



UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana* (SIROPE DE AGAVE), COMO EDULCORANTE NATURAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT DE *GLYCINE MAX* (SOYA)

Principal autor:

¹Lignia Achanpaxi Johana Victoria

Docente Química y coordinadora de área Colegio Nacional Cumbaya

johis_viky@hotmail.com

Coautor:

²Guzmán Acán Fabricio Armando.

Docente ESPOCH – Facultad de Ciencias Pecuarias.

fabriguz413@hotmail.com

Coautor: ³

Vayas Machado Enrique César

Docente ESPOCH – Facultad de Ciencias Pecuarias.

ecvmachado@hotmail.com

Coautor: ⁴

Bonifaz Ramos Verónica de los Ángeles

SERINAMB consultores agropecuarios

veronicavonifaz@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Lignia Achanpaxi Johana Victoria, Guzmán Acán Fabricio Armando, Vayas Machado Enrique César y Bonifaz Ramos Verónica de los Ángeles (2018): "Utilización de diferentes niveles de agave americana (sirope de agave), como edulcorante natural para la elaboración de yogurt de glycine max (soya)", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2018). En línea: [//www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/agave-edulcorante-yogurt.html](http://www.eumed.net/rev/caribe/2018/04/agave-edulcorante-yogurt.html)

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.

Palabras Clave

Yogurt natural. Soya, Agave americana, edulcorante, lácteos

ABSTRACT

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.

Keywords

Natural yogurt. Soy, American Agave, sweetener, dairy

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

INTRODUCCIÓN

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. 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 se planteó determinar el nivel de edulcorante natural más adecuado (10, 15 y 20%), en la elaboración de yogurt de *Glycine max* (soya).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la Industria Lácteos Danny, localizado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, con una duración de 120 días,

Unidades experimentales

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

Tratamiento y diseño experimental

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:

Procedimiento experimental

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

- Para la elaboración del yogurt de soya se realizó primeramente la 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, luego se realiza el 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE *Glycine max*, APLICANDO DIFERENTES NIVELES, DE *Agave americana*.

Contenido de proteína

El contenido medio de proteína del yogurt de *Glycine max*, no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el tratamiento testigo (0%), con 3,00 % y que desciende a 2,99%, al aplicar 15% de *Agave americana* (T2), mientras tanto que el contenido proteico más bajo fue al aplicar 10 y 20% de *Agave americana*, con 2,98% para los dos casos en estudio, como se reporta en el cuadro 1. Según <http://www.enbuenasmanos.com>. (2014), la 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, que el cuerpo sintetiza. 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

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

proteína mínimo del 3,0%, se aprecia que en producto 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 Gagnay, 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%.

Cuadro 1. EVALUACIÓN FÍSICO- QUÍMICAS DEL YOGURT DE SOYA, APLICANDO DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana*

Variable	NIVELES DE <i>Agave americana</i> , %.				EE	Prob.	Sign.
	0%	10%	15%	20%			
	T0	T1	T2	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 %.	11,20 b	11,37 ab	11,52 ab	11,67 a	0,1	0,0211	*
Contenido de magnesio %.	1,06 b	1,15 ab	1,23 ab	1,29 a	0,04	0,0013	**

Los resultados del contenido de proteína del yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas por efecto de la interacción entre los niveles de *Agave* y los ensayos, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en el grupo control en el segundo ensayo con 3,03%, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el yogurt endulzado con 20% de agave en el primer ensayo con 2,95%.

Contenido de grasa

Los valores del contenido de grasa, reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias por efecto del nivel de *Agave americana*, observándose los resultados más altos en los tratamiento T2 y T3, con 2,02%, en los dos casos y que desciende a 1,90% de grasa en el

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

tratamiento T1, mientras tanto que los resultados ms bajos fueron registrados en el producto del grupo control con 1,85% , como se ilustra en el gráfico 1, y que se encuentran dentro de los estándares de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica INEN 2395. (2002), registra de 1 y 3 % de grasa. Los resultados 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 el grupo control, registro un valor de 2,32%.

La evaluación del contenido de grasa del yogurt de soya no reporto 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 yogurt del tratamiento T2 en el primer ensayo, con 2,06%, en tanto que las respuestas de grasa más bajas fueron reportadas tanto en el grupo control, como en el tratamiento T1, en el segundo ensayo con 1,81 y 1,86% respectivamente.

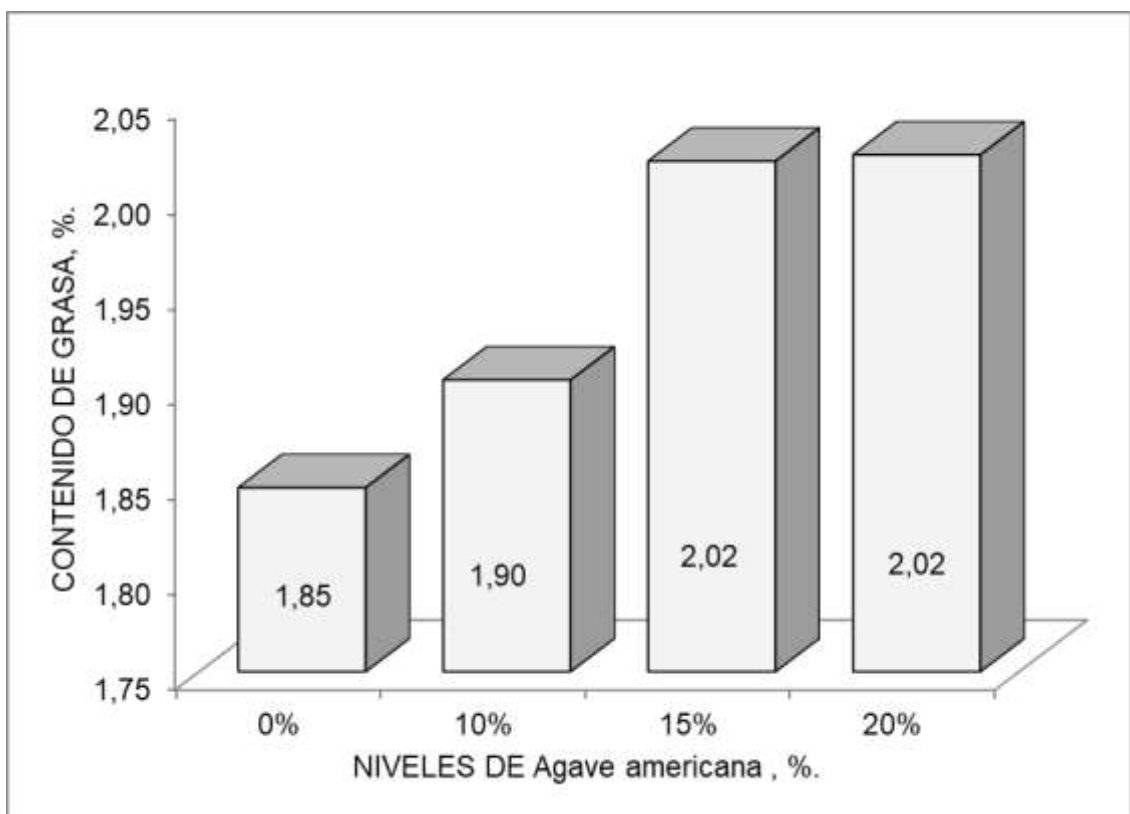


Gráfico 1. Comportamiento del contenido de grasa del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles, de *Agave americana*.

Viscosidad

Los cambios observados de la viscosidad del yogur 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 (T0), y

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

en el nivel 20% de edulcorante natural. Ratificándose por tanto, lo que señala Ordoñez, J. (2008), quien manifiesta que 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.

Los valores determinados para la viscosidad no reportaron diferencias estadísticas 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 yogurt del tratamiento T3 tanto en el primero como en el segundo ensayo con 4,61 cm/seg, y de 4,85 cm/seg, respectivamente, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas en el producto del grupo control, con 3,05 cm/seg, y 2,96 cm/seg.

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, por lo que la separación de medias según Duncan infiere las respuestas más altas con la aplicación del tratamiento T3, con 11,67 mg, mientras que el contenido de calcio más bajo fue registrado en el yogurt del grupo control, con 11,20 mg. Lo que es corroborado con las apreciaciones de Porter, N. (2001), quien manifiesta que el yogur de soya es un alimento que combina las propiedades nutricionales de la soya que 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.

El efecto registrado por la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos sobre el contenido de calcio no reportó diferencias estadísticas, sin embargo numéricamente se aprecia el valor más alto en el yogurt del tratamiento T3, en el primero como en el segundo ensayo, con 11,66 mg, y 11,68 mg, respectivamente mientras tanto que las respuestas más bajas fueron en los yogures del grupo control y tratamiento T1 en el primer ensayo, con 11,05 y 11,28 mg respectivamente.

Contenido de magnesio

Con relación al contenido de magnesio, se registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, observándose valores de 1.29 mg en el yogurt del tratamiento T3, que son los más altos de la investigación seguidos de los registros del tratamiento T2, con 1,23 mg, al igual que en el tratamiento T1, con 1,15 mg; mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en los yogures del grupo control, con 1.06 mg. Valores que son superiores a los identificados por Vayas. (2002), quienes indican que el

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

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. (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. Al respecto <http://www.diodora.com>. (2014), infiere que 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.

Los valores del contenido de magnesio no reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), sin embargo de carácter numérico se aprecia los resultados más altos en el tratamiento T2, del segundo ensayo con 1,41 mg, mientras tanto que los resultados más bajos fueron los registrados por el tratamiento T2, T1, y grupo control, en el primer ensayo con 1,06 mg, 1,02 mg y 1,01 mg respectivamente.

EVALUACIÓN DE CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA), POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE *Agave americana*

Coliformes totales

En el diagnostico 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, considerándose el reporte más bajo hasta 4,17 UFC/g, en el yogurt del tratamiento T1, y que es el valor más alto, mientras que resultados intermedios son reportados en el yogurt de los tratamientos T2 y T3, con 3,83 UFC/g, y 2,83 UFC/g, pero sin reportarse diferencias estadísticas ($P > 0,05$). 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.

Los valores reportados del contenido de coliformes totales, 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 soya del tratamiento T1, en el primer ensayo, con 4,67 UFC/g, y se reportaron los registros más bajos en el yogurt tratamiento T3, y testigo tanto en el primero como en el segundo ensayo con 2,67 UFC/g, en los casos en estudio siendo estos resultados los más bajos en la investigación.

Contenido de Mohos y levaduras

Los valores medios del contenido de mohos y levaduras en el yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión de niveles de *Agave americana*

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

aplicado sin embargo de carácter numérico se aprecia la contaminación más alta en el yogurt del tratamiento T3, con 8,67 UFC/g, seguida de los registros en el yogurt del tratamiento T2, con 8,33 UFC, mientras tanto que los resultados más bajos fueron alcanzados en el producto del grupo control y del tratamiento T1, con 7,33 UFC/g, para los dos casos en estudio. 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.

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 se registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), se aprecia mayor contaminación en el yogurt del tratamiento T3 en el primer ensayo con 9,0 UFC/g, 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, con 6,33 UFC/g.

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.

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max*

Color

La valoración del color, reportó diferencias altamente significativas por lo que se reporta con el 20% de *Agave americana*, la puntuación más alta con 4,75 puntos y calificación 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, mientras tanto que las puntuaciones más bajas fueron asignadas al producto del grupo control con 2,82 puntos, (cuadro 2), lo que puede deberse según <http://www.saludalia.com>. (2009), que el *Agave americana* a su muerte deja una copiosa descendencia, de él y desde 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.

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

Cuadro 2. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA).

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

Al no existir diferencia significativa en el yogurt de soya bajo el efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave* y los ensayos para el color, se puede determinar numéricamente, como el mejor tratamiento, al utilizar 20% de agave en el primero y segundo ensayo con 4,73 puntos y 4,71 puntos, respectivamente y calificación excelente, mientras tanto que los resultados más bajos de color fueron reportados en el producto del grupo control, con 2,67 puntos y 2,98 puntos y calificación buena. .

Olor

Las puntuaciones asignadas al del olor del yogurt de soya, reportaron diferencias altamente significativas por efecto de los niveles de *Agave americana* aplicar 20% de agave, con 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 y ponderación muy buena, al igual que en el producto del tratamiento T1, con 4,07 puntos, conservando la calificación buena, mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en el producto del grupo control con 2,18 puntos y calificación baja.

Los valores registrados del olor del yogurt de soya no registro diferencias estadísticas 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, ya que las medias fueron de 4,25 puntos y 4,86 puntos y calificación que va de muy buena a excelente respectivamente en tanto que lo resultados más bajos fueron reportados en el yogurt del grupo

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

control en el primero como en el segundo ensayo, con 2,17 puntos y 2,19 puntos y condición baja.

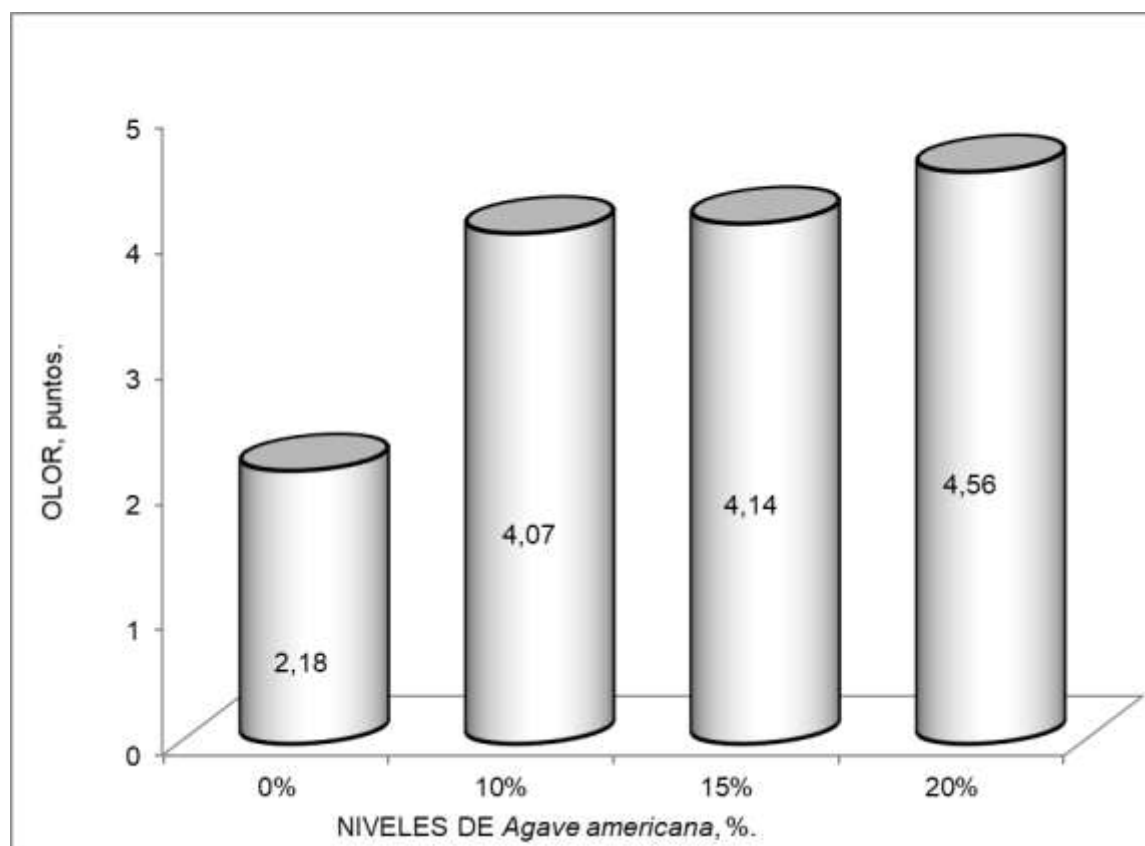


Gráfico 2. Comportamiento del olor del yogurt de *Glycine max* (soya), aplicando diferentes niveles (10, 15 y 20%), de *Agave americana*.

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 por lo que las calificaciones más altas fueron reportadas en los yogures del tratamiento T3, con 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 y T2, y calificación muy buena, mientras tanto que las apreciaciones más bajas fueron establecidas por el producto del tratamiento testigo, con 2,94 puntos y condición buena. 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.

Los valores asignados al sabor del yogurt de soya, no reportaron diferencias estadísticas por efecto de la interacción entre los diferentes niveles de *Agave americana* y los ensayos, sin

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

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), con 4,68 puntos y calificación excelente, finalmente se ubican los registros numéricamente más bajos de la investigación y que fueron determinados en el yogurt del tratamiento testigo o grupo control con 2,44 puntos en el primer ensayo, (0%E1), y de 3,44 puntos en el segundo ensayo, conservando una calificación que va de baja a buena

Apariencia

Las calificaciones asignadas a la apariencia del yogurt de soya, no reportaron diferencias estadísticas 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, con 4,61 puntos y que corresponden a excelente, seguido de los reportes del tratamiento T2, con 4,23 puntos y calificación muy buena al igual que los resultados del yogurt de soya de tratamiento T1, puesto que las medias fueron de 4,19 puntos conservando la condición de muy buena mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el yogurt de grupo control con 3,78 puntos y la condición buena. 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.

La valoración de la apariencia del yogurt de soya no reportó diferencias estadísticas 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, tanto en el primero como en el segundo con 4,46 puntos y 4,77 puntos y condición que va de muy buena a excelente, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en el yogurt del grupo control en el primero y segundo ensayo (con 3,70 puntos y 3,87 puntos respectivamente)

Textura

Las calificaciones asignadas a la variable sensorial de textura no registran diferencias estadísticas por efecto de los diferentes niveles de *Agave americana*, sin embargo de carácter numérico se aprecia como las puntuaciones más altas, en el tratamiento T3, con 4,70 puntos 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, con 4,09 puntos y condición muy buena. Al respecto Rodríguez, J (2005), indica que el yogur de soja tiene una textura cremosa y una consistencia espesa. No obstante, algunas clases han sido procesadas a un líquido más diluido, por lo que son más fáciles de beber. Las variedades de

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en Industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

yogures de soja tienen una textura suave sin grumos, tienen frutos rojos o frutas agregados, lo que cambia su textura convirtiéndole en untuosa y más espesa.

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 con 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, mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en el grupo control del primer ensayo con 3,76 puntos y condición buena.

VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA)

Grados Brix

El análisis de la vida útil del yogurt de soja, al que se aplicó diferentes niveles de *Agave americana*, establece que en el tratamiento testigo, 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, en el tratamiento T1 (10%), 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 3, observándose que la aplicación del menores niveles de *Agave americana*, estabiliza la solución del yogurt.

Para el caso del tratamiento T3, el comportamiento registra variabilidad ya que de un valor inicial de 6°Brix a los 7 y 14 días se eleva a 7°Brix, 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.. Para la aplicación del 20% de *Agave americano*, en el yogurt de soja se reporta 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.

Cuadro 3. VIDA ÚTIL DEL YOGURT DE *Glycine max* (SOYA).

Variable	NIVELES DE <i>Agave americana</i> , %.				EE	Prob	Sign
	0%	10%	15%	20%			
	T0	T1	T2	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	**

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

pH 7 días	5,30 a	5,20 a	5,50 a	5,22 a	0,2	0,68	ns
pH 14 días	4,23a	4,17 a	4,13 a	4,26 a	0,14	0,927	ns
pH 21 días	3,55 a	4,02 a	4,08 a	4,23 a	0,13	0,9592	ns
Acidez 7 días	21,75 b	30,90 c	32,10 c	35,70 a	0,54	0,0001	**
Acidez 14 días	44,25 c	36,60 b	62,70 c	73,50 a	0,27	0,0001	**
Acidez 21 días	68,10 c	56,10 b	72,60 c	75,90 a	0,28	0,0001	**
Densidad 7 días	1,05 a	1,04 b	1,04 b	1,04 b	0,001	0,0001	**
Densidad 14 días	1,05 a	1,04 b	1,04 b	1,04 b	0,002	0,0003	**
Densidad 21 días	1,07 b	1,06 b	1,06 c	1,06 a	0,001	0,0003	**

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.

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 interviene en su normal fermentación ácido láctica.

Acidez

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

La acidez reflejan que a los 7 días los valores más altos fueron reportados en el tratamiento T3, con 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 21.75 % NaOH. 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, 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. A los 21 días este comportamiento se mantiene sin alteración y que es sinónimo de un proceso normal de 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 56,10 % NaOH

Densidad

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.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

De la evaluación del análisis económico se desprende que 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 28 centavos, 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-

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La valoración de las características físico químicas del yogurt de *Glycine max*, determino diferencias altamente significativas 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 reporta en el tratamiento T3, el contenido proteico más alto (2.98%).
- El análisis microbiológico no reporto diferencias estadísticas de los tratamientos sin embargo numéricamente se observa que en el tratamiento T3 los conteos de Coliformes totales (2,83

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

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 reportó 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 determinó 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* es un edulcorante natural.

Por lo que se recomienda

- 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 tóxica.
- 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.

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

- 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.

LITERATURA CITADA

1. 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.
2. ECUADOR, 1996 Instituto Ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica NTE INEN 16, Requisitos, Quito, Ecuador.
3. ECUADOR, 1996, Instituto Ecuatoriano de Normalización Norma técnica Ecuatoriana del Yogurt INT 710 , Requisitos, Quito, Ecuador,
4. ECUADOR, 2002 Instituto ecuatoriano de Normalización que en su norma técnica INEN 2395 Requisitos, Quito, Ecuador.
5. <http://www.saboresautenticos.com> 2013. Arteaga, P, Edulcorantes naturales su composición nutritiva.
6. <http://www.diodora.com> 2014. Mendoza, A. Características físico químicas y microbiológicas del yogurt.
7. <http://www.enbuenasmanos.com> 2014. López, J. Características de los productos elaborados con soya.
8. <http://www.saludalia.com>. 2009. Pimentel, B. La soya un alimento ideal para los problemas menstruales.
9. <http://www.fichas.infojardin.com> 2014. Berlits, E, Usos alimentarios del sirope de agave.
10. ORDOÑEZ, J. 2008, "Tecnología de los alimentos, ": Alimentos de origen animal, volumen II, Madrid, España, Edit Síntesis S,A, pp 25 – 27.

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal

11. PORTER, N, 2001. La ciencia de los alimentos, 2a ed, Madrid, España,, Edit Aria, pp 15 – 52,

¹Ingeniero en Industrias Pecuarias,

²Ingeniero en industrias Pecuarias, Magister en Procesamiento de alimentos

³Ingeniero Zootecnista,

⁴Ingeniero Zootecnista, Máster en producción animal