05		3,93		4,04		3,88
T2E1	4,04		4,23		4,83		3,78	
T2E2		3,76		4,29		4,17		4,05
T3E1	3,93		4,45		4,38		4,81	
T3E2		4,84		4,97		4,8		4,83

B. Análisis de la varianza

F. Var	GL	SC	CM	cal	Fisher		D.E
Total	31	42,10	1,358		0,05	0,01	
Bloques	3	5,72	1,906	7,4	3,07	4,87	**
Trat Ajustados	7	31,00	4,428	17,3	2,49	3,64	
Error	21	5,38	0,256				

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

NVELES DE AGABE	MEDIA	GRUPO
0%	2,18	c
10%	4,07	b
15%	4,14	b
20%	4,56	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	Grupo
Primer ensayo	3,70	a
Segundo ensayo	3,77	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

Ensayo	Medias	Grupo
0%E1	2,17	c
0%E2	2,19	c
10%E1	4,16	b
10%E2	3,98	ab
15%E1	4,22	ab
15%E2	4,07	b
20%E1	4,25	a
20%E2	4,86	a

Anexo 23. Análisis estadístico del sabor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

T	BLOQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0E1	2,5		2,13		2,58		2,54	
T0E2		4,5		4,46		2,42		2,38
T1E1	3,5		3,58		3,29		3,42	
T1E2		3,55		3,68		3,45		3,58
T2E1	3,58		3,58		3,645		3,684	
T2E2		3,723		4,42		3,96		4,5
T3E1	3,04		3,91		4,88		4,85	
T3E2		4,42		4,59		4,76		4,93

B. Análisis de la varianza

F. Var	GL	SC	CM	cal	Fisher		D.E
Total	31	19,90	0,642		0,05	0,01	
Bloques	3	3,85	1,284	6,5	3,07	4,87	**
Trat Ajustados	7	11,87	1,696	8,5	2,49	3,64	
Error	21	4,18	0,199				

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

NVELES DE AGABE	MEDIA	GRUPO
0%	2,94	c
10%	3,51	bc
15%	3,89	ab
20%	4,42	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	Grupo
Primer ensayo	3,42	b
Segundo ensayo	3,96	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

Ensayo	Medias	Grupo
0%E1	2,44	a
0%E2	3,44	a
10%E1	3,45	a
10%E2	3,57	a
15%E1	3,62	a
15%E2	4,15	a
20%E1	4,17	a
20%E2	4,68	a

Anexo 24. Análisis estadístico de la apariencia del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

T	BLOQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0E1	4,50		4,14		4,41		2,42	
T0E2		4,43		4,44		2,45		3,46
T1E1	4,04		4,75		3,91		4,04	
T1E2		4,17		4,30		4,08		4,25
T2E1	4,00		4,00		4,56		4,67	
T2E2		3,86		4,21		4,25		4,29
T3E1	4,33		4,29		4,33		4,87	
T3E2		4,41		4,85		4,89		4,93

B. Análisis de la varianza

F. Var	GL	SC	CM	Fisher cal	0,05	0,01	D.E
Total	31	10,01	0,323				
Bloques	3	0,81	0,271	1,0	3,07	4,87	**
Trat Ajustados	7	3,59	0,513	1,9	2,49	3,64	
Error	21	5,61	0,267				

C. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

NVELES DE AGABE	MEDIA	GRUPO
0%	3,78	a
10%	4,19	a
15%	4,23	a
20%	4,61	a

D. Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	Grupo
Primer ensayo	4,20	a
Segundo ensayo	4,20	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

Ensayo	Medias	Grupo
0%E1	3,87	a
0%E2	3,70	a
10%E1	4,19	a
10%E2	4,20	a
15%E1	4,31	a
15%E2	4,15	a
20%E1	4,46	a
20%E2	4,77	a

Anexo 25. Análisis estadístico de la textura del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana* como edulcorante natural.

A. Mediciones Experimentales

T	BLOQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T0E1	4,08		4,42		4,33		2,21	
T0E2		4,09		3,97		4,85		4,73
T1E1	4,21		4,54		3,79		4,17	
T1E2		4,55		4,93		4,37		4,25
T2E1	4,93		4,29		4,97		4,14	
T2E2		4,98		4,50		4,21		3,92
T3E1	4,63		4,33		4,66		4,79	
T3E2		4,41		4,97		4,95		4,89

B. Análisis de la varianza

F. Var	GL	SC	CM	cal	Fisher	0,05	0,01	D.E
Total	31	8,75	0,282					
Bloques	3	1,69	0,562	2,7	3,07	4,87		**
Trat Ajustados	7	2,72	0,388	1,9	2,49	3,64		
Error	21	4,34	0,207					

D. Separación de medias por efecto del nivel de agave americana

NVELES DE AGABE	MEDIA	GRUPO
0%	4,09	a
10%	4,35	a
15%	4,49	a
20%	4,70	a

E. Separación de medias por efecto de los ensayos

Ensayo	Medias	Grupo
Primer ensayo	4,28	a
Segundo ensayo	4,54	a

E. Separación de medias por efecto de la interacción

Ensayo	Medias	Grupo
0%E1	3,76	a
0%E2	4,41	a
10%E1	4,18	a
10%E2	4,53	a
15%E1	4,58	a
15%E2	4,40	a
20%E1	4,60	a
20%E2	4,81	a