



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

ELABORACIÓN DE SACCHARINA RÚSTICA, ADICIONADA CON UN FERMENTO CASERO A BASE DE LECHE DE BÚLGAROS (*LACTOBACILLUS BULGARICUS*).

TESIS.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTENCISTA.

PRESENTA:
IVÁN AGUILAR CHÁVEZ.

ASESOR: DR. JUAN JESÚS RUIZ CERVANTES.

COASESOR: MVZ MARÍA DE LOS ÁNGELES RUIZ RIVERA.

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**



**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

ELABORACIÓN DE SACCHARINA RÚSTICA, ADICIONADA CON UN FERMENTO CASERO A BASE DE LECHE DE BÚLGAROS (Lactobacillus bulgaricus).

Que presenta el pasante: **IVAN AGUILAR CHAVEZ**

Con número de cuenta: **30406269-4** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 7 de Febrero de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Juan Jesús Ruiz Cervantes	
VOCAL	Dr. Joob Anastasio Zaragoza Esparza	
SECRETARIO	M.V.Z. Berenice Rocio Gutierrez Beceril	
1er SUPLENTE	Dra. Ma de los Ángeles Ortiz Rubio	
2do SUPLENTE	M.V.Z. Carlos Jovito Alvarez Alonso	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.
(Art 127 REP)

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco vivir este momento especial, a la vida que me permite vivir momentos únicos e irrepetibles, a un algo supremo que muchos nombran Dios el cual día con día me demuestra su condescendencia y su gran cariño.

Durante este camino mucha gente ha sido muy importante, que me ha dejado tantas enseñanzas que no hay manera de agradecerles todo esto y aunque a muchas olvidare mencionar no por eso dejare de agradecerles. En los últimos años de mi formación me e encontrado personas que han vuelto ejemplos empezando por mi asesor el Dr. Juan J. Ruiz Cervantes quien luego de muchos sucesos, en especial uno, deposito su confianza me aceptó como tesista, de forma académica me adopto para luego compartir tantos conocimientos y fomentar el naciente, en aquel momento, gusto por los bovinos que meses atrás había sembrado el Dr. Enrique Esperón con aquello de la reproducción animal, muy en especial les debo el haberle encontrado el gusto a esta mi profesión.

A la Dra. Mary, al Doc. Gabriel y todos aquellos profesores de la FES con los cuales pude convivir más como personas y profesionales durante este año lo cuales me enseñaron más de esta profesión y de la vida.

Al ingeniero Miguel Ángel Farías y Miguel Ángel Olmos Arana por las facilidades y la ayuda que nos prestaron para realizar este experimento. Al Dr. Oziel Montañez que a pesar de no conocerlo en persona amablemente me brindo información valiosa que me es de gran valía para esta investigación y la generación de está mi tesis, además de revisarla.

Y por último a todos aquellos que han estado pendientes de este proceso amigos de verdad (Mónica, Sandra, Alejandro, Emmanuel, Rogelio, Abraham, Diana, Ernesto, Alberto, Adrian, espero no olvidar a nadie), compañeros en algún momento de la formación académica, gracias por compartir tantos momentos agradables y dejarme alguna enseñanza. Al maestro Miguel que donde sea que este ahora, siempre me arengo para seguir adelante diciéndome " El que es perico donde sea es verde".

Este agradecimiento lo hago extensivo a aquellos miembros de mi familia que se han tomado un momento para saber de que se trata este libro, dar su opinión, hacerle mejoras o para simplemente preguntar que estoy haciendo.

DEDICATORIAS.

En principio haré una mención a una persona que creyó en mi hasta el final del camino y a pesar de que no puede estar presenciando el momento, sabrá que no lo eh defraudado, ¡misión cumplida!, ahora solo queda llevarlo a la práctica tal y como me dijo...junto con él hay un ángel que aunque poco convivimos ambos deben estar orgullosos de su heredero por el paso que está dando, para ellos dos en especial va dedicado este trabajo, siguiendo con los que no pueden estar presentes hay una vida que se escapó y no hice mucho, por ella en su honor daré mi mayor esfuerzo día a día. *In memoriam.*

A mis padres que a pesar de todo lo que ha pasado en estos últimos tiempos hemos salido juntos, deben estar tranquilos su trabajo llego a buen puerto y de aquí en adelante solo me queda darle las gracias por dejarme hacer lo que quise en lo académico, de ahora en adelante lo demás será de mi cuenta.

Dedicarlo a todos aquellos que pusieron su granito de arena para que llegara hasta aquí cada uno de una forma u otra contribuyeron muchas gracias sin esos detalles esto no hubiera sido posible o hubiera sido más difícil.

In hoc signo vinces....

ÍNDICE GENERAL.

I. Resumen.	1
II. Introducción.	2
III. Revisión bibliográfica.	4
3.1 Caña de Azúcar.	4
3.1.1 Historia e importancia de la caña de azúcar en México.	4
3.1.2 Características de la Caña de azúcar.	5
3.2 Fermentación en Estado Sólido.	6
3.2.1 Características de los sustratos utilizados en la Fermentación en Estado Sólido.	7
3.3 Saccharina.	8
3.3.1 Historia y obtención de la Saccharina.	8
3.3.2 Investigación entorno de la Saccharina.	9
3.3.3 La SC alimento proteico no convencional y su utilidad en la suplementación alimenticia en bovinos.	11
3.4 Inóculo Artesanal.	12
3.4.1 Definición y acción del Inóculo Artesanal.	12
3.4.2 Elaboración y componentes del Inóculo Artesanal.	14
IV. Hipótesis.	15
V. Objetivo (s).	16
VI. Materiales y métodos.	17
VII. Resultados y Discusión.	21
VIII. Conclusiones.	26
IX. Glosario	27
X. Bibliografía citada.	29
XI. Anexo.	34

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla .1 Composición bromatológica de la Caña entera de azúcar.	6
Tabla 2. Fórmula de los tratamientos agregados a la caña de azúcar en base fresca para elaborar Saccharina, cada tratamiento corresponde a los propuestos con anterioridad.	18
Tabla 3.- Comparación de los promedios de las temperaturas de las masas fermentativas y de sus cifras máximas y mínimas obtenidas a lo largo del proceso fermentativo para la elaborar Saccharina Rústica.	22
Tabla 4. Comparación de los contenidos de proteína cruda (%) según la fórmula correspondiente.	23
Tabla 5. Contenidos de energía metabolizable de cada uno de los tratamientos utilizados, expresados Mcal/kg.	24

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Diversificación de una explotación de Caña de Azúcar. En un sistema de producción de CA, se muestran los productos, subproductos y su uso en industrias pecuarias.	5
Figura 2. CA durante la molienda realizada en el CEA dentro de las instalaciones de la FES-C realizada con ayuda del personal (Miguel Ángel Olmos Arana). . . .	17
Figura 3. Lotificación y mezclado de activos con CA sobre el área de trabajo libre de agentes contaminantes por el sustentante Iván Aguilar Chávez.	18
Figura 4. Fotografía de la toma de mediciones (TA, TM y pH) realizadas a uno de los lotes experimentales realizada por el Dr Juan Ruiz Cervantes.	19
Figura 5. Temperaturas de las masas fermentativas y del ambiente a través de los diferentes momentos del proceso para elaborar SC, expresadas en °C.	21

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Valores del Análisis Químico Inmediato.	34
--	----

I. RESUMEN.

Con el propósito de utilizar un fermento rústico con base en leche de búlgaros (*L. bulgaricus*), como un aditivo más en la elaboración de Saccharina Rústica, (SR) y medir sus repercusiones sobre las concentraciones de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM), en el producto final, se utilizaron 100 kg de Caña de Azúcar (CA) sin hojas y sin puntas mismos que fueron molidos hasta obtener partículas de un tamaño entre 20 – 30 mm. En seguida se formaron tres lotes de 25 kg cada uno y a los que se les agregaron los tratamientos correspondientes, a T1 (1.5% de mezcla mineral, 0.5% de urea y 0.75% de sulfato de amonio grado fertilizante), T2 (1.5% de mezcla mineral y 0.5% de urea) y T3 (1.5% de mezcla mineral, 0.5% de urea, 0.75% de sulfato de amonio grado fertilizante y 1% de inóculo artesanal) de manera aleatoria. A cada lote con su tratamiento respectivo se le sometió a un proceso de fermentación en estado sólido, durante 16 h (tiempo total del experimento) al finalizar este periodo se tomaron muestras de cada uno de las parcelas empleadas, una vez analizados en el laboratorio se obtuvieron como resultados para T1 tenores de PC fueron de 16.71% y 2.87 Mcal/kg de EM, para T2 18.98% de PC con una EM de 2.87 Mcal/kg, y para T3 tenores de 20.51% de PC y 2.90 Mcal/kg de EM. Se puede decir que el fermento tuvo repercusiones positivas sobre la PC respecto de datos obtenidos con anterioridad, aunque al notar los niveles de EM no mostró efectos aparentes.

Palabras claves: Saccharina, leche búlgara, fermentación en estado sólido.

II. INTRODUCCIÓN.

Las épocas de estío siempre han provocado en México una situación crítica que golpea severamente a la ganadería, dejando a su paso estragos reflejados en la alimentación animal. Además los pastos utilizados en nuestro país son bajos en calidad están poco disponibles, se une a este componente la escasez de agua para bebida. Como una consecuencia de este panorama en 2012 se presentó una disminución de 937,000 cabezas de ganado bovino a causa de la inanición y del sacrificio de semovientes, siendo el resultado de una de las medidas tomadas por parte de los propietarios en respuesta a las sequias y falta de alimento (Martínez, 2012). Otro componente en este panorama de por sí difícil, fue el alza en el precio de los granos de cereal suscitados a nivel internacional la cual se está presentando desde años anteriores, y por tanto provocó la dificultad de sostener la rentabilidad de las industrias pecuarias (Amayo, 2011; Barrientos, 2012).

Lo anterior, de alguna manera obliga a quienes trabajan en la producción pecuaria a la búsqueda de soluciones para poder paliar la falta de alimento y agua de buena calidad. Las propuestas deben ser de fácil consecución. En el caso particular del alimento debe ser suficiente y de buena calidad nutricional, aunado a la disponibilidad del agua, no solo para mantener a los animales sino ayudar a mantener una producción satisfactoria.

Dentro de la búsqueda de opciones, está como ejemplo lo realizado en el estado de Jalisco, en donde el sector azucarero con el fin de ayudar a resolver la problemática del alimento donó rastrojo de CA para la engorda de animales (Zapata, 2011). Además, se pueden agregar otras acciones para obtener otras fuentes de forraje complementarios a partir de esta gramínea, como puede ser la llamada “caña parada”, siendo esta la que queda en el terreno de siembra al momento de suspenderse la zafra por el arribo de las lluvias (Ruíz, 2012; Torres, 2003). Estos residuos constituyen una fuente potencial de alimentos para rumiantes, principalmente en países de climas tropicales y subtropicales o donde se cultive CA (Ruíz, 2004). El uso de éstos evita así el desperdicio de este valioso cultivo. Además, con su utilización se potencializa el sector

pecuario y por lo tanto la relación con el sector azucarero que en algunos países es ya una simbiosis en potencia, dando como resultado el uso de cantidades cada vez mayores de CA para alimentar animales con repercusiones positivas desde un punto de vista económico y ecológico (Stuart, *et al*, 1994).

Una de las limitantes de la CA es su bajo tenor proteico, por fortuna en los años 90`s, diversos investigadores tomaron a este cultivo como su objeto de estudio para adicionarle algunos elementos y hacerlo nutricionalmente más rico como alimento, destacando en este sentido Elías *et al*, (1990) cuya aportación consistió en formular una mezcla de urea (nitrógeno no proteico) más minerales que adicionada a la CA y sometida a una fermentación en estado sólido dio como resultado, un aumento en sus niveles de proteína hasta alcanzar niveles de 12-14%. Este co-producto se conoce hoy como Saccharina Rústica (SR) y que a la postre, se convirtió en tema de estudio de otros investigadores y motivo del presente experimento, cuya finalidad fue obtener un producto similar a la SR y que pudiera ser más rico en nutrientes sobre todo en PC, por lo que se propuso utilizar la fórmula de SC propuesta por Elías, *et al*, (1990) y la modificada por Ruíz *et al*, (2002) más un fermento casero a partir de leche búlgara producida por lactobacilos, del genero *Lactobacillus bulgaricus*.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1 Caña de Azúcar.

La CA (*Saccharum officinarum*), es una planta de tipo semi-perenne que pertenece a la familia de las poáceas (gramináceas) emparentada con el sorgo (*Sorghum spp*) y el maíz (*Zea mays*) ambos cereales de gran importancia en la alimentación animal (Flores, 1981).

3.1.1 Historia e importancia.

El origen de la CA, se sabe al día de hoy que fue Nueva Guinea sitio desde donde comienza su migración pasando por diversos países antes de la llegada a México. Hecho que se remonta a la época de la conquista española, cuando se instalan las primeras industrias azucareras en zonas tropicales en la entonces Nueva España (Flores, 1981; Colorado, 2009).

Actualmente la industria azucarera en México cuenta con un total de 62 ingenios azucareros repartidos en 15 estados “cañeros” llamados así por ser los principales productores de este cultivo, siendo estos: Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz (SAGARPA, 2013). Estas empresas pueden obtener diferentes productos para ser utilizados en las unidades de producción animal (Figura 1).

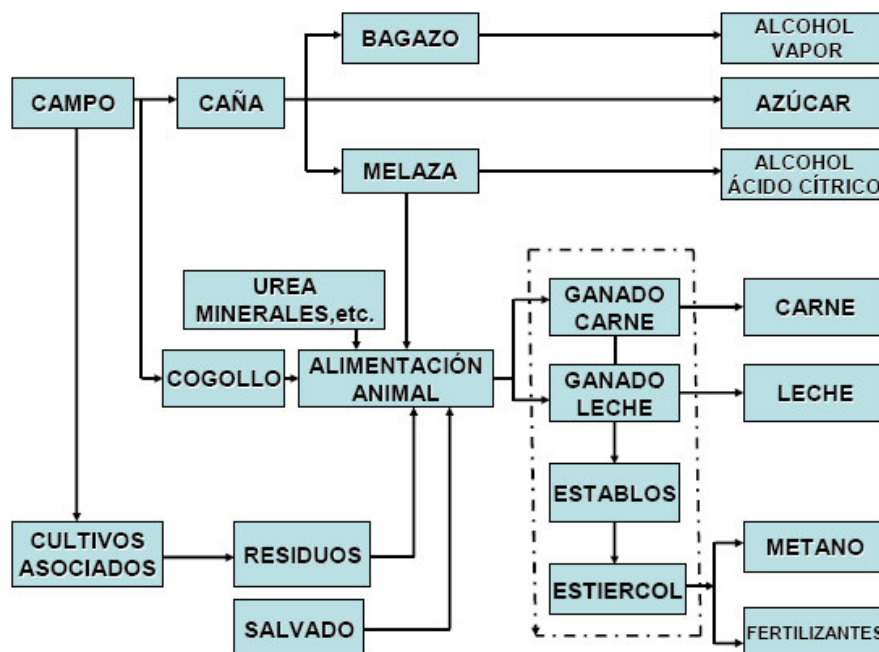


Figura 1. Diversificación de una explotación de caña de azúcar. En un sistema de producción de CA, se muestran los productos, subproductos y su uso en industrias pecuarias. Chaves, 2008.

3.1.2. Características de la CA.

El valor alimenticio (Tabla 1) y la concentración de los componentes nutricionales de esta planta están sujetos a variaciones de acuerdo a factores tales como la variedad (familia), edad, madurez, clima, tipo de suelo, método de cultivo, tipo de fertilizantes, lluvias y riegos entre otros. Aun así la CA dentro de las plantas comerciales se considera excepcional debido a los atributos y ventajas que posee, algunos de estos son:

1. Dispone de una enorme capacidad para producir masa verde (biomasa), al transformar de manera muy eficaz la energía solar captada (Ruiz, 2004; Colorado, 2009), esto es gracias a su Índice de Área Foliar (IAF \approx 4-10) que le permite asimilar la luz de forma amplia y favorece la absorción de la radiación solar (Chaves, 2008).
2. Su tallo es macizo, con una altura de 2 a 5 m y un diámetro de 5 a 6 cm. Presenta una parte sólida (fibra) y una líquida donde se encuentra el jugo en niveles del 14%, compuesto de agua y sacarosa (Flores, 1981;

Colorado, 2009). También presenta un sistema de raíces superficiales ramificadas y absorbentes; de fijación más profunda y cordones que profundizan hasta 6m, lo cual le da una capacidad de exploración mayor en forma horizontal y vertical (Chaves, 2008).

3. Tiene una alta adaptabilidad que le permite desarrollarse y soportar condiciones hídricas y de temperatura extremas (Martín, 2005; Chaves, 2008; Colorado, 2009).

Tabla 1. Composición bromatológica de la Caña de azúcar entera. Ruiz (2004).

Indicador	Rango %
Materia seca	26.2
Fibra bruta	27.9
Energía metabolizable (Mcal/kg)	2.10
Proteína Bruta	2.6

3.2 Fermentación en Estado Sólido.

La Fermentación en Estado Sólido (FES), se define como “Un proceso microbiológico que ocurre comúnmente en la superficie de materiales sólidos que tienen la propiedad de absorber y contener agua, con o sin nutrientes solubles”. Abarcando aquellos procesos donde el soporte sólido (sustrato) sea inerte y aquellos procesos donde el sustrato utilizado por los microorganismos puedan ser sustancias solubles en agua (Julián *et al*, 2007; Rodríguez, 2004; Díaz, 2009).

Este bioproceso FES al cual se someten los residuos agroindustriales (lignocelulósicos) de la producción azucarera, adquiere una gran importancia debido a que estos residuos son enriquecidos nutricionalmente sobre todo en la porción proteica para que su destino final sea la alimentación animal. Gracias a

ello hoy existe un creciente interés tanto por los resultados en el incremento del proceso microbiano como por la formación de nuevos productos (Julián *et al*, 2007; Díaz, 2009).

Durante el proceso de FES se debe tomar en cuenta a ciertos factores que pueden afectar al crecimiento y rendimiento de un material sometido a esta técnica. Dentro de estos los factores más importantes son: la disponibilidad de energía en forma de carbohidratos que serán utilizados por los microorganismos como la materia prima para la conversión a proteína de origen celular. A esto se debe fundamentalmente el utilizar como inóculo la flora epifítica de la caña de azúcar, la cual es susceptible a presentar cambios con respecto a su calidad y cantidad por efecto de factores tales como son las condiciones ambientales y los cambios de pH que sufrirá la masa fermentativa a lo largo del proceso (Carrasco *et al*, 1998; Rodríguez *et al*, 2001; Rodríguez, 2004; Julián *et al*, 2007).

3.2.1. Características de los sustratos utilizados en la Fermentación en Estado Sólido.

La SC, es un producto obtenido mediante una FES, y por un procedimiento relativamente sencillo en cuanto a su elaboración. Sin embargo, los sustratos que van a someterse a este método deben cumplir con ciertas características según Elías *et al*, (1990) siendo estas el poseer:

- ✓ Carbohidratos solubles, los cuales deben estar disponibles en cantidad suficiente para uso de la microbiota.
- ✓ Estructuras físicas fuertes para fermentación en capas profundas y que permitan el flujo de aire. La aireación es facilitada a través de los espacios entre las partículas de la fibra y la mezcla de partículas.
- ✓ Una capacidad máxima de almacenamiento de agua para permitir la solubilización de nutrientes.
- ✓ Un contenido bajo de sustancias indigestibles.

- ✓ Facilidad en el recobrado y secado del producto y que no requiera de procesos post fermentativos complejos.
- ✓ La capacidad para ser incorporado directamente a la alimentación animal (Nelson *et al*, 2004).

3.3 Saccharina.

3.3.1 Historia y obtención de la SC.

Elías, *et al*, (1990); Lezcano, *et al*, (1994), desarrollaron en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba una tecnología para la producción de un nuevo alimento mediante el proceso de FES, el resultado fue un **alimento proteico-energético** al cual denominaron SC. Para su elaboración se aprovechó el crecimiento de la flora epifítica de la CA específicamente las levaduras, las que para su desarrollo necesitan una fuente de nitrógeno fermentable como es el caso de la urea, ésta provoca un efecto mediante una hidrólisis bacteriana, el aumento en niveles de amoniaco para el posterior uso de este compuesto por parte de un grupo de bacterias ureolíticas como son los (*Staphylococcus epidermidis* y *Acinetobacter calcoaceticus*). También se han observado que durante la FES aumenta el número de ácidos grasos volátiles (AGV) totales, se reduce la materia seca (MS) y se incrementan las concentraciones de aminoácidos totales, aunado a este efecto la inclusión de una mezcla mineral proporcionará un mayor enriquecimiento al medio en el cual la microbiota podrá tener un crecimiento óptimo. De hecho, algunos elementos son metabolizados para aportar energía y otros son convertidos en materiales de constitución del protoplasma y estructura celular. (Elías *et al*, 1990; Elías *et al*, 1993; Lezcano *et al*, 1994; Valiño *et al*, 1994a; Valiño *et al*, 1994b; Valiño *et al*, 2002.; Ruiz *et al*, 2002; Nelson *et al*, 2004; Ruiz 2004; Rodríguez 2005).

Con base a las condiciones en que se fermente la CA, se obtiene SC de las siguientes formas.

- ✓ Industrial
- ✓ Semi-industrial
- ✓ Rústica.

La SC de tipo industrial se obtiene al fermentar y secar el producto en condiciones controladas mediante el uso de fermentadores. La de tipo semi-industrial se lleva a cabo en fermentadores con el secado al sol. Finalmente la SR es un proceso fuera de fermentadores, evitando solo la posibilidad de una contaminación del producto, quedando el resto de su elaboración supeditado a las condiciones naturales, en donde solo se utilizan superficies asfaltadas, un molino y enseres utilizados para remover la masa fermentativa (MF), el contacto con los rayos solares se da hasta el final del proceso para su secado. El proceso de elaboración de SR parece ser más útil en la industria pecuaria debido a sus requerimientos mínimos en cuanto a su elaboración (Nelson *et al*, 2004; Julián *et al*, 2007).

En cuanto a sus características físicas la SC es un alimento con un elevado contenido de fibra bruta de 24% hasta 26% Elías *et al*, (1990), lo cual puede limitar su uso en animales monogástricos. Además su poco volumen, atenta contra la economía de su embalaje, transporte y almacenamiento, a la par que dificulta su manejo en las fábricas de piensos (Julián *et al*, 2007).

3.3.2 Investigación sobre la elaboración de la SC.

Se han realizado diferentes investigaciones en torno a la SC con objetivos tales como mejorar su calidad nutricional y hacerla más fácil en cuanto a su proceso de elaboración entre otras. También se ha estudiado la altura de la capa de fermentación, ya que en un inicio Lezcano *et al*, (1994) y Nelson *et al*, (2004) plantearon como opción una altura de 5 cm hasta 10 cm. Se observó que a 10 cm de altura la síntesis proteica fue 20% mayor. Carrasco, *et al*, (1998), demostraron que a 15 cm de altura y con la adición de excreta de vacuno en concentraciones del 30% de la MF la SC tuvo un incremento del 9% en la proteína verdadera (PV), en conjunción a este índice encontramos que hay una estrecha relación con la temperatura de la masa (TM), la cual parece ser constante entre 36 - 37° C, (Lezcano *et al*, 1994).

Otro factor importante es el pH, el cual se sabe es un indicador del buen proceso de fermentación de tal manera que si este se mantiene por debajo de un índice de 7.0 nos permite inferir un buen proceso de acidificación en el cual

se puede encontrar una liberación de AGV. Si por el contrario, se detecta que el sustrato sometido al proceso de FES presenta un pH por encima de 7.0 es una señal de que hay producción de amoníaco lo cual es completamente desfavorable a la síntesis proteica. (Elías *et al*, 1990; Lezcano *et al*, 1994; Monroy *et al*, 2006).

Respecto de los microorganismos, se sabe que las levaduras que se establecen en la CA durante el proceso de fermentación, para su crecimiento son capaces de tomar el nitrógeno del medio, cuando se adiciona una solución que contenga vitaminas y minerales traza hay una mejor utilización de los enriquecedores, específicamente de la urea. Estas mejoras son visibles en el crecimiento de las diferentes especies de levaduras, tales como *Cándida krusei*, la cual está presente en menor proporción comparada con el resto de las levaduras encontradas y se sabe que tiene la capacidad para utilizar al amonio como única fuente de nitrógeno, desempeñando un papel favorable en la fermentación por la actividad de la enzima ureasa presente en esta levadura, cuidando la adición en cantidades excesivas ya que estas podrían provocar una inhibición en el crecimiento (Elías *et al*, 1993).

Respecto de la identificación de bacterias, se han aislado gérmenes Gram negativos de los géneros (*Klebsiella pneumoniae sp pneumoniae*, *Serratia rubidae*, *Enterobacter cloacae*, *E. aerogenes*, *E. aglomeraria*, *Proteus vulgaricus*, *Acinetobacter calcoaceticus var. Lwoffii*) que corresponden al 40.3% de la microbiota total. Se sabe que bacterias pertenecientes a los géneros: *Proteus*, *Klebsiella* y *Acinetobacter* no son formadoras normales de la microbiota de la caña. En este sentido la procedencia de estos microorganismos pudiera estar relacionada con los grados de contaminación de suelo, polvo, agua, manipulación en la cosecha, troceado y traslado de la CA Valiño *et al*, (1994a). En el caso de los gérmenes Gram positivos, el 37.5% fueron cocos y el 22.2% bacilos, de los géneros *Micrococcus duleus*, *M varians*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus coagulans*, *B. brevis*, *B. pentothenticus* *Corynebacterium pseudodiphide*, *C. riticus* y *Kurthia sp.*,

correspondientes todos ellos a la biota de la CA (Valiño *et al*, 1994b; Valiño *et al*, 2002).

3.3.3 La SC como alimento proteico no convencional y su uso en la alimentación en bovinos.

Como se mencionó, la adición de urea y una mezcla mineral dan como principal resultado un aumento en los niveles de PC en la elaboración de SC de tal forma que se pueden detectar concentraciones de 11 a 14%, de este nutriente. Además se obtiene una producción de energía bruta de 3.8Mcal/kg de MS y niveles de fibra del 25 -30% (Elías *et al*, 1990).

Ruiz *et al*, (2002) propusieron el uso de azufre inorgánico como un componente más para elaborar la SC, partiendo del principio de que algunos microorganismos son capaces de tomar este elemento e incorporarlo a su protoplasma en forma de aminoácidos azufrados esenciales. Para este propósito, se adicionó a la fórmula original, para elaborar SC, Sulfato de Amonio de grado Fertilizante (SAF). Para probar su hipótesis, elaboraron SC con diferentes concentraciones de SAF y al final obtuvieron un producto con concentraciones de proteína (N x 6.25) de 9.76% al usar la fórmula original y de hasta un máximo de 15.58 % cuando se incorporó 0.75 % de SAF, superando en este caso a lo propuesto por de Elías, *et al*, (1990).

Con esta concentración de PC y Mcal/kg se ha observado la posibilidad de utilizar la SC como un sustituto de los cereales en dietas animales incluyendo a los rumiantes jóvenes(Elías *et al*, 1990; Reyes *et al*, 1993a; Reyes *et al*, 1993b). Por lo que se ha usado en bovinos lecheros en dietas con porcentajes del 50% al 70%, los resultados observados en cuanto a la concentración de grasa de la leche fue más alto al incluir SC puesto que los animales consumieron mayor cantidad de fibra. Además de que con la inclusión de SC presentaron un mayor peso vivo en comparación con el que presentaron bovinos que consumieron alimento comercial. Por último y sin duda lo más importante que se pudo determinar, es que el uso de SC en las dietas redujo un 13% los costos de la producción por litro de leche (Reyes *et al*, 1993).

Es posible sustituir a un alimento comercial por SC en concentraciones de 50% hasta un 70% desde el punto de vista de la fermentación ruminal, puesto que el uso de la SC favorece la actividad de las enzimas celulasas, acentuándose esta actividad, a concentraciones del 70%. Además, se pudo determinar que no modificó las concentraciones de ácido láctico, amoníaco (NH₃), AGV totales ni pH del líquido ruminal. También se pudo detectar que la SC cuenta con biodisponibilidad de calcio y fósforo, minerales esenciales para el crecimiento y actividad de los microorganismos ruminales (Galindo *et al*, 1996).

En el caso de los terneros antes del destete, la SC pudo utilizarse en un porcentaje máximo del 20% como sustituto de cereales en dietas integrales debido a que la SC es sumamente fibrosa. Sin embargo a medida que los terneros crecen del día 10 hasta el día 120 de edad se puede aumentar el porcentaje de sustitución de los granos por SC hasta en un 35% de tal manera que la ganancia diaria de peso (GDP) conseguida con esta estrategia ha sido de hasta 0.6 kg y con la sustitución del 67% se logró obtener una GDP de 0.52 kg según Marrero *et al*, (1992a).

Respecto de la utilización de SC en bovinos de ceba en pastoreo, se ha observado que puede ser utilizada como concentrado al 100%, basta proporcionar a los semovientes sales minerales y agua de bebida a libre acceso (Valdes *et al*, 1994).

3.4 Inóculo Artesanal.

3.4.1. Definición y acción del Inóculo Artesanal

El inóculo artesanal (IA) se puede definir como un producto láctico capaz de promover una más rápida y eficiente fermentación de sustratos fermentables y como consecuencia incrementa la calidad y cantidad del producto fermentado medido ésta como MS. Su principal característica es que cuenta con una alta concentración de bacterias ácido lácticas (BAL) y su elaboración es de forma no comercial Tobía *et al*, (2000). Otras cualidades del IA es que se caracteriza por:

- ✓ Su bajo costo de elaboración.
- ✓ Seguridad en el manejo.
- ✓ La baja tasa de aplicación por tonelada de forraje picado.
- ✓ No contamina el ambiente.

La finalidad de adicionar un inóculo, durante la elaboración de la SC es aumentar los niveles de PC en este caso de la CA, por lo tanto se tendrá una "ganancia" al incrementar la masa microbiana en el rumen y con ello, conseguir que el animal tenga proteína de sobrepaso de alta calidad biológica Montañez (2013) Comunicación personal. El éxito depende de la cantidad de BAL que se suman a la presencia de los niveles de carbohidratos adecuados, para así obtener altas producciones de ácido láctico, las cuales deberán presentar un pH ácido consiguiendo que los productos se preserven (Lomelí 2008; Reyes *et al*, 2012).

La base de la composición del inóculo, es la leche búlgara (LB) debido a la fermentación de tipo láctica que genera, además de que para el caso especial de la CA y dada la cantidad de carbohidratos tiende a una fermentación alcohólica, debido a esto se le adiciona LB que contiene lactobacilos que generan ácido láctico, los cuáles evitan fermentaciones indeseadas Montañez (2013) Comunicación personal.

El yogurt (yogourth) se conoce también como leche cuajada búlgara, resultado de la actuación de dos fermentos lácticos: *Lactobacillus bulgaricus* (BAL homofermentativa, que se desarrolla óptimamente entre 45° y 50° C, acidificando fuertemente el medio, puede formar hasta un 2,7% de ácido láctico en leche) y *Streptococcus thermophilus*, (se multiplica bien entre 37° y 40° C desarrollándose hasta 50°. Esta es una especie homofermentativa termorresistente, que es mucho menos acidificante que *L. bulgaricus*) (Veisseyre 1986; Tobía *et al*, 2000; Colorado 2009). A su vez este tipo de microorganismos son clasificados como "probióticos", Castellote *et al*, (2005) menciona que en 2002 la FAO (Organización para la Alimentación y Agricultura) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) los definieron como el conjunto de "microorganismos vivos que han sido administrados en contenidos

adecuados para conferir beneficios a la salud de los hospedadores”, en esta definición incluye un condicionante importante, ya que indica explícitamente que los microorganismos están “vivos”.

3.4.2 Elaboración y componentes del Inóculo Artesanal.

Según Montañez, el resto de los elementos que constituyen el fermento como la melaza, urea y pollinaza, cumplen con funciones enriquecedoras para el medio bacteriano, además de ser una fuente de energía disponible como la melaza y además de ser una fuente para la obtención de mayores volúmenes de proteína.

IV. HIPÓTESIS.

Si durante la elaboración de Saccharina (SC) se le agrega un fermento casero con base a leche fermentada (*Lactobacillus bulgaricus*), entonces como resultado se obtendrá SC con niveles proteicos superiores a los obtenidos con otras fórmulas.

V. OBJETIVO (S).

Determinar si el uso de un fermento rústico elaborado con leche búlgara, incrementa las concentraciones de proteína (PC), de tal manera que su uso se recomiende como un ingrediente más en la elaboración de Saccharina rústica (SC).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo experimental se realizó en el taller de alimentos del Centro de Enseñanza Agropecuario (CEA), dentro de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán ubicada en San Sebastián Xhála Carretera Cuautitlán-Teoloyucan km 2.5, CP 54714. Edo de México con ubicación geográfica entre los paralelos 19° 35' y 19° 44' de latitud Norte; los meridianos 99° 10' y 99° 17' de longitud Oeste; su altitud es de 2 200 a 2 500 m, con rango de temperatura de 14° a 16°C, una precipitación pluvial de 600 a 800 mm y clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (72.3%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (27.7%), (INEGI, 2009).

De forma total se utilizaron 100 kg de CA limpia (sin hojas y sin puntas), en buen estado y en condiciones favorables (CA recién cortada y con presencia de jugo) para ser usada en este experimento (Figura 2).



Figura 2. CA durante la molienda realizada en el CEA dentro de las instalaciones de la FES-C realizada con ayuda del personal (Miguel Ángel Olmos Arana).

El proceso de la elaboración de la SR bajo techo dio inició con la molienda de la CA (08:00-10:00 h) a un tamaño de partícula de entre 20 y 30 mm con una maquina forrajera tradicional, como medida preventiva y para preservar la calidad del producto al finalizar la molienda se limpió la zona de trabajo. Acto

seguido la CA molida se pesó para formar lotes, de 25 kg cada uno (Figuras 2 y 3).



Figura 3. Lotificación y mezclado de activos con CA sobre el área de trabajo libre de agentes contaminantes por el sustentante Iván Aguilar Chávez.

A cada lote se le agregó de forma aleatoria el tratamiento correspondiente, mismos que se describen en la Tabla 2. Una vez agregados los tratamientos a cada uno de los lotes se homogeneizaron y se esparcieron sobre el área de trabajo formando montículos de 80 x 35 x15 cm de largo, ancho y alto respectivamente (Figura 2).

Tabla 2. Fórmula de los tratamientos agregados a la CA en base fresca para elaborar SC, cada tratamiento corresponde a los propuestos con anterioridad.

% DE ADITIVOS			
	T 1 Ruiz J, 2004.	T2 Elías A, <i>et al</i> , 1990.	T 3 Ruiz J, 2004 + inoculo artesanal
Urea	1.5%	1.5%	1.5%
Minerales*	0.5%	0.5%	0.5%
SAF**	0.75%	---	0.75%
Fermento casero***	---	---	1%

* La fórmula mineral adicionada con vitaminas utilizada fue de una marca comercial (Fervinac son selenio laboratorio Brovel)

**SAF (sulfato de amonio grado fertilizante)

***Composición del inoculo artesanal: 10% de melaza, 0.5% de urea, 5% de pollinaza y 1% de leche de búlgaros, completando el resto con agua hasta el 100%, con reposo de 24 horas previo a su adición.

Una vez extendidos se procedió a darles vuelta en lapsos de 2 h por un periodo de 14 h, al mismo tiempo se computarizaron temperatura ambiente (TA), temperatura de la masa (TM) y pH, usando para estas variables un medidor de pH marca Oakton modelo 3561480 y un termómetro ambiental (Figura 4).



Figura 4. Fotografía de la toma de mediciones (TA, TM y pH) realizadas a uno de los lotes experimentales realizada por el Dr. Juan Ruiz Cervantes.

Al finalizar la etapa anterior, el material final se sometió a un proceso de secado al sol durante un periodo de tres horas (cuidando la no contaminación del producto), al cabo de este tiempo se colectaron cuatro muestras en forma aleatoria de cada uno de los lotes para su posterior envío al laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para un análisis químico proximal.

El análisis estadístico se basó en un análisis de varianza para un diseño completamente al azar. El modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

dónde:

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento.

ε_{ij} = Error aleatorio normal (Rodríguez 1991; Ruiz 2004).

Los datos fueron analizados con el programa de computadora Matlab 16 y para determinar las diferencias entre medias se utilizó la prueba de Tuckey con el programa de computo SPSS versión 2012.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El promedio de TA fue $25.17 \pm 2.40^{\circ}\text{C}$ y mostró una diferencia de 7°C a lo largo de todo el experimento con un rango que osciló de 22 a 29°C , al comparar estos resultados con las observaciones hechas por Ruiz *et al*, (2002) y cuyo trabajo al elaborar la SC se llevó a cabo durante la noche averiguaron que la TA tuvo una variación de 10°C . En otro ensayo este mismo autor en el año 2004, elaboró SC con una TA que osciló entre 15°C a 36° con un valor para el promedio 20.9°C , y que comparado con este ensayo tuvo al menos 4°C más en lo que se refiere al promedio, pero los rangos fueron mucho más amplios en el caso de los autores citados. Cabe recordar que el primer ensayo para elaborar SC se efectuó en un laboratorio y en condiciones controladas. De tal manera que la temperatura utilizada fue de 40°C Elías *et al*, (1990). En otro ensayo (Torres 2003) que se ejecutó bajo condiciones de campo en las cuales la temperatura observada por este autor fue de 26.3°C . Esos trabajos en conjunto probablemente demuestran que la elaboración de SC soporta variaciones de la TA y que estas pueden tener diferentes rangos sin que en apariencia tenga consecuencias sobre la calidad del producto.

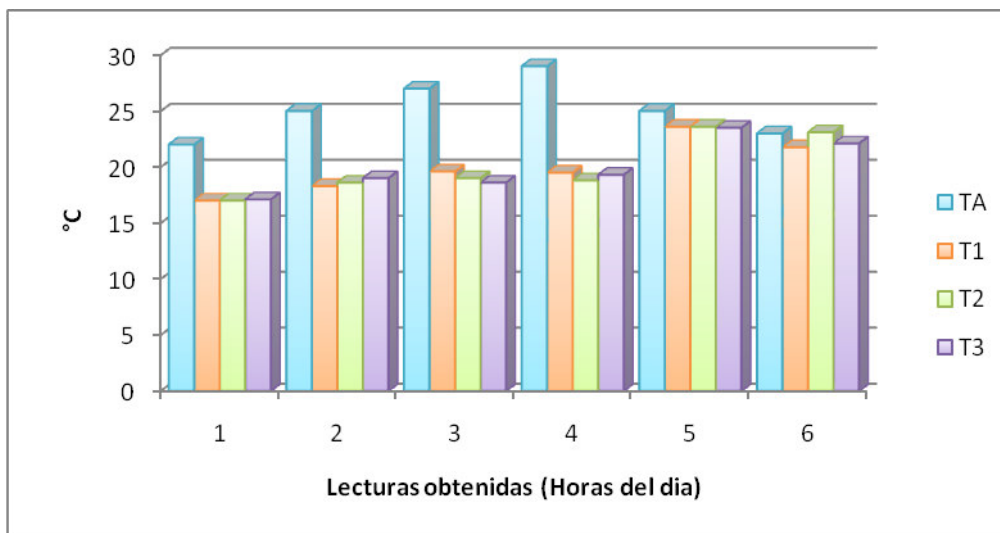


Figura 5. Temperaturas de las masas fermentativas y del ambiente a través de los diferentes momentos del proceso para elaborar SC expresadas en $^{\circ}\text{C}$.

En la Figura 5 se muestran las temperaturas de las masas fermentables de cada uno de los tratamientos, se observó que T1 tuvo como promedio $19.98 \pm 2.28^{\circ}\text{C}$ con un registro de una temperatura mínima de 17°C y una máxima de 24.1°C . Estos datos fueron muy similares al resultado de T2 en donde la temperatura promedio fue de $20.04 \pm 2.58^{\circ}\text{C}$ y una temperatura mínima de 17°C en tanto que su máximo récord fue de 24.4°C . Por último, en T3 el promedio detectado fue de $19.96 \pm 2.25^{\circ}\text{C}$ con una temperatura mínima de 17°C y una máxima de 23.8°C . Al analizarse los datos y comparar sus medias por un ANOVA con el programa Matlab 16 y a las cuales se les aplicó la prueba de Tukey se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.- Comparación de los promedios de las temperaturas de las masas fermentativas y de sus cifras máximas y mínimas obtenidas a lo largo del proceso fermentativo para la elaborar Saccharina Rústica.

Temperatura °C	T1	T2	T3
TP*	19.98 ± 2.28^a	20.04 ± 2.58^a	19.96 ± 2.25^a
Mínima.	17.00	17.00	17.00
Máxima	24.1	24.4	23.8

*Temperatura promedio. Las literales iguales en la misma fila demuestran ausencia de diferencias significativas ($P < 0.05$).

En cuanto a las concentraciones de PC, las diferencias entre todos y cada uno de los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$) y correspondió a T3 la cifra mayor con $20.5 \pm 1.40\%$ misma que al ser comparada con los valores de T1 presentó una diferencia de 3.8% puesto que T1 fue en apariencia menos eficaz en este caso. Por su parte T2 tuvo 18.98 ± 1.22 de PC (Tabla 4) al compararse estos resultados entre si se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$).

Tabla 4. Comparación de los contenidos de proteína cruda (%) según la fórmula correspondiente.

Fórmula.	% Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25).
T1	16.71 ± 1.10 ^a
T2	18.98 ± 1.22 ^b
T3	20.51 ± 1.40 ^c

Los valores con índices de literales diferentes mostraron diferencias significativas (P<0.05)

La confrontación de los resultados tanto del presente experimento con datos de otros investigadores que utilizaron las mismas formulas, se encontraron que T2 supero en un 2% a lo realizado por Elías *et al*, (1990) lo cual podemos atribuirle a que el mencionado autor realizó su trabajo en un laboratorio y bajo condiciones controladas de temperatura y otros factores entre los que se cuenta el tiempo de fermentación ya que este autor fermentó el producto por 48 h en tanto en este trabajo este proceso duro solo 16h en total. Esta misma situación se encontró al comparar la fórmula utilizada por Ruiz (2004) aún cuando en este caso la diferencia fue solo del 1% a favor de T1 como se puede apreciar en la Tabla 4. Cuando se analizaron otros trabajos en donde fue modificada la fórmula original, ninguno de ellos, mostró concentraciones de PC como las alcanzadas en el T3.

Algunos casos como Carrasco *et al*,(1998) quienes agregaron excreta vacuna al 30% más 1% de urea obteniendo niveles de PC (Nx6.25) de 11.79%, o como en el caso anteriormente citado de Ruiz *et al*, (2002); que al agregar SAF (0.75%) obtuvieron PC con 16.5% de PC, Rodríguez (2004) obtuvo 16.60% de PC (Nx6.25) al fermentar por 48hs una mezcla de CA adicionada con boniato (*Ipomea batata lam*) y 1.5 % de urea, Rodríguez (2005) al mezclar CA 40%, 56%de yuca (*Manhiot esculenta crantz*) 56% más 4% de soya (*Glycine max*), obtuvo 19.4% de PC (Nx6.25). Por su parte, Lomelí (2008); Reyes *et al*, (2012)

consiguieron contenidos un 13.75 % de PC al ensilar la CA adicionada con 1% de un fermento tal como se muestra en la tabla 1 y adicionando el 1% del aditivo compuesto por 1.0% urea, 0.1% SAF más 0.25% fósforo. Lezcano *et al*, (1994); Lezcano *et al*, (1997), propusieron que se elaborara SR bajo condiciones diurnas por 24 h de fermentación para obtener al final resultados 12.62 % ± 1 % de PC.

Con el propósito de determinar el probable efecto de la TA sobre la TF se calculó el índice de correlación correspondiente entre estas variables. Su resultado fue de -0.218 con una $P < 0.11$ lo que sugiere que la TA tiene poco efecto sobre la temperatura de la masa fermentativa. A esta misma conclusión llegaron con sus resultados (Ruiz *et al*, 2002).

Respecto de la variable energía, está medida como contenido de Mcal/kg, (Tabla 5), se aprecian que las diferencias en este caso, son inexistentes no obstante la diferencia de los tratamientos, como ya fue explicada con anterioridad

Tabla 5. Contenidos de energía metabolizable de cada uno de los tratamientos utilizados, expresados Mcal/kg.

Fórmula.	% Energía Metabolizable Mcal/kg
T1	2.87 ^a
T2	2.90 ^a
T3	2.89 ^a

Los valores se obtienen mediante un cálculo aplicado a los factores proteína, materia grasa, carbohidratos disponibles.

En cuanto a las referencias consultadas estas proponen el uso de la CA para fermentación a SR debe ser utilizada, entre 24 y hasta 48 h luego de haber sido cosechada, (Lezcano *et al*, 1994; Lezcano *et al*, 1997; Carrasco *et al*, 1998) pues parece que este hecho puede influir en los contenidos energéticos, de tal manera que se pueden observar diferencias con los resultados obtenidos por

Marrero *et al*, (1992a), donde mencionaron que el valor energético de la SR es 2.2 Mcal/kg, cifra menor a cualquiera de los resultados de los tres tratamientos en cuestión. Ruiz *et al*, (1990) consignan la misma cifra 2.26 Mcal/kg al utilizar la SC como base en una dieta para ovinos.

En sentido contrario, se han dado casos en que las concentraciones de EM, han sido mayores a las detectadas en el presente trabajo. De tal manera que los datos de Elías *et al*, (1990) en su trabajo original muestran cifras de 3.4 Mcal/kg cifra superior a cualquiera de las obtenidas en este ensayo pero que no alcanza a las obtenidas por Díaz *et al*, (1997) quienes elaboraron SC con CA entera, raspada o molida y detectaron 4.1; 3.6 y 3.7 Mcal/kg en sus productos finales.

VIII. CONCLUSIONES.

1. De los tres diferentes tratamientos utilizados para la elaboración de SR que se utilizaron, pudimos comprobar que T3 resultó ser más efectivo bajo las condiciones de: tamaño de partícula adecuado, evitar la acción directa de los rayos del sol sobre la MF.
2. El fermento casero utilizado junto con una de las fórmulas ya probadas con anticipación por otros autores, mostró que puede ayudar a incrementar las concentraciones de PC cuando se adiciona al momento de iniciarse el proceso fermentativo.
3. Respecto de la temperatura ambiental, pareciera no influir en las concentraciones de PC y EM del producto final.
4. Las concentraciones de EM, no fueron modificadas con el uso o no del fermento casero, pero, si se detectaron diferencias con las fórmulas originales utilizadas en el pasado y los resultados de este ensayo.

IX. GLOSARIO.

- I. Ácidos grasos volátiles (AGV): son un subgrupo de ácidos grasos con seis cadenas de carbono a lo cual deben su volatilidad.
- II. Bacterias ácido lácticas (BAL): son microorganismos benignos dotadas de la capacidad de generar ácido láctico como producto final de un proceso de fermentación.
- III. Caña de azúcar (CA): *Saccharum officinarum*, es una planta de tipo semi-perenne que pertenece a la familia de las poaceas (gramináceas).
- IV. Energía metabolizable (EM): Corresponde a la energía digestible menos la energía contenida en los gases (particularmente el metano) y la orina (particularmente la urea en mamíferos y el ácido úrico en aves) producidos por el animal.
- V. Fermentación en Estado Sólido (FES): Un proceso microbiológico que ocurre comúnmente en la superficie de materiales sólidos que tienen la propiedad de absorber y contener agua, con o sin nutrientes solubles.
- VI. Inóculo artesanal (IA): producto láctico capaz de promover una más rápida y eficiente fermentación de sustratos fermentables y como consecuencia incrementa la calidad y cantidad del producto fermentado.
- VII. Leche búlgara (LB): producto lácteo fermentado.
- VIII. Masa fermentativa (MF): sustrato sometido a fermentación en estado sólido al cual se le añaden enriquecedores para promover un crecimiento bacteriano.
- IX. Materia seca (MS): Contenido del alimento tras su desecación en estufa a 103°C hasta peso constante o en su defecto durante 24 horas.
- X. Proteína cruda (PC): Valor teórico asignado al contenido en proteína de un alimento y obtenido multiplicando su contenido en nitrógeno por 6,25.

Este cálculo considera que todo el nitrógeno está presente en forma de proteína y que esta tiene un 16% de nitrógeno como media.

- XI. Proteína verdadera (PV): medición única y exclusiva de las proteínas y no de cualquier fuente de nitrógeno.
- XII. Potencial de hidrogeno (pH): el químico danés S. P. L. Sørensen (1868-1939) lo definió como el opuesto del logaritmo en base 10 (o el logaritmo del inverso) de la actividad de los iones hidrógeno.
- XIII. Saccharina (SC): Se llama así a un alimento proteico-energético derivado de la caña de azúcar y obtenido mediante una fermentación en estado sólido.
- XIV. Saccharina rústica (SR): Se le llama así a la Saccharina que es obtenida fuera de fermentadores, evitando el contacto con los rayos solares durante el proceso y solo se expone a estos cuando se da el proceso de secado.
- XV. Temperatura ambiente (TA): temperatura del aire registrada al momento de la lectura
- XVI. Temperatura de la masa (TM): lectura realizada al calor generado dentro de la masa sometida a fermentación.

X. BIBLIOGRAFÍA CITADA.

1. Amayo A, 2011. Reportan incremento en forraje de ganado; no sube precio de leche. Nota informativa. Milenio Puebla México disponible en: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article78744>.
2. Barrientos C, 2012. Precio de granos aumentó en 30%. Nota informativa. El Siglo de Durango México disponible en: <http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/397483.precio-de-granos-aumento-en-30.html>.
3. Carrasco E; Boucourt R; Elías A; Febles I, 1998. Nivel de urea y grosor de la capa en los indicadores fermentativos de la caña de azúcar procesada con excreta vacuna. Rev. Cubana Cienc. Agríc.38: 39-42
4. Castellote C; Castell M, 2005. Yogur y modulación del sistema inmunitario. Rev. La Medicina de hoy, pp
5. Chaves S M, 2008. Uso de la caña de azúcar como forraje. Rev. Esp 68: 45-54
6. Colorado A, 2009. Evaluación química-nutricional de Saccharina sin y con lactobacilos. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Veracruz México.
7. Díaz J, Castro M, Pérez N, Anchan J, 1997. Nota sobre la composición bromatológica de Saccharinas elaboradas con caña raspada o pelada. Rev. Cubana de Cienc. Agríc, 31:309-312
8. Díaz D, 2009. Desarrollo de un inóculo con diferentes sustratos mediante fermentación sólida sumergida. Tesis Doctorado, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua.
9. Elías A; Lezcano O 1993. Efecto de la fuente de N y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establece en la producción de Saccharina, Rev. Cubana Cienc. Agríc, 27: 277-283.
10. Elías A; Lezcano O; Lezcano P; Cordero J; Quintana L, 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante la

fermentación en estado sólido (Saccharina). Rev. Cubana Cienc. Agríc.1990; 24:1 - 12

11. Flores A. 1981. Bromatología Animal, 1ª Ed, México, Edit. Limusa, pp. 277-285.
12. Galindo J; Elías A; Delgado D; Piedra R; Riveri S; Gutiérrez O; Coto G, 1996. Efecto del nivel de Saccharina en el pienso en la población microbiana ruminal y su actividad en vacas lecheras. Rev. Cubana Cienc. Agríc.30: 59
13. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.
14. Julián C; Ramos B 2007. Fermentación en estado sólido (I). Producción de alimento animal. Tecnología Química, 28: 17-22.
15. Lezcano P; Elías A; Martí J; Rodríguez Y, 1994. Nota sobre el efecto de la altura de la capa de fermentación de caña molida en la producción de Saccharina rústica. Rev. Cubana Cienc. Agríc,28:327
16. Lezcano P; Martina A, 1997. Nota sobre la producción de Saccharina rústica con diferentes tiempos de fermentación. Rev. Cubana Cienc. Agríc, 31: 313-315.
17. Lomelí M, 2008. Efecto de la adición de un inóculo artesanal al ensilado de caña de azúcar en la digestibilidad in vitro de la materia seca. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara Centro Universitario del Sur Cd Guzmán, Jalisco México.
18. Marrero E; Elías A; Macias R, 1992. Utilización de Saccharina en la alimentación del ternero. 1. Sustitución de los cereales por Saccharina en los concentrados. Rev. Cubana Cienc. Agríc, 27: 291-294.
19. Martín C, 2005. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 39: 427-438.
20. Martínez P, 2012. Inventario de bovinos, a la baja a causa de las sequías. Nota informativa. El economista. México, disponible en:

<http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/02/20/inventario-bovinos-baja-causa-las-sequias>.

21. Monroy M; Aranda E; Mendoza G; Ramos A; Herrera J; Cobos M; Izquierdo F, 2006. Elaboración y conservación de Saccharina a partir de caña de azúcar integral, con la adición de melaza y pulidura de arroz. Rev. Cubana Cienc. Agríc.40:167-172.
22. Montañez O, 2013. Comunicación personal.
23. Nelson J; Carvajal J, 2004. Saccharina rustica una aplicación biotecnológica para la alimentación animal. Facultad de Ciencias. 2:43-48
24. Reyes A; Montañez O; Rodríguez R; Ruiz A; Salcedo J; Avellaneda H; Medina N; Quintana G, 2012. Efecto de la adición de inóculo y aditivo en la digestibilidad *in situ* de la materia seca del ensilado de caña de azúcar. Ciencia y Tecnología, 5(1): 13-16
25. Reyes J; García R; Capdevilla J; Ponce P; Elías A; Mora D, 1993a. Utilización de pienso a base de Saccharina en vacas en pastoreo, Rev. Cubana. Cienc. Agríc,27: 261-266
26. Reyes J; García R; Elías A; Machado G, 1993b. Nota sobre la suplementación con pienso a base de Saccharina a vacas lecheras en condiciones de producción comercial Rev. Cubana Cienc. Agríc, 27:31-34.
27. Rodríguez M. 1991. Método de investigación pecuaria, 1ª ed. México, Edit. Trillas-UAAAN pp. 186.
28. Rodríguez Z, 2004. Uso del boniato (*Ipomoea batata lam*) en la tecnología de fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Doctorado, Universidad Agraria de la Habana, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
29. Rodríguez Y, 2005. Obtención de un alimento energético a través de la FES de la caña de azúcar y el tubérculo yuca. Tesis Master en Ciencias Veterinarias, especialidad en producción con rumiantes. Universidad Agraria de la Habana, Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

30. Rodríguez Z; Elías A; Boucourt R; Núñez O, 2001. Efectos de los niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezclas de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata lam*) Rev. Cubana Cienc. Agríc. 1: 29-36.
31. Ruiz J, 2004. Engorda intensiva de ovinos con raciones integrales basadas en Saccharina. Tesis Doctorado, Universidad de Colima, Colima México.
32. Ruiz J, 2012. Comunicación personal.
33. Ruiz J; Ruiz M; Ruiz G; Torres V, 2002. Efecto de la inclusión de sulfato de amonio en el aditivo para la elaboración de Saccharina rústica. Rev. Cubana Cienc. Agríc.36: 153-158
34. Ruiz R; Cairo J; Marrero D; Elías A, 1990. Consumo y digestibilidad en carneros alimentados con diferentes proporciones de Saccharina en el concentrado. Rev. Cubana de Cienc. Agríc, 24:61-66
35. SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación), 2013. Importancia de la agroindustria de la caña de azúcar, monografía México.
36. Stuart J; Fundora O, 1994. Utilización de residuos de la cosecha de la caña de azúcar en la alimentación de los rumiantes. Rev. Cubana. Cienc. Agríc, 28:1-13
37. Tobía C; Vargas E, 2000. Inóculos bacterianos: una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. Nutrí. Animal. Tropical, 6:129-143.
38. Torres N, 2003. comportamiento productivo de vacas de doble propósito alimentadas con Saccharina elaborada con caña de azúcar quemada. Tesis Maestría, Colegio de Postgraduados Texcoco, Estado de México.

39. Valdes G; Elías A; Castillo F, 1994. Una nota sobre la suplementación de Saccharina rustica en la ceiba de machos bovinos en pastoreo. Rev. Cubana de Cienc. Agríc,28: 285-288
40. Valiño E; Elías A; Álvarez E; Quintana M; Montes de Oca N, 1994a. Composición de especies de bacterias aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. I. Bacterias Gram negativas. Rev. Cubana de Cienc. Agríc, 228:69-74
41. Valiño E; Elías A; Álvarez E; Quintana M; Montes de Oca N, 1994b. Composición de especies de bacterias aisladas del proceso de obtención de la Saccharina. II. Bacterias Gram positivas. Rev. Cubana de Cienc. Agríc, 28: 75-80.
42. Valiño E; Elías A; Torres V; Albelo N, 2002. Estudio de la carga microbiana en el bagazo de caña de azúcar fresco como sustrato para la alimentación animal, mediante fermentaciones en estado sólido. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 39: 373-378.
43. Veisseyre R, 1986. Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche, 1ª Ed. España. Edit. Acribia. Pp. 50-53; 287-298.
44. Zapata B, 2011. Ganaderos mexicanos sacrifican reses antes de que mueran por la sequía. Nota informativa. CNN México, disponible en:
[http://mexico.cnn.com/nacional/2011/12/28/ganaderos-mexicanos-sacrifican-reses-antes-de-que-mueran-por-la-sequia.](http://mexico.cnn.com/nacional/2011/12/28/ganaderos-mexicanos-sacrifican-reses-antes-de-que-mueran-por-la-sequia)

XI. ANEXO.

Anexo 1. Valores del Análisis Químico Inmediato

Análisis Químico Inmediato*:

RESULTADOS			
	T1	T2	T3
Materia seca	100%	100%	100%
Humedad	0%	0%	0%
Proteína Cruda(Nitrógeno*6,25)	16.71%	18.98%	20.51%
Extracto Etéreo	1.45%	1.17%	1.47%
Cenizas	3.29%	2.90%	2.78%
Fibra Cruda	16.58%	14.96%	14.82%
Extracto Libre de Nitrógeno	61.97%	61.44%	60.42%
T.N.D	79.52%	80.48%	80.15%
E.D. kcal/kg (aproximadamente)	3506.18	3584.24	3533.65
E.M. kcal/kg (aproximadamente)	2874.77	2909.25	2897.29

* Método AOAC Químico Proximal (1990)