



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

***Elaboración y validación de una dieta balanceada
para la engorda de ovinos, a partir de harina de
bagazo de naranja.***

T E S I S

Que para obtener el título de licenciada en:
Química en Alimentos

Presenta:

Joyce López Zúñiga

Director:

Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa

Codirector:

Dr. Javier Añorve Morga



Pachuca de Soto, Hidalgo , 2007



QUÍMICA EN ALIMENTOS

Este trabajo fue realizado en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en el laboratorio de Alimentos uno bajo la dirección del Dr. Carlos Alberto Gómez Aldapa.



QUÍMICA EN ALIMENTOS

Parte de los resultados preliminares de este trabajo fueron presentados en el VII Congreso de Ciencia de los Alimentos en Junio de 2005 en Guanajuato, Guanajuato, como cartel “Cinética del secado de Bagazo de Naranja en función de la temperatura con aire forzado” y en el 3º foro de “Química en Alimentos” realizado en la ciudad de Pachuca Hgo.

*La filosofía es la que nos
distingue de los salvajes y
bárbaros; las naciones son
tanto más civilizadas y
cultas cuanto mejor
filosofan sus hombres.*

René Descartes (1596-1650) *Filósofo y matemático francés.*

Dedicatorias:

A Dios:

Por darme vida, Fe y fuerzas para salir adelante.

A mis padres:

Por creer y confiar en mi, por apoyarme y aunque esto en un principio no fue la decisión que tome, siguieron creyendo en mis esfuerzos.

A mis hermanos:

Para que crean que los esfuerzos que se tienen día a día son para mejorar y para ser cada día más especiales.

Angel:

Por que el desarrollarse como profesionista no solo es una etapa obligatoria que vivir, sino una etapa de descubrir y aprender, porque nos merecemos disfrutar.

A mis amigos:

Por que en esta etapa lidiamos con todo lo estudiado, pero siempre estuvimos juntos.

Agradecimientos

A Papá:

Gracias por cultivar en mí las ganas de superarme y las fuerza de ser cada día mejor, por confiar en mí y tratar de dar día a día parte de lo que tu eres, haces y sueñas. Gracias por ser parte de mi vida.

A Mamá:

Gracias mami por siempre esperar a regresara a casa y por estar pendiente de todo lo que soy, porque siempre estuviste ahí para cuidarme y brindarme tu apoyo. Gracias por que con tu ejemplo de mujer e sabido como luchar y ser como tu “Una gran mujer”.

A mis hermanos:

Laura y Riky, gracias por estar a mi lado y compartir los esfuerzos de nuestros padres, por todo el cariño y apoyo, y por la gran amistad que tenemos. Los quiero. Laura gracias por esa nena que tienes tan adorable.

A mi amor:

Gracias por todo este tiempo que hemos estado juntos, porque contigo he construido una nueva vida, por saber escucharme y guiarme a que los dos nos superemos, por todo ese amor incondicional. Gracias porque me das fuerza a superarme, por toda la diversión y por todo lo que hemos construido y descubierto. Te Amo.

A mi familia:

Por que en las pocas ocasiones que compartimos, logramos disfrutar y reír hasta decir basta. Por lo bueno y lo malo que surge, como en todas las mejores familias Gracias.

Al Dr. Carlos:

Porque en ocasiones fungió como otro padre desde el saber escuchar hasta el apoyo incondicional. Porque sus esfuerzos de enseñarnos valieron la pena por que de sus consejos ahora soy lo que soy.

A mis asesores de tesis:

Dr. Carlos Gómez y Javier Añorve Morga, por que con su dedicación y tiempo que me brindaron aprendí más, y pude lograr esta meta.

A mis sinodales:

Por que se tomaron la delicadeza de brindarme su tiempo y apoyo...

A mis profesores:

Gracias a cada uno de los profesores que durante la carrera me enseñaron y confiaron en mí; por que de todos ellos aprendí.

A mis amigos:

A todos aquellos que me tuvieron la paciencia y confianza. Gracias a Nora, Diana y Xochitl, porque fuimos las mejores amigas inseparables, aunque no todo es como lo pintan, pero con ustedes aprendí mucho. Las quiero. También gracias a mis demás amigos: Imelda, Juan Carlos, Eligio, Karla, Josué y Paloma, porque con ustedes me divertí mucho y de igual manera fueron mis buenos amigos. Y gracias a todos mis compañeros de la carrera. Sin olvidar a Alma y Claudia por compartir conmigo los últimos instantes en la universidad.

A la universidad:

Por abrirme las puertas y por aportar los conocimientos necesarios para competir y sobresalir en un ámbito laboral.

ÍNDICE

Índice General	Página
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
1 Resumen	1
2 Introducción	4
3 Antecedentes	6
3.1 Cítricos	6
3.1.1 Origen	6
3.1.2 Usos	6
3.1.3 Importancia en la salud	8
3.2 Naranja	9
3.2.1 Origen	9
3.2.2 Anatomía	9
3.2.3 Composición química de la naranja	10
3.2.4 Importancia en la salud	14
3.2.5 Producción de naranja	17
3.2.5.1 Producción nacional	18
3.2.5.2 Producción de naranja en el estado de hidalgo	18
3.2.6 Usos	21
3.2.6.1 Usos en la alimentación animal	23
3.3 Ovinos	25
3.3.1 Producción	27
3.3.2 Alimentación	27
3.3.2.1 Sistema Productivo	32
3.3.2.2 Sistema Digestivo	34
3.3.2.3 Metabolismo de los nutrientes	37
3.3.2.4 Biosíntesis de los principales constituyentes de la carne	37
3.3.2.4.1 Biosíntesis de carbohidratos	37
3.3.2.4.2 Biosíntesis de aminoácidos	38
3.3.2.4.3 Biosíntesis de lípidos	39

3.3.2.5	Carne (composición)	40
4	Objetivos	42
4.1	Objetivo General	42
4.2	Objetivos Específicos	42
5	Materiales y Métodos	43
5.1	Materiales	43
5.2	Métodos	43
5.2.1	Obtención de harina de bagazo de naranja	43
5.2.2	Ensayo biológico	44
5.2.3	Elaboración de las dietas experimentales	45
5.2.4	Suministro de las dietas a los ovinos	46
5.2.5	Evaluación visual de las canales	47
6	Resultados y discusiones	48
6.1	Elaboración de las dietas experimentales	48
6.2	Suministro de las dietas a los ovinos	48
6.3	Evaluación visual de las canales	64
7	Conclusiones y Perspectivas	67
8	Bibliografía	68

Índice de tables	Página
Tabla 1: Contenido medio de nutrientes y energía en el fruto de naranja (por 100 g de producto)	13
Tabla 2: Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia seca)	15
Tabla 3: Componentes del aceite esencial de naranja (Valencia)	16
Tabla 4: Principales países productores de naranja en el mundo	19
Tabla 5: Evolución en el cultivo de naranja	20
Tabla 6: Principales estados productores de naranja a nivel nacional	22
Tabla 7: Cultivo de naranja en el estado de Hidalgo	22
Tabla 8: Estudio comparativo de la composición química de la pulpa de naranja y otro cítrico	24
Tabla 9: Principales Estados productores de ovinos en la República Mexicana	28
Tabla 10: Composición de algunos vegetales empleados en la alimentación de ovejas, como fuente de proteínas	31
Tabla 11: Composición de las principales harinas utilizadas en la alimentación de ovejas, como fuentes de proteínas	31
Tabla 12: Contenido de minerales y vitaminas de un producto comercial (20 Kg de producto) empleado en la alimentación de ovinos	34
Tabla 13: Composición nutricional de la carne de ovino (por cada 100 gramos de ración)	41
Tabla 14: Alimento total consumido y ganancia de peso por cada rumiante	50
Tabla 15: Análisis de varianza de una sola vía del peso ganado	52
Tabla 16: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, de peso ganado	52
Tabla 17: Análisis de varianza de una sola vía del alimento consumido	58
Tabla 18: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, de Alimento consumido	58
Tabla 19: Eficiencia de conversión del alimento consumido	61
Tabla 20: Análisis de varianza de una sola vía de la relación de alimento consumido/peso ganado	63
Tabla 21: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, conversión de Alimento consumido entre peso ganado	63

Índice de figuras	Página
Figura 1. Anatomía de un fruto de naranja	11
Figura 2: Rebaño de ovejas	26
Figura 3: Sistema digestivo de ovejas	35
Figura 4: Cortes de carne de borrego	41
Figura 5: Representación esquemática de corrales	44
Figura 6: Fórmula del Cuadrado de Pearson	46
Figura 7: Gráfica representativa de peso ganado durante 90 días	51
Figura 8: Diferencia de pesos ganados en las dietas	54
Figura 9: Inicio del experimento primera semana, con una sustitución del 0% de harina de bagazo de naranja (control)	55
Figura 10: Final de la dieta con una sustitución del 0% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado)	55
Figura 11: Inicio del experimento primera semana, con una sustitución del 15% de harina de bagazo de naranja	56
Figura 12: Final de la dieta con una sustitución del 15% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado)	56
Figura 13: Inicio del experimento, con una sustitución del 30% de harina de bagazo de naranja	57
Figura 14: Final de la dieta con una sustitución del 30% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado)	57
Figura 15: Diferencia de alimento consumido	60
Figura 16: Diferencia de la conversión de alimento consumido entre peso Ganado, por cada dieta	62
Figuras 17: Canales de rumiantes de diferentes dietas, A) Canal de rumiante control y B) Canal de rumiante alimentado con 15% de harina de bagazo de naranja	65
Figura 18: Obtención de Barbacoa	66

RESUMEN

1. Resumen

El objetivo del presente trabajo fue elaborar y validar una dieta balanceada para la engorda de ganado ovino, sustituyendo diferentes porcentajes (0, 15 y 30%) de una dieta tradicional, por harina de bagazo de naranja, dándole un uso alternativo a este subproducto. El bagazo de naranja se secó con aire forzado a 80° C por 6 horas, una vez deshidratado se procedió a molerlo. Se elaboraron las dietas con una sustitución de 0 (blanco), 15 y 30% de harina de naranja y se balancearon conforme a los nutrientes presentes en cada uno de los ingredientes. Después de un periodo de adaptación a sólidos, nueve rumiantes fueron alimentados por 90 días, los cuales fueron colocados aleatoriamente en corrales individuales. Una vez transcurridos los 90 días de suministro de las dietas, se tomaron dos rumiantes, uno de la dieta 0% (blanco) de sustitución y otro de la dieta 15 % de sustitución, los cuales fueron sacrificados por una persona especializada en la preparación de barbacoa, el cual observó las diferencias de las canales y enseguida, se prepararon en barbacoa, una vez preparados, el barbacollero realizó un análisis visual del producto obtenido. Los resultados indicaron que la dieta con la sustitución de 15% comparada con las otras dos dietas tuvo mejores resultados de ganancia de peso, el mismo efecto fue observado con la cantidad de alimento consumido por los animales, sin embargo la relación de alimento consumido / peso ganado indica que la mejor dieta suministrada a los animales experimentales fue la dieta con el 30% de sustitución. Cabe señalar que la cantidad de animales empleados en el presente estudio no fueron los apropiados para realizar un análisis estadístico a profundidad, debido a las variaciones tan altas que presentan los seres vivos, motivo por el cual los niveles de variación encontrados en los resultados no permiten establecer diferencias estadísticas con un buen nivel de significancia. Con respecto a la evaluación visual realizada por el barbacollero cabe señalar que, esta se realizó para darnos una idea aproximada de la calidad aparente de las canales de los borregos, sin embargo dicha observación tiene que realizarse mediante el uso del análisis sensorial correspondiente. De acuerdo a las observaciones realizadas por

el barbacollero y sus clientes, ellos comentaron: que la canal del animal alimentado con el 15% de sustitución mostró mejor olor y color, menor proporción de grasa entre sus fibras musculares; y en cuanto a la barbacoa, se mencionó que la carne del rumiante de la sustitución del 15%, fue más succulenta, con mejor olor y sabor; y el jugo (consomé) mostró menor contenido de grasa en comparación con el blanco.

Abstract

The objective of this study was develop and validate a balanced diet for grow up sheep, substituting different amount of a traditional diet (0, 15 and 30%), with flour of orange bagasse, giving a different use for this product. The orange bagasse dried with forced air at 80°C for 6 hours, once dried was milling. Diets were prepared with a replacement of 0 (control), 15 and 30% of orange flour and was balanced according to the nutrients present in each of the ingredients. After a period of adjustment to a solid diet, nine ruminants were fed for 90 days; the animals were randomly placed in individual pens. After the 90-day supply of diets, two ruminants were sacrificed, one fed with 0% (white) and another fed with the 15% of replacement, which were slaughtered by a person specialized in preparing barbecue, which observed differences in the channels and then were prepared in barbecue, once prepared, the expert performed a visual analysis of the product obtained. The results showed that the diet with the replacement of 15% compared with the other two diets had better weight gain, the same effect was observed with the amount of food consumed by animals, however the ratio of food consumed / weight gain indicates that the best diet fed to the experimental animals was the diet with the 30% replacement. It should be noted that the number of animals used in this study were not appropriate for an in-depth statistical analysis, due to variations so high that present the animals, which is why the levels of variation found in the results do not permit establish statistical differences with a good level of significance. With regard to the visual assessment done by the expert it should be noted that this was done to give us a rough idea of the apparent quality of the carcasses of sheep, but this observation must be done through the use of sensory analysis. According to comments made by the expert and their clients, they commented: that the carcass of the animal fed with the 15% of replacement showed better smell and color, the lower proportion of fat between their muscle fibers, and in terms of the barbecue, it was mentioned that the meat of ruminant

from the replacement of 15%, was more succulent, with better taste and smell, and the juice (consomé) showed less fat when compared with the control.

INTRODUCCIÓN

2. Introducción:

La naranja ha constituido desde tiempos remotos parte de la alimentación tanto de personas como animales; las personas lo consumen directamente como fruta fresca y/o en jugo; una vez obtenido el jugo lo sobrante pasa a formar parte de un desecho que se cataloga como un subproducto, utilizado para la industria de extracción de aceites esenciales y otros compuestos presentes en la cáscara, así mismo este subproducto ha sido utilizado de diversas formas en la alimentación de los animales como asnos, cerdos y rumiantes, como fuente de diversos nutrientes.

En México esta fruta es considerada como una de las más importantes, tanto por la superficie cultivada, el volumen y valor de la producción, así como por el consumo *per capita* de la misma. La naranja ocupa la tercera parte de la superficie sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional.

La naranja es una de las frutas más importantes, la cual puede consumirse en todas las edades y es altamente recomendada en casos de enfermedad, especialmente en forma de jugo. El consumo principal de la naranja es en fresco (fruto y jugo), sin embargo cuando la naranja se procesa para obtener jugo, queda del 45 al 60% del peso en forma de residuos, constituido principalmente por el flavedo (cáscara), albedo (parte blanca), vesículas sin jugo y las semillas, generando así una gran cantidad de residuos de la fruta, que hasta el momento ha sido poco utilizado, convirtiéndose en desechos, que son depositados en los basureros, donde siguen un proceso de descomposición natural. Por otra parte, la pulpa de los cítricos que es deshidratada, debido a su nivel de fibra, ha sido utilizada principalmente en la alimentación de rumiantes, obtención de aceites esenciales, que son empleados en la industria alimentaria y perfumería, principalmente; también como abono orgánico y en la obtención de pectinas.

En México, se transforman alrededor de 2,400,000 ton de cítricos anualmente y aproximadamente el 50% de los frutos procesados corresponde a

cáscaras y semillas, es decir, se generan grandes cantidades de residuos sólidos (Anónimo, 2007 e). El 75% de la cosecha de cítricos es destinado al mercado en fresco, el cual se consume en forma de fruta o de jugo, 15 % a la industria, principalmente para la producción de jugos en forma industrial y un 10% a la exportación (SAGARPA, 2007).

La presente investigación surge de la necesidad de darle un uso alternativo al bagazo de naranja, siendo este primero deshidratado para posteriormente llevarlo a una molienda hasta obtener una harina. Se desarrollaran dietas balanceadas a partir de una dieta tradicional, en donde se sustituirán parcialmente ingredientes de la dieta base por un 15 y 30% de harina de bagazo de naranja, estas dietas serán suministradas a rumiantes (ovinos) durante 90 días, después de haber sido destetados; al final de la engorda se evaluarán la ganancia en peso de cada animal en función de la dieta suministrada, y se analizarán sensorialmente las canales y un platillo elaborada a partir de la carne de borrego (barbacoa).

ANTECEDENTES

3. Antecedentes

3.1 Cítricos

3.1.1 Origen

Desde épocas remotas los cítricos o agrios, se han considerado, entre las plantas más atractivas de cuantas vegetan en el mundo (Cambra, 1992). Su cultivo es muy antiguo, hay datos que indican su uso desde hace 4 mil años, tal es el caso de la mandarina, que se empleaba como parte de las ofrendas a los emperadores Chinos (Anónimo, 2007a).

Actualmente, la producción de cítricos es una actividad muy importante a nivel mundial, generándose 74 millones de toneladas anualmente, siendo Brasil, EUA y México los principales productores. En México son 23 los estados que practican el cultivo de cítricos, dedicando para ello una extensión total de 512 mil hectáreas, con una producción anual de 5.5 millones de toneladas, lo que representa el 15 % de la producción mundial (SAGARPA, 2007). Siendo el limón, la naranja, la mandarina y la toronja los cítricos más cultivados en nuestro país.

3.1.2 Usos

Usualmente el consumo de cítricos es como frutos frescos, sin embargo, en las últimas décadas, la industria de obtención de jugo fresco o concentrado se ha conformado como una de las más importantes y comunes, lo cual ha generado un incremento en la cantidad de residuos, principalmente en forma de cáscara y bagazo (Mazza, 2000).

Uno de los aspectos que ha ocasionado el incremento de la industria de los jugos de cítricos es su sabor característico, junto con el alto contenido de vitamina C (Fox y Cameron, 1998).

Actualmente el sabor de los cítricos se encuentra entre los más populares; teniendo una gran influencia en la dieta diaria así por ejemplo, muchas personas sienten que el desayuno sin un jugo de naranja es incompleto (Padilla, 1997).

El sabor característico de los cítricos se encuentra originado por la amplia gama de constituyentes como el ácido cítrico, el azúcar, y una combinación de aceites esenciales naturales, ésteres, aldehídos y cetonas, mismos que propician el desarrollo de un aroma particular, que les permite ser ampliamente utilizados como bases para la elaboración de refrescos, perfumes, líquidos de limpieza, entre otros (Mazza, 2000). Otros subproductos obtenidos de la industria de los cítricos son, el aceite de las semillas, las pectinas, el ácido cítrico, colorantes y alcohol etílico (Praloran, 1977).

En los últimos años se ha generado en la industria de los cítricos, un gran interés por el aprovechamiento integral de los frutos (Anónimo, 2007b). Sin embargo, se ha observado que los residuos obtenidos de la extracción de jugo (bagazo) contienen una elevada porción de agua, lo cual hace muy difícil su manipulación, ya que son altamente perecederos, debido a que se fermentan rápidamente, convirtiéndose en un foco de contaminación ambiental (Vera y col. 1998).

Otro de los usos de los desechos de la industria de jugos de cítricos es por parte de muchos productores pecuarios que los han utilizado como complemento alimentario de bajo costo en la alimentación animal, tanto en fresca como deshidratada (Coppo y Mussart, 2006).

En México, se transforman alrededor de 2,400,000 ton de cítricos anualmente y aproximadamente el 50% de los frutos procesados corresponde a cáscaras y semillas, es decir, se generan grandes cantidades de residuos sólidos (Anónimo, 2007e). 75 % de la cosecha de cítricos es destinada al mercado en fresco, el cual se consume en forma de fruta o de jugo, 15 % a la industria,

principalmente para la producción de jugos en forma industrial y un 10% a la exportación (SAGARPA, 2007).

3.1.3 Importancia en la salud

Los componentes activos de los cítricos y su contribución a la salud humana es un campo de investigación creciente. Se ha comprobado que los productos derivados de los cítricos contienen numerosos componentes que sirven para la prevención o tratamiento de enfermedades y para el mantenimiento de la salud (Mazza, 2000). Por ejemplo, se han relacionado a las vitaminas C y E, y a los carotenoides con la prevención o retraso de la aparición de importantes enfermedades degenerativas del envejecimiento como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y las cataratas, esto debido a su capacidad para bloquear procesos oxidativos (Mazza, 2000).

El contenido de vitamina C constituye uno de los aspectos más importantes de los cítricos, teniendo una gran influencia en su valor nutritivo. El 20 % de ésta se encuentra en el jugo, en tanto que el otro 80 o 70 % se encuentra en la cáscara, que se va como desperdicio, dado la baja o nula utilidad de ésta última (Fox y col., 2002).

Otro aspecto importante asociado a los cítricos es el referente a su contenido en polisacáridos como la fibra y la pectina, cuyo consumo está relacionado con el mejoramiento de tolerancia a la glucosa en pacientes diabéticos, ya que ayuda a aumentar el bolo fecal e impide la absorción de sustancias como el colesterol (Franco y col., 2002; Maza, 2000). Así, diversos estudios efectuados tanto en personas como en animales, han demostrado que la incorporación de pectina (20-30 g/día) en dietas experimentales reduce significativamente la tasa de absorción de glucosa, con una reducción correspondiente de la producción de insulina en suero (Mazza, 2000).

Los limonoides y flavonoides son otros de los compuestos presentes en los cítricos y aún cuando se clasifican como “no nutritivos”, ya que, su principal función es contribuir al aroma de los jugos de cítricos, se ha observado que presentan actividad quimioprotectora y pueden emplearse como marcadores taxonómicos (Mazza, 2000).

3.2 Naranja

3.2.1 Origen

Uno de los cultivos cítricos más importantes a nivel mundial es la naranja, cuyo origen se remonta al continente asiático y particularmente a china e India. De Asia paso a Europa y de ahí fue traído a América por los españoles (Anónimo, 2007a).

El nombre de “naranja” tiene diferentes significados pero todos están asociados con características propias de este fruto. Así, uno de ellos es el de “Aurantia”, derivado del latín y asociado a su color semejante al del oro, otro es el narang, que en persa significa “perfume interior” y está relacionado con la presencia de aceites esenciales en este fruto (Anónimo, 2007a).

En México, desde su introducción, hace 500 años, la naranja ha sido llamada de diferentes maneras, dependientes de la lengua indígena propia del lugar donde se ha cultivado. En Náhuatl de la Huasteca se le ha nombrado como alaxus, en Totonaco laxus; en Otomí arnancha, en Zapoteco wi y loxa en Chinanteco (Anónimo, 2007 a).

3.2.2 Anatomía

Los frutos son ovarios maduros de una flor; generalmente la porción comestible es la parte carnosa que cubre las semillas. La naranja es un hesperidio (presenta materia carnosa entre el endocarpio y las semillas) formado por una piel

externa más o menos rugosa y de color anaranjado, con abundantes glándulas que contienen un aceite perfumado y una parte intermedia adherida a la anterior blanquecina y esponjosa (fibra). Finalmente, posee una parte más interna y más desarrollada, dividida en una serie de gajos (Desroisier, 1986).

La naranja es definida como el fruto redondo del naranjo que presenta por lo general una cáscara lisa de color verde, amarilla o naranja rojizo de olor agradable, pulpa jugosa, dividida en gajos y cuyo sabor va del dulce al ácido (NMX-FF-027-SCFI-2007).

Anatómicamente la naranja presenta diferentes partes constitutivas que a su vez desempeñan funciones diversas. A la vista se encuentra expuesta la cáscara que es de gran espesor y le proporciona protección contra los daños (Figura 1) (Norman, 1996).

La parte externa de la cáscara, que es conocida como “el pericarpio” o “flavedo”, contiene en la región subdermica, cromoplastos, que confieren a la fruta una gran gama de colores que van desde el verde, amarillo o naranja, dependiendo del estado de madurez y numerosas glándulas rellenas de aceites esenciales aromáticos. En tanto que el interior llamada “mesocarpio” o “albedo”, está formado por capas esponjosas de células parenquimatosas ricas en pectina. Por debajo del “albedo” envueltos en membranas fibrosas “septum”, formando de segmentos o gajos, se encuentra el “endocarpio” o “pulpa interna”, que contiene el jugo y las semillas, constituyendo la parte pulposa de la naranja (Figura 1) (Mazza, 2000).

3.2.3 Composición química de la naranja

Norman en 1978, indicó que las diferentes partes que constituyen

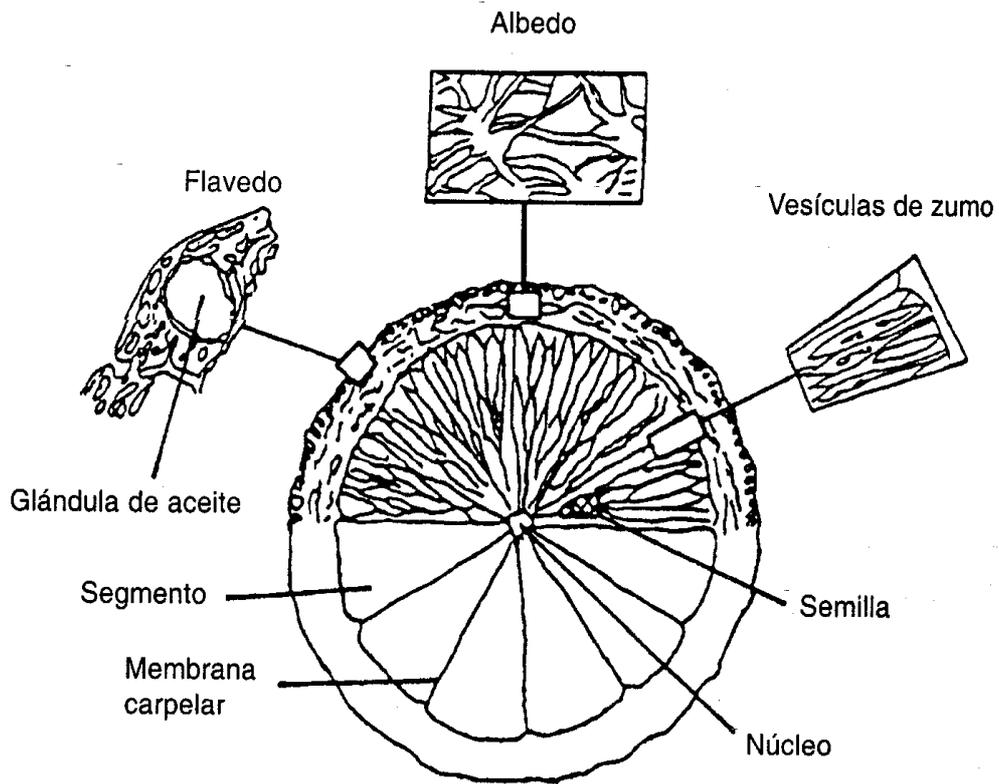


Figura 1: Anatomía de un fruto de naranja. (Mazza, 2000).

anatómicamente a la naranja contienen una amplia gama de compuestos, entre los cuales se pueden mencionar los volátiles (saborizantes), azúcares, enzimas, ácidos, proteínas, grasas, pigmentos y vitaminas, tal y como se muestra en la Tabla 1. En la naranja, al igual que en la mayoría de los frutos cítricos, el agua es el componente principal, siendo el causante de su sabor refrescante característico (Fox y col., 2002).

El segundo constituyente más importante en la naranja son los carbohidratos, cuyo representante principal son las sustancias pépticas, que forman parte integral de la pared celular y tienen como función unir y revestir los espacios intracelulares. Estas últimas aunque hidrosolubles son clasificadas como fibra alimentaria, ya que, en los humanos presentan resistencia a la hidrólisis por las enzimas del intestino delgado. Las pectinas junto con la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, son los principales constituyentes de la fibra alimentaria (Mazza, 2000).

La naranja contiene también una amplia gama de vitaminas y minerales, dentro de las primeras destaca la vitamina C (Tabla 1) (Osborne y col., 1986).

Del total de vitamina C de la naranja solo del 20 al 30 % se encuentra en el jugo, en tanto que más del 60 % se encuentra en la cáscara (flavedo y albedo). Este último hecho aunado a que la industria de extracción de jugo genera muchos desechos principalmente en forma de cáscara, que además contiene gran cantidad de fibra, hacen que la utilización de estos residuos como complemento en la alimentación animal, sea una línea de investigación muy interesante de explotar (Mazza, 2000).

Las proteínas y los lípidos en suma no representan más del 2 % del peso

Tabla 1: Contenido medio de nutrientes y energía en el fruto de naranja (por 100 g de producto).

Macronutrientes		Minerales		Vitaminas	
Proteína Bruta	0.9 g	Ca	40 mg	A	150 U.I.
Grasa	0.1 g	P	20 mg	Tiamina	0.1 mg
Carbohidratos simples	9 g	Fe	0.3 mg	Riboflavina	0.04 mg
Fibra bruta	0.5 g	Na	2 mg	Niacina	0.4 mg
Energía	38 Kcal	K	200 mg	B6	0.05 mg
Agua	86 g	Cenizas	0.6 g	Ácido Ascórbico	50 mg

Fuente: Osborne y col., 1986

fresco total de la fruta, los últimos se encuentran asociados con las capas cuniculares protectoras de la superficie y con las membranas celulares (Wills y col. 1984).

Rincón y col. (2005), estudiaron la composición química y compuestos bioactivos de la harina de cáscara de naranja y otros cítricos, encontrando que el porcentaje presente de proteína es alrededor del 5%, sin embargo González, (2007) en su estudio obtuvo como resultado un porcentaje por encima (15.14%) de lo antes mencionado (Tabla 2), debido a las diversas fuentes de obtención de la harina (con o sin semilla), este último estudio utilizó desde la cáscara hasta las semillas, las cuales contienen de 10 a 12 % de proteínas, por lo que eleva el porcentaje comparado con el estudio de Rincón y col. (2005).

González, (2007) determinó el contenido de fibra en la harina de bagazo de naranja, donde obtuvo un alto porcentaje de fibra soluble (59.84 %), y un porcentaje bajo de fibra insoluble (3.12 %), en cuanto a la composición química se refiere (Tabla 2); quien concluyó que el uso de harina de bagazo de naranja en la preparación de alimentos puede ser una buena fuente de fibra.

Por otro lado, la naranja contiene más de un 3 % de aceite esencial, el cual contiene compuestos volátiles como aldehídos, cetonas y ácidos (Tabla 3), muchos de los cuales son isoprenoides, presentándose mayoritariamente en la corteza (flavedo) (Wong, 1995).

3.2.4 Importancia en la salud

Como se ha mencionado con antelación, uno de los aspectos que genera gran interés de los frutos cítricos es su alto contenido en vitamina C y la naranja no es la excepción (ver tabla 1) (Fox y col., 1998).

Tabla 2: Resultados del análisis proximal en base seca del bagazo de naranja deshidratado (g/100g de materia secas).

Componente químico	Cantidad	Desviación estándar
Proteína	15.14	3.90
Extracto etéreo	8.05	1.8
Cenizas	3.7	0.14
Carbohidratos	10.15 ^a	-----
Fibra soluble	59.84	-----
Fibra insoluble	3.12	-----

^a Calculados por diferencia a 100 de los otros componentes.
Fuente: González, 2007.

Tabla 3: Componentes del aceite esencial de naranja (Valencia).

Compuesto	Concentración
Etanol	0.1 %
Acetato de etilo	50 ppm
Acetal	20 ppm
Hexanal	200 ppm
Butirato de etilo	0.1 %
<i>Trans-2-hexanal</i>	50 ppm
&-Pino	0.4 %
Sabineno	0.4 %
Mirceno	1.8 %
Octanal	0.5 %
&-Limoneno	93.6 %
Linalool	0.5 %
Decanal	0.6 %
Neral	0.2 %
Geranial	0.1 %
Valenceno	1.7 %

Fuente: Wong, 1995

Existen datos que indican que el consumo de naranja aporta cantidades importantes de vitamina C y esto se ha asociado con diversos efectos benéficos para la salud humana, entre las que cabe resaltar un papel anticarcinogénico impidiendo la formación de agentes cancerígenos a partir de compuestos precursores (Mazza, 2000). Lo anterior está íntimamente relacionado con su efecto antioxidante, que se ve potenciado por la presencia de compuestos polifenólicos llamados “flavonoides”, que además pueden ayudar a reducir el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (Simo y col., 2002).

Aún cuando el ácido fólico se encuentra en pequeñas concentraciones en la naranja, ésta contribuye de manera importante en el aporte de dicha vitamina en la dieta, dado el alto consumo que se tiene de este fruto (Mazza, 2000). El ácido fólico se ha asociado con diversos efectos benéficos para la salud, dentro de los cuales se pueden resaltar la prevención de malformaciones congénitas del tipo defecto del tubo neuronal durante el primer mes de embarazo, ya que el consumo de esta vitamina disminuye la incidencia de esta enfermedad, puede de igual manera disminuir también los niveles de homocisteína en sangre y presentar de esta manera una influencia en algunos tipos de cáncer como el de colon y mama. Se ha establecido también cierta relación entre la deficiencia de ácido fólico y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y neurovegetativas (Llera, 2003).

3.2.5 Producción de naranja

Los cítricos son el principal tipo de fruta tropical y subtropical cultivada en el mundo, siendo la producción anual de unos 74 millones de toneladas (Mdt). La naranja contribuye con el 70% de la producción total (SAGARPA, 2007).

El cultivo de la naranja requiere de un clima cálido, razón por la cual la producción de éste fruto, es una actividad económica importante principalmente en los países mediterráneos. Así, Brasil, Estados Unidos, México, India e Italia son los países con mayor producción (Tabla 4), contribuyendo en conjunto

aproximadamente al 70% de la producción mundial (FAO, 2005). México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en producción de naranjas (SAGARA, 2007).

3.2.5.1 Producción nacional

En México, la naranja es de gran importancia debido a la gran demanda que tiene como producto fresco y como materia prima para la obtención de otros subproductos. Esta es considerada como la fruta más importante, tanto por la superficie cultivada, el volumen y valor de la producción, así como, por el consumo *per capita* de la misma. La naranja ocupa la tercera parte de la superficie sembrada y del volumen producido en el sector frutícola nacional (Padilla, 1997).

En la tabla 5 se puede observar la tendencia al alta que ha mostrado el cultivo (superficie sembrada, cosechada, volumen de producción y valor de producción) de la naranja en México durante los últimos años.

Los estados que contribuyen mayoritariamente a la producción nacional de naranja son Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla, (Tabla 6) (SAGARPA, 2006). Las principales variedades de naranja cultivadas a nivel nacional son Valencia, Washington y Navel, mención especial merece la primera que contribuye en su mayoría a la producción, debido a las características de facilidad de adaptación, siguiéndole en producción la variedad Washington y Navel (Arthey y Ashust, 1997).

3.2.5.2 Producción de naranja en el Estado de Hidalgo

Aún cuando el Estado de Hidalgo ocupa el onceavo lugar a nivel nacional en producción de naranjas. Localmente esta es una de las frutas de mayor importancia generando en el año 2006 un volumen de 51051.3 toneladas (SAGARPA, 2006)

Tabla 4: Principales países productores de naranja en el mundo

País	Producción (millones de toneladas)
Brasil	17804600
Estados Unidos de América	8266270
México	3969810
India	3100000
Italia	2533535
China	2412000
España	2149900
República Islámica de Irán	1900000
Egipto	1789000
Indonesia	1311703
Turquía	1250000
Pakistán	1169000
Sur de África	992718
Grecia	962000
Marruecos	810000
Argentina	770000
Viet Nam	550000
Australia	500000
Cuba	490000
República de Siria	427000

Fuente: FAO, 2005

Tabla 5: Evolución en el cultivo de naranja.

Año	Superficie Sembrada (Miles de hectáreas)	Superficie Cosechada (miles de hectáreas)	Volumen de Producción (Miles de toneladas)	Valor de la Producción (Millones de pesos)
1990	240	176	2220	943
1995	328	273	3572	1992
1996	343	313	3985	2774
1997	322	307	3944	2331
1998	330	306	3331	2589
1999	324	313	3520	3833
2000	337	324	3813	3028
2001	340	327	4035	2441
2002	349	335	4020	2844
2003	345	332	3846	3417
2004	349	335	3977	3120

Fuente: SAGARPA. *Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, 1990-2004 (SIACON)*. México, DF, 2005.**Tabla 6:** Principales estados productores de naranja a nivel nacional.

Estado	Producción obtenida (Toneladas)
Veracruz	1658756
Tamaulipas	481071.9
San Luís Potosí	326022.8
Nuevo León	194827.5
Puebla	175205

Fuente: SAGARPA, 2006.

A pesar de que se cuenta con una extensa superficie sembrada con naranjos en el Estado de Hidalgo, la superficie cosechada solo se corresponde con un 62 % (Tabla 7), lo anterior puede estar relacionado con diferentes factores como puede ser que el costo del producto no justifique la inversión de los productores para la cosecha de la naranja y en muchas ocasiones, prefieran dejar perder su producción y no invertir recursos económicos en la cosecha de un fruto que no les es rentable, esto aunado a las pérdidas en postcosecha y los residuos generados (bagazo) en la industria de obtención del jugo de naranja, generan una cantidad importante de desechos, que actualmente fungen como fuente relevante de contaminación, que demanda alternativas de utilización (SAGARPA, 2006).

3.2.6 Usos.

Aún cuando tradicionalmente la producción de naranja ha sido destinada a su consumo en fresco; las propiedades de impacto a la salud relacionada con su ingesta, así como las necesidades que tienen las personas de disponer de alimentos listos para consumo, han generado en los últimos años una creciente demanda por el consumo del jugo de este fruto. Estudios recientes demuestran que al menos un 40 % de la producción mundial de naranja se destina a la obtención de jugo (FAO, 2005).

En México, la naranja es de gran importancia debido a la gran demanda que tiene como producto fresco y como materia prima para la obtención de otros subproductos (Padilla, 1997), dentro de los que cabe mencionar las mermeladas y jaleas (Anónimo, 2007c).

Una opción importante puede estar fundamentada en las propiedades de la cáscara como son su alto contenido en fibra, pectinas, vitamina C y aceites esenciales y utilizarla como complemento en la alimentación animal.

Tabla 7: Cultivo de naranja en el estado de Hidalgo

Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Superficie siniestrada (Ha)	Producción Obtenida (Ton)	Rendimiento Obtenido. (Ton./Ha)
8600.0	5357.0	3004.0	51051.3	9.530

Fuente: SAGARPA, 2006

3.2.6.1 Usos en alimentación animal

Un estudio realizado con bagazo de naranja determinó que posee un alto valor energético como alimento para rumiantes, con un contenido de nutrientes digeribles totales de aproximadamente 80% sobre la base de materia seca (Tabla 8). Se ha observado que aún cuando su contenido proteico es limitado, por lo que es necesario aportar nitrógeno a partir de otra fuente para así balancear una dieta para la alimentación de los animales en crecimiento; el bagazo de naranja es capaz de activar la fermentación ruminal, revelando elevado poder acidogénico; sus proteínas, carbohidratos y fibra detergente neutro son altamente digestibles. La fibra detergente neutro del bagazo de naranja proporciona similar cantidad de energía que el almidón del maíz molido y promueve un activo crecimiento de los microorganismos ruminales (Coppo y col., 2006).

Carrera y col. (1967), realizaron estudios sistemáticos para intentar incluir altos niveles de subproductos de cítricos en la ración de rumiantes. Ellos observaron que estos animales presentaron un aumento de peso, comparados con los alimentados con pastura natural, sin rechazo por mala palatabilidad ni síntomas clínicos sugerentes de efectos secundarios indeseables. Un efecto semejante fue observado al alimentar bovinos (cruza cebú) con cítricos como suplemento energético (Coppo y col., 2006).

Baird y col. (1974) y De Moura y Lavorenti (1976), incluyeron 10 % de harina de pulpa de naranja en la dieta de cerdos y observaron una disminución del consumo del alimento proporcionado y la ganancia media diaria de peso, lo cual fue aún más marcado cuando se incrementaron los niveles de pulpa cítrica en la dieta. Ellos sugieren que la utilización de harina de pulpa de naranja, en lugar de harinas de mandarina o toronja sin aumentar los porcentajes, durante el periodo de crecimiento-ceba, puede ser una solución para obtener altas tasas de ganancia de peso (Domínguez, 1995).

Tabla 8: Estudio comparativo de la composición química de la pulpa naranja y otro cítrico

Producto	MS	PB	FB	Cz	Fuente
Naranja pulpa fresca	16.7	6.5	14.4	6.3	Maymone y Dattilo, 1962
Cítrico, pulpa deshidratada	90	7.3	14.4	6.7	National Academy of Ciencia, 1969.
Naranja pulpa deshidratada	89	7.9	11.2	4.9	Domínguez, 1979
Naranja pulpa fresca	23.5	6.3	16.4	3.7	Domínguez, 1979

Ms: materia seca, PB: proteína bruta, FB: fibra bruta, Cz: cenizas.

Fuente: Domínguez, 1995

En otros estudios se empleó la pulpa deshidratada de naranja para la alimentación de cerdos, llegándose a incluir de un 15 % a un 20 %, del total de la ración sin afectar los rasgos de comportamiento (Domínguez, 1995).

En este mismo sentido, Aguilera y col. (1975), realizaron un estudio en el que alimentaron cerdos, utilizando la pulpa de cítricos ensilados y/o en harina, como fuente de energía (Domínguez, 1995).

Rodríguez (1971), utilizó pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de vacas lecheras y encontró que conforme aumentó el porcentaje de pulpa deshidratada de cítricos en raciones, el porcentaje de grasa de la leche se incrementó, esto debido a la producción del ácido acético en el líquido ruminal. Vijchulata y col. (1980), también encontraron que la inclusión de pulpa deshidratada de cítricos en la ración de novillos aumentó la proporción molar del ácido acético en el líquido ruminal en relación a aquella observada con una ración de maíz; quienes concluyeron que la inclusión de pulpa deshidratada de cítricos en la ración de bovinos productores de carne puede dar lugar a buenos incrementos diarios de peso.

Como una alternativa a los desechos generados en la industria de producción de jugo de naranja, en el presente trabajo se suplementará la dieta de ovinos con bagazo de este fruto como fuente de carbohidratos vitaminas y proteína.

3.3. Ovinos

Una oveja es un animal rumiante angulado cuadrúpedo (Figura 2), hembra de la especie *Ovis aries*. Al macho de esta especie se le denomina carnero.

Generalmente, las ovejas son animales de doble propósito ya que pueden ser dedicados principalmente a la obtención de carne y lana. Por otro lado hay

naciones en las cuales algunas razas especializadas de ovejas son importantes en la producción de leche, a partir de ésta última se pueden elaborar derivados lácteos, entre los que destaca el queso. De su lana se pueden obtener diferentes productos, siendo los más comunes los textiles. La piel es otro subproducto ampliamente utilizado (James y col., 1980).



Figura 2: Rebaño de ovejas.

En cuanto a la carne, su consumo en México casi en su totalidad (95%) es a través del alimento típico, *barbacoa*, considerado como un platillo de lujo resultado de la cocción de la canal ovina cubierta en pencas de maguey en horno subterráneo o en bote de metal. La barbacoa se consume en altas cantidades durante los fines de semana en el centro de México (DF, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala), siendo también uno de los componentes del menú ofrecido en los eventos sociales. Otra manera en que se consume la carne ovina en el centro del país es en *mixiotes* (Anónimo, 2007 d).

El consumo *per capita* de carne ovina para 1983 era de 305 g por habitante, incrementándose para 1993 a 837 g posiblemente como consecuencia de una mayor oferta de barbacoa debido, por un lado, al incremento en la importación de canales y animales en pie, y por otro a una mejor productividad del rebaño

nacional. Actualmente el consumo se estima en cerca de 1000 g por habitante al año (Anónimo, 2007 d).

3.3.1. Producción

La ovinocultura es una actividad muy importante en México, obteniéndose durante el año 2006, una producción de 6,700,000 cabezas de ovinos, equivalente a 39,800 toneladas, de las cuales 94 mil toneladas se destinan para el consumo. (SAGARPA, 2007).

Como se puede observar en la tabla 9, el Estado de Hidalgo es el segundo mayor productor de ovinos a nivel nacional. En esta región, la producción de ovinos de carne es una actividad económica muy importante, ya que, constituye una o la única fuente de ingresos para muchas familias. Esto está íntimamente relacionado con la gran demanda de uno de los platillos más típicos de esta zona del país, la “barbacoa” (SAGARPA, 2007).

3.3.2 Alimentación

El costo más grande asociado con la producción de ovejas es la alimentación. La dieta de un ovino se compone principalmente de pastos, leguminosas y granos de cereales de donde obtienen las proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales que necesitan para un completo desarrollo, y para una adecuada producción de leche, carne y lana según sea el caso (SAGARPA, 2007).

Es importante mencionar que la alimentación de un borrego varía dependiendo del tipo y finalidad productiva (carne, lana, leche) de la explotación en que se encuentre, ya que de ello dependen factores como el tiempo que permanecerá en lactación (tomando leche), el destete, y el tipo de materias primas (granos, pastos, etc.) que se utilicen en su dieta (SAGARPA, 2007).

Tabla 9: Principales Estados productores de ovinos en la República Mexicana

Estado	Número de cabezas	Toneladas
México	1,018,158	10,988
Hidalgo	861,982	9,660
Oaxaca	526,150	3,098
San Luís Potosí	459,746	3,786
Veracruz	409,046	9,075
Puebla	403,264	5,192
Zacatecas	306,440	4,061
Guanajuato	260,680	2,421
Chiapas	257,023	1,734
Michoacán	237,676	2,251

Fuente: SAGARPA, 2007

De modo tradicional, los corderos son criados por sus madres hasta las edades de destete (60 días de nacidos). Aquellos animales que tienen crecimiento rápido pueden ser llevados a los pesos mayores sin que se vuelvan excesivamente grasos. El objetivo básico es obtener un grado óptimo de gordura. Además, entre los corderos alimentados de modo similar existen diferencias en cuanto a la distribución de grasa, a la forma de los músculos y a las proporciones de carne magra respecto a la grasa (James y col., 1980). La cantidad de alimento dependerá de la etapa en que se encuentre: engorda, lactación, gestación, etc. (SAGARPA, 2007).

La alimentación de ovinos debe contemplar un aporte de carbohidratos amiláceos y no amiláceos que debe de estar generalmente entre 60 a 70%, como fuente de obtener energía por parte de los rumiantes, siendo las más importantes de estos los cereales (trigo, cebada, sorgo y maíz), forrajes (pajas, zacate de maíz y ensilados) y en algunos casos la melaza (Anónimo, 2000).

Algunos estudios han demostrado que un deficiente aporte energético en la ración origina que las bacterias del rumen no puedan producir la proteína requerida y esto se refleja en un menor desarrollo del animal (Anónimo, 2000).

Dentro de los carbohidratos la fibra es una fuente importante de energía, esta se libera por la acción de las bacterias del rumen, además, proporciona volumen, que le permite al ovino estimular las funciones del rumen, esta fibra al ser ingerida estimula la masticación, que conlleva a la producción de saliva, la cual favorece la acidez ruminal provocando la digestión de los granos utilizados en la dieta. Un ejemplo de alimentos que proporcionan fibra son: pajas de cebada, avena, trigo y zacates (Anónimo, 2000).

Un alimento que aporta una gran cantidad de fibra son los forrajes, que funcionan como fuente de carbohidratos estructurales, los cuales, después del proceso de fermentación serán convertidos en ácidos grasos, que más tarde serán

utilizados como una fuente de energía. Para ovinos destinados a la producción de carne, el contenido de proteínas es un factor muy importante a tener en cuenta al momento de elaborar la dieta. Habitualmente la fracción proteica constituye alrededor del 20% del total de la dieta (Anónimo, 2000).

Las proteínas pueden ser aportadas en la dieta a partir de materias primas tanto de origen vegetal (Tabla 10) como animal (Tabla 11); de las primeras las principales fuentes son las harinas (de soya, de cacahuate, de ajonjolí, de alfalfa), en tanto que, aún cuando la harina de carne, harina de pescado y harina de sangre constituyen el principal aporte directo de proteína animal, la pollinaza y la gallinaza también se han empleado como fuente indirecta, ya que presentan un gran contenido de nitrógeno no proteico (el cual puede ser convertido en nitrógeno proteico a través de las bacterias presentes en el rumen), de esta última se debe tener cuidado con los niveles de cobre (Anónimo, 2000).

La dieta de los ovinos debe balancearse con minerales principales (calcio, fósforo, magnesio y sodio) y minerales traza (zinc, molibdeno, hierro y cobalto) (Anónimo, 2000), ya que, un desbalance en el suministro de minerales puede dar lugar a ganancias reducidas de peso y signos de deficiencia. Existen empresas productoras de alimentos para animales, quienes en sus productos venden mezclas de minerales y vitaminas, en forma de sales, las cuales se conocen comúnmente como “Sales Minerales” (Tabla 12) (SAGARPA, 2007).

Se recomienda en el caso específico de la explotación de ovinos, administrar un 2% de sales minerales del total de las dietas de iniciación, engorda y finalización. Se sugiere como norma mantener un compuesto de sales minerales a libre acceso para hembras (Anónimo, 2000).

La cría de ovinos debe también contemplar en su alimentación el suministro de ionóforos, los cuales son antibióticos que modifican los procesos ruminales, ya

Tabla 10: Composición de algunos vegetales empleados en la alimentación de ovejas, como fuente de proteínas.

Concepto ^a	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra Cruda %	NTD %	Mcal/Kg de M.S.
P. Ajonjolí	93	48	6	77	2.9
P. Algodón	92	45	13.3	75	2.8
P. Cártamo	91	22	31	58	2.8
P. Coco	92	21	15.4	75	2.6
P. Girasol	88	23	30	50	1.5
P. Soya	89	48	5	87	3.4
D. de Cervecería	91	22	20	67	2.6
Gluten de Maíz	90	25	9.7	83	2.9
Urea	99	280	-	-	-

^a P = pasta. Fuente: Anónimo, 2000

Tabla 11: Composición de las principales harinas utilizadas en la alimentación de ovejas, como fuentes de proteínas.

Concepto	Materia seca %	Proteína cruda %	Fibra Cruda %	NTD %	Mcal/Kg de M.S.
Harina de carne	94	55	2.8	71	2.6
Harina de hueso y carne	93	54	2.4	71	2.1
Harina de Sangre	91	80	1	82	2.3
Harina de pescado	92	72	0.7	83	3.2

Fuente: Anónimo, 2000.

que, ayudan a seleccionar las comunidades microbianas, ahorran proteínas al eliminar los microorganismos degradadores de las mismas, disminuyen el consumo de alimento (10%), mejoran la eficiencia energética (17%) y eliminan las bacterias productoras de lactato (acidosis) (Anónimo, 2000).

Sin duda alguna, el elemento indispensable en la dieta de todo ser vivo, y los ovinos no son la excepción, es el agua que cumple con muchas funciones, las principales están relacionadas con el transporte de compuestos orgánicos e inorgánicos y la regulación de la temperatura corporal, por lo que debe proporcionarse a los ovinos limpia y fresca (Anónimo, 2000).

Existen otros aspectos importantes que se deben considerar en el proceso de alimentación de los ovinos, como son el sistema productivo a seguir (intensivo, extensivo, semiextensivo y de traspatio o subsistencia); el funcionamiento del sistema digestivo del propio rumiante que comprende los procesos digestivos y de fermentación en el rumen, los procesos digestivos y de absorción; el metabolismo de los nutrientes y su distribución en el cuerpo y cuando se trate de animales productores de carne, la biosíntesis de los principales constituyentes de ella.

3.3.2.1. Sistema productivo

En cuanto a los sistemas productivos tenemos que:

En el intensivo los animales se mantienen dentro de corrales, toda su alimentación la reciben en los comederos; generalmente se especializan en la cría de animales reproductores para otras granjas (SAGARPA, 2007).

El sistema extensivo es aplicado cuando la finalidad es obtener animales productores de carne-lana y carne-piel. Para su alimentación se utilizan pastos nativos o artificiales (SAGARPA, 2007).

Tabla 12: Contenido de minerales y vitaminas en un producto comercia (por 20 Kg de producto)

Ingrediente	Cantida
Maganeso (de metionina e inorgánico)	21.60 g
Zinc (de metionina e inorgánico)	54 g
Cobalto (de carbonato)	2.50 g
Selenio (de selenito de Na)	0.01 g
Yodo (de EDDI)	0.80 g
Magnesio (de oxido)	103 g
Cloruro de sodio (sal fina)	5,000 g
Calcio (de carbonato)	5,320 g
Ionóforo	60 g
Vitamina A	5,500,000 UI
Vitamina D3	1,000,000 UI
Vitamina E	20,000 UI
CBP (Sub producto de maíz)*	20,000 g

Fuente: Nutrición Planificada S.A. de C.V.

El sistema semiextensivo se utiliza en la cría de animales destinados a la producción de lana-carne o leche-carne. Generalmente los animales pastorean durante el día y reciben suplementación en los comederos al final de la tarde (SAGARPA, 2007).

El sistema de traspatio o subsistencia consiste en alojar a los animales en corrales hechos de materiales de la región, que pueden o no contar con comederos; generalmente el único alimento de estos animales es el consumido en el pastoreo durante el día, ya que no reciben suplementos alimenticios (SAGARPA, 2007).

3.3.2.2 Sistema digestivo

Los componentes principales del sistema digestivo de las ovejas son: el esófago, retículo, rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, ciego, intestino grueso y recto (Figura 3).

Una vez que la alimentación ha sido consumida, viaja hacia abajo del esófago al rumen y al retículo, que son los primeros dos compartimientos del estómago del rumiante. La alimentación ingerida se traga con poca masticación. Después de un consumo de alimentos extenso o de una jornada larga pastando, el proceso de la rumia comienza. La rumia sucede a causa de las constantes contracciones del rumen - retículo que mueve la masa de alimentos hacia delante hasta entrar en contacto con la apertura más inferior del esófago. La masa de alimento regresa al esófago donde es remasticada (Wilson, 1987).

El retículo-rumen forma un amplio órgano de fermentación que contiene miles de millones de microbios pertenecientes a dos grandes tipos: bacterias y protozoos. Es aquí en donde los rumiantes obtienen la energía de los ingredientes con mucha fibra. La población microbiana fermenta la materia

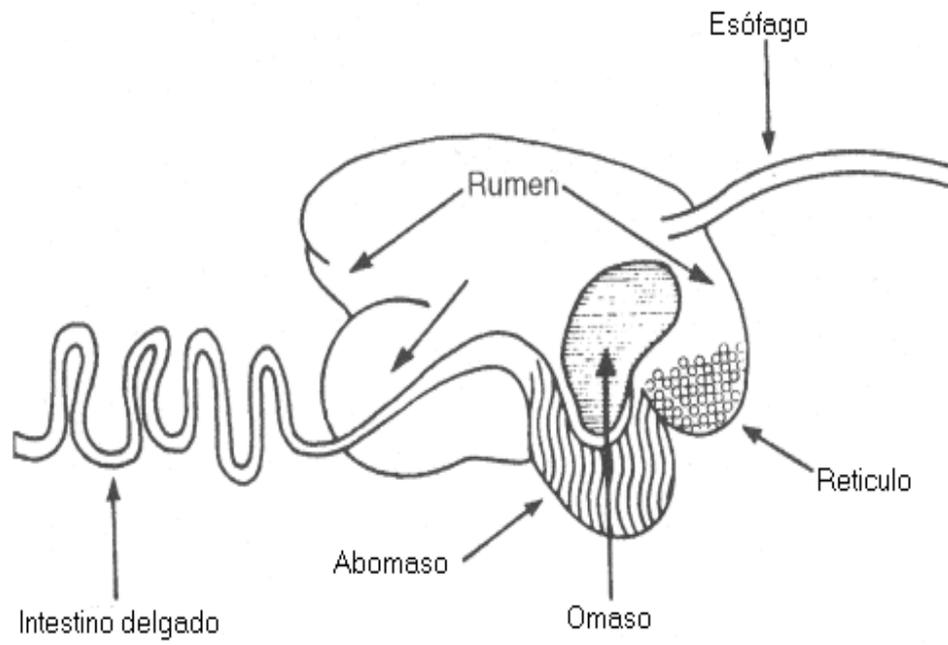


Figura 3: Sistema digestivo de las ovejas.

orgánica contenida en el alimento sólido, convirtiéndola en sustancias químicas muy simples, como el amoníaco y los ácidos grasos volátiles (AGV): acético, propiónico y butírico. Algunos de estos sencillos compuestos químicos son absorbidos a través de la pared del retículo-rumen o del omaso hasta la corriente sanguínea, mientras que otros pasan al cuerpo de los microorganismos para constituir la llamada “masa microbiana” o “biomasa” (Wilson, 1987).

Otra importante función del rumen consiste en modificar la composición química de las grasas y aceites de la dieta. La mayor parte de las grasas insaturadas que llegan al retículo, son hidrogenadas y convertidas en saturadas antes de pasar al omaso. Algunas son usadas por los microorganismos para formar los tejidos microbianos. Una vez que se ha efectuado la fermentación ruminal, el agua de la digesta se absorbe en el omaso, de forma que el material puede pasar, en estado más concentrado, al abomaso y al intestino medio. El flujo de la digesta desde el retículo-rumen al omaso, varía de acuerdo con el tipo de dieta consumida. La cifra normal es de 0.5 litros/hora para las ovejas adultas. Los productos fermentados que salen del omaso pasan a través del abomaso (el verdadero estómago). El abomaso segrega jugos gástricos, ácido clorhídrico y enzimas digestivas, en la masa digesta comenzando la digestión enzimática. Aquí, las proteínas del alimento que han esquivado la fermentación ruminal, así como, las contenidas en los microbios que han salido del retículo rumen son transformadas a sus correspondientes aminoácidos (Wilson, 1987).

El intestino delgado es donde la masa digesta se ve expuesta a las enzimas intestinales y pancreáticas, así como también a la bilis del hígado. La proteína, almidón, y los azúcares son digeridos enzimáticamente aquí, pero la fibra (tal como la celulosa) que escapó del proceso de fermentación en el rumen-retículo no puede ser digerida en el intestino delgado. La digestión de los lípidos (grasas) también ocurre en el intestino delgado. En los 24 metros de longitud del intestino delgado es donde acontece la absorción de los productos digeridos durante el proceso enzimático de proteínas, carbohidratos, y lípidos (Wilson, 1987).

El ciego es de importancia insignificante en los rumiantes a causa de que la digesta sufre su descomposición con anterioridad en el rumen-retículo. El intestino grueso es el segundo sitio de fermentación y es donde el agua y los productos finales durante el pasaje de la digesta son absorbidos. Los alimentos sin digerir se excretan entonces a través del recto como excrementos (Wilson, 1987).

3.3.2.3. Metabolismo de los nutrientes

Una vez metabolizados los alimentos, los nutrientes presentes en estos como las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas, y el agua se usan para mantener primeramente al animal y lo que sobra después de cubrir sus requerimientos de mantenimiento es usado para sus funciones productivas. Del 50 al 100 por ciento de la ingestión diaria de las ovejas es usada para su mantenimiento exclusivamente, dependiendo de las condiciones ambientales y de la calidad/cantidad de la ración suministrada (Svendsen y col., 1987).

La fuente principal de energía para las ovejas son los (AGV) ácidos grasos volátiles. Los amino-ácidos son los principales productos finales de la digestión del rumiante. Después que ellos se absorben en el intestino delgado entran en la corriente sanguínea en donde viajan al hígado. El hígado entonces los dirige a los tejidos del cuerpo a donde se necesiten. Los sobrantes se degradan entonces y la parte de nitrógeno se convierte en urea. Ésta última es reciclada hacia el tracto digestivo o es excretada a través de la orina (Svendsen y col., 1987).

3.3.2.4. Biosíntesis de los principales constituyentes de la carne

3.3.2.4.1 Biosíntesis de carbohidratos

De los carbohidratos consumidos en la dieta la glucosa y la galactosa son transportadas del lumen intestinal a la sangre. El transporte de la glucosa dentro

de las células intestinales está unido al de Na⁺ y utiliza un portador común. Parte de la glucosa absorbida es almacenada como glucógeno en el hígado o directamente sufre una serie de reacciones químicas (glucólisis) para formar ácido pirúvico (Svendsen y col., 1987).

En presencia de oxígeno, todas las células excepto los eritrocitos oxidarán el ácido pirúvico a bióxido de carbono y agua (Svendsen y col., 1987).

En los rumiantes los carbohidratos son fermentados a ácido acético, propiónico y butírico en el rumen. Estos ácidos son absorbidos del rumen y participan en el metabolismo energético. Durante el proceso de fermentación realizado en el rumen no se absorbe glucosa en este órgano. El ácido acético entra en la vía metabólica como acetil-CoA y por tanto puede ser utilizado en la síntesis de grasas. Estos dos ácidos son cetógenos. El ácido propiónico entra en otro punto del ciclo del ácido cítrico y puede ser utilizado en la síntesis de glucosa y glucógeno a partir del ácido pirúvico (gluconeogénesis) (Svendsen y col., 1987).

3.3.2.4.2 Biosíntesis de aminoácidos

Las proteínas en el cuerpo se encuentran en estado de equilibrio dinámico. Hay un continuo desplazamiento y resíntesis de proteínas, catabolismo y anabolismo. En adultos, no gestantes y animales no lactantes, el catabolismo proteico es igual al anabolismo, y se dice que el animal se encuentra en balance nitrogenado cero. Esto significa que el nitrógeno del alimento es igual al excretado. En el animal en crecimiento, el anabolismo excede al catabolismo, encontrándose en balance nitrogenado positivo (Svendsen y col., 1987).

Los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas en las células se toman del fondo común de aminoácidos libres en el plasma sanguíneo. Este fondo es mantenido por los aminoácidos derivados del desdoblamiento de las proteínas

de los tejidos y de los sintetizados en el hígado. La concentración de aminoácidos en el plasma sanguíneo varía entre 0.45 y 0.60 g por litro (Svendsen y col., 1987).

La síntesis de una proteína tiene lugar en el citoplasma de las células sobre la superficie de los ribosomas, donde la secuencia está codificada por las bases de un ácido ribonucleico. La síntesis de las proteínas es mayor en los animales jóvenes que en los adultos con la misma dieta (Svendsen y col., 1987).

El primer paso para el desdoblamiento de los aminoácidos, incluye la transferencia o remoción de grupos amino. Las reacciones de transaminación son conversiones de un aminoácido al cetoácido correspondiente con la conversión simultánea a otro cetoácido a un aminoácido. La desaminación es el proceso por el cual los grupos aminos son divididos con la subsiguiente liberación de amoníaco (Svendsen y col., 1987).

Los residuos de nitrógeno libre de la desaminación son oxidados a bióxido de carbono y agua en el ciclo del ácido cítrico. Parte de la energía liberada es almacenada en puentes de fosfato de alta energía. La mayoría del amoníaco formado por la desaminación de los aminoácidos se convierte a urea que es excretada en la orina (Svendsen y col., 1987).

Los aminoácidos son absorbidos por transporte activo. Hay por lo menos tres diferentes sistemas, uno para aminoácidos neutrales, otro para los alcalinos y uno más para los ácidos. Estos sistemas transportadores favorecen la absorción de los L-aminoácidos (Svendsen y col., 1987).

3.3.2.4.4. Biosíntesis de lípidos

Los lípidos biológicamente importantes son los triglicéridos, los fosfolípidos y los esteroides. Los lípidos en las células son de dos tipos principales: lípidos estructurales, encontrados principalmente en la membrana celular, y grasas

neutras, almacenadas como reserva de energía en las células adiposas del animal (Svendsen y col., 1987).

El contenido de lípidos del plasma es de cerca de 3 g por litro. Cerca del 50% de éstos son fosfolípidos, 30% triglicéridos y 20% colesterol. Además de estas fracciones principales, el plasma contiene pequeñas cantidades de ácidos grasos libres. Estos tienen una tasa muy rápida de conversión y representan la forma principal en la que son transferidos de los depósitos de grasa de sitio de oxidación en otros tejidos (Svendsen y col., 1987).

Los lípidos se absorben como ácidos grasos y monoglicéridos. Las cadenas cortas de los ácidos grasos lo hacen en la sangre como ácidos grasos libres. La cadena larga de ácidos grasos (12 o más átomos de carbono) es absorbida dentro de las células epiteliales. Durante el transporte a través del epitelio estos ácidos se combinan con glicerol para formar triglicéridos. Los triglicéridos pasan entonces a la linfa, para así pasar al torrente sanguíneo para posteriormente ser utilizados por el animal (Svendsen y col., 1987).

En los rumiantes los ácidos grasos volátiles son absorbidos principalmente en el preestómago y el ciego. Las moléculas no disociadas se absorben más rápido que las que se encuentran en forma ionizada, por tanto, hay un aumento en la tasa de absorción conforme el pH baja. Este mecanismo de absorción tiende a mantener el contenido rumial a un pH de 6 (Svendsen y col., 1987).

3.3.2.5. Carne (composición)

La composición de la carne de ovino, está fuertemente influenciada por todos los aspectos relacionados con su alimentación y que han sido previamente descritos.

En la figura 4 se pueden observar los diferentes cortes que se pueden obtener para el comercio de la carne de ovino. La tabla 13 muestra los valores medios de la composición nutricional de la carne de ovinos (SAGARPA, 2007)

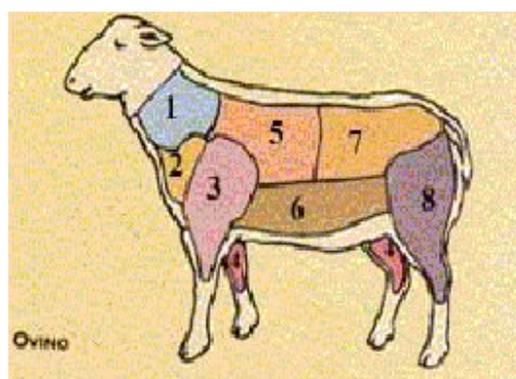


Figura 4: Cortes de carne de borrego: 1. Pescuezo, 2. Pecho, 3. Espalda, 4. Garrones, 5. Chuletas de aguja, 6. Falda, 7. Chuletas de riñonada, 8. Pierna. Fuente: SAGARPA, 2007.

Tabla 13: Composición nutricional de la carne de ovino (por cada 100 gramos de ración).

Constituyente	Contenido
Calorías	250
Proteínas	18 g
Grasas	20 g
Calcio	8 mg
Hierro	2.5 g
Colesterol	70 mg

Fuente: SAGARPA, 2007

OBJETIVOS

4. Objetivos

4.1. Objetivo general:

Elaborar y validar una dieta balanceada para engorda de ganado ovino, a partir de bagazo de harina de naranja.

4.2. Objetivos específicos

Obtener harina de bagazo de naranja empleando el método de secado con aire forzado.

Elaborar dietas balanceadas sustituyendo diferentes porcentajes de una dieta base por harina de bagazo de naranja.

Validar las dietas balanceadas con ensayos in vivo usando borregos recién destetados por 90 días, y evaluar la ganancia de pesos de cada animal.

MATERIALES
y
MÉTODOS

5. Materiales y Métodos

5.1. Material:

- Materia prima:
 - Bagazo de naranja
 - Cebada
 - Harina de soya
 - Sales minerales
 - Agua
 - Pastura (mezcla: 65% paja, 25% zacate y 10% alfalfa)

- Equipo:

Cuchillo eléctrico Home essentials; Black Decker, estufa para secado oven series 9000, thermolyne. Charolas de acero inoxidable con perforaciones, bascula Adventure Pro AV412; OHAUS, capacidad máxima 410g. Bascula mecánica de resortes de 200 kg de capacidad. Comederos y bebederos.

5.2. Métodos:

5.2.1. Obtención de harina de bagazo de naranja.

Con la finalidad de probar la viabilidad de la harina de bagazo de naranja para la engorda de ganado ovino, no se utilizó una variedad específica de naranja sino que el bagazo empleado fue recolectado directamente de los establecimientos dedicados al comercio del jugo de esta fruta. Se llevó al laboratorio donde se seleccionó eliminando cualquier residuo extraño (plástico, papel, etc.). El bagazo fue cortado con un cuchillo eléctrico en cuadros de tamaño

aproximado de 2 por 2 cm, lo cual facilitó el proceso de deshidratación debido a una mayor área superficial de secado, una vez cortado el bagazo este fue acomodado en charolas de acero inoxidable. Estas se colocaron en la estufa a 80° C por 6 horas (Tovar-Jiménez, 2007). El bagazo de naranja ya deshidratado se molió en la licuadora y se almacenó la harina obtenida un recipiente de plástico con tapa.

5.2.2. Ensayo biológico.

Para el desarrollo del ensayo biológico in vivo se emplearon 9 ovinos machos recién destetados, los cuales fueron colocados en corrales individuales de 2 x 1.25 m, estos se construyeron siguiendo el diagrama de la figura 5. Cada uno de los animales fue vacunado para el control de las enfermedades propias de los mismos, estos se pesaron inicialmente y se distribuyeron aleatoriamente dentro de cada uno de los grupos experimentales.

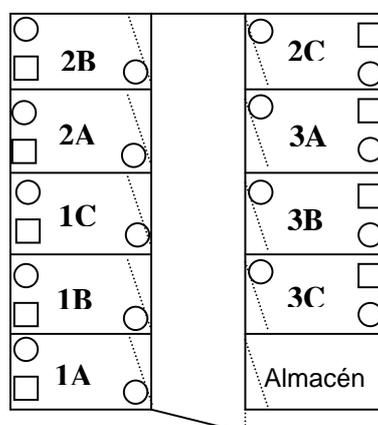


Figura 5: Representación esquemática de corrales. El número representa la dieta y las letras el número de animales experimentales. 1(sustitución 0%), 2(sustitución 15% de harina); 3(sustitución 30% de harina).

5.2.3 Elaboración de las dietas experimentales.

Considerando lo reportado en la literatura acerca de los requerimientos de alimentación de los ovinos y con los datos reportados del contenido de nutrientes de la naranja, se procedió a elaborar tres dietas donde se sustituyó el 0 (Blanco), 15 y 30% por harina de bagazo de naranja a ingredientes pertenecientes a la dieta blanco, haciendo así un balance de la energía requerida en los alimentos para ovinos. Para obtener los datos correctos de la cantidad (gramos) de cada ingrediente (cebada, harina o pasta de soya y harina de bagazo de naranja) que debía contener cada una de las dietas; aplicando la formula del “Cuadrado de Pearson” (Figura 7).

Dieta base o blanco: Dieta 1

- 85 g de cebada
- 15 g de soya

A estas dietas se les adicionó, sin considerarlo en el porcentaje una mezcla de pastura (70% de paja, 20% de zacate y 10% de alfalfa). Al igual “sales minerales” (2 g/100 g de mezcla), las cuales contienen una mezcla de minerales y vitaminas.

La utilización del “Cuadrado de Pearson” (Figura 6) es el método más común de utilizar para el balance de nutrientes requeridos en una dieta de cualquier animal; en el caso de este trabajo se realizó un balance con respecto a la proteína presente en los diferentes componentes de la dieta, así mismo se sustituyo de manera parcial cierta cantidad (gramos) de los ingredientes de la dieta tradicional (blanco) por la harina de bagazo de naranja.

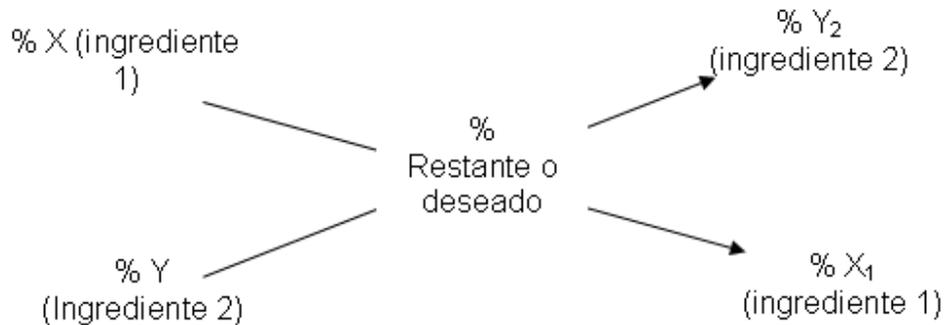


Figura 6: Formula del Cuadrado de Pearson.

Fuente: Church y col., 1989.

5.2.4. Suministro de las dietas a los ovinos

Una vez seleccionados y distribuidos los borregos en los grupos experimentales, los animales se mantuvieron en un periodo de adaptación a alimentos sólidos por un lapso de 7 días con pastura.

Después de transcurrido el tiempo, se colocaron los animales de forma aleatoria en sus respectivos corrales como se menciona anteriormente. Una vez colocados los animales se comenzó la etapa de alimentación con las dietas experimentales, mas pastura y agua, durante un periodo de 3 meses (90 días) lo correspondiente al periodo de engorda comercial de ovinos. Para el seguimiento de la ganancia en peso de cada borrego, estos se pesaron de manera periódica (cada tercer día o 4 por máximo), usando una bascula de 200 kg de capacidad. De la misma forma se llevó un registro de la cantidad de alimento consumido por cada animal durante el periodo de experimentación (diario), la cantidad de pastura y sales minerales no se registró.

Para determinar la ganancia de peso de los rumiantes, se les colocó una especie de pechera elaborada con un laso, luego fueron llevados a la báscula. Con los datos obtenidos de la ganancia de peso y el alimento consumido, se

calculó la relación de alimento consumido (kg) / ganancia en peso (kg) para evaluar la relación de conversión del alimento en masa durante los 90 días.

5.2.5. Evaluación visual de las canales

Para la realización de la evaluación de la calidad visual de las canales obtenidas, al final del periodo de alimentación (90 días) dos animales fueron sacrificados y analizados por una persona experta en este tipo de actividades (“Barbacollero”), quien efectuó una evaluación subjetiva comparando canales de borregos alimentados con la dieta control y en la cual se sustituyó la cebada y soya con 15% de HBN.

RESULTADOS
y
DISCUSIONES

6. Resultados y discusiones

6.1 Elaboración de las dietas experimentales.

Se elaboraron las dietas aplicando el procedimiento explicado en el apartado de métodos teniendo como resultado las siguientes composiciones, para 100 g de mezcla de cada dieta.

Dieta 1 (0% de sustitución de harina de bagazo de naranja)

- 85 g de cebada
- 15 g de soya

Dieta 2 (15% de sustitución de harina de bagazo de naranja, de la dieta total)

- 77 g de cebada
- 8 g de soya
- 15 g de HBN

Dieta 3 (30% de sustitución de harina de bagazo de naranja, de la dieta total)

- 68.5 g de cebada
- 1.5 g de soya
- 30 g de HBN

6.2. Suministro de las dietas a los ovinos

En la semana de adaptación, los borregos mostraron una buena aceptación por los alimentos sólidos. Sin embargo se observó que durante este proceso algunos animales presentaron trastornos gastrointestinales (1A, 2C y 3C), teniendo como resultado una manifestados principalmente como diarreas ligeras y una disminución del consumo de líquidos y de la propia dieta. Para atacar estos desordenes, se trataron con medicamento para la diarrea (purga), y se redujo la

cantidad de la dieta suministrada hasta la desaparición de los síntomas. Los datos de alimento consumido y peso ganado se muestran en la tabla 14.

a) Peso Ganado

En la figura 7 se muestra la evolución del peso ganado (medias) por los borregos durante los 90 días de alimentación con las tres diferentes dietas. Se puede observar que los animales alimentados con la dieta de 15% de HBN presentaron mayor incremento en peso respecto a los de las otras dos (0 y 30% de HBN). Sin embargo, al efectuar el análisis estadístico ($P=0.5$) no se encontraron diferencias significativas entre los tres diferentes grupos de animales, tal y como se muestra en las tablas 15 y 16, esta variabilidad tan grande (altos valores de desviaciones estándar) que puede estar ocasionada quizás por el metabolismo propio de cada animal no permite definir cual es la mejor dieta en cuanto a ganancia de peso, por lo cual se hace necesario probar estas mismas dietas con un mayor número de ovinos para comparar los resultados de la evolución a lo largo del periodo de experimentación entre animales de un solo grupo, con el promedio del mismo y de los otros grupos y establecer si la variabilidad esta ocasionada por el metabolismo propio de cada animal y en función de ello definir la mejor dieta.

Si consideramos que las variaciones tan grandes en los datos es atribuible al metabolismo de cada animal y solo consideramos los valores promedio (ver figura 7) podemos observar que los valores obtenidos con la dieta del 15% de HBN en el presente trabajo durante los 90 días y en los primeros 60 días de alimentación con la de 30% (ver figura 7), muestran una mayor ganancia de peso que los animales de la dieta control (0% HBN). Esto coincide con lo reportado por Basurto y col. (1992) quienes indican que al alimentar rumiantes con pulpa de naranja deshidratada se observan buenos aumentos de peso; ocasionados por la elevada degradación ruminal de este subproducto.

Tabla 14: Alimento total consumido y ganancia de peso por cada animal.

Dieta	# animal	Peso Inicial (Kg)	Peso Ganado (Kg)	Alimento consumido (Kg)
1	1 ^a	22.5	20	109.71
1	1B	21	27	121.38
1	1C	20	26	112.4
2	2 ^a	24	32	148.3
2	2B	25.5	25.5	142.18
2	2C	17.5	20.5	98.205
3	3 ^a	18.5	24.5	118.64
3	3B	20	21	114.55
3	3C	15.5	21.5	119.72

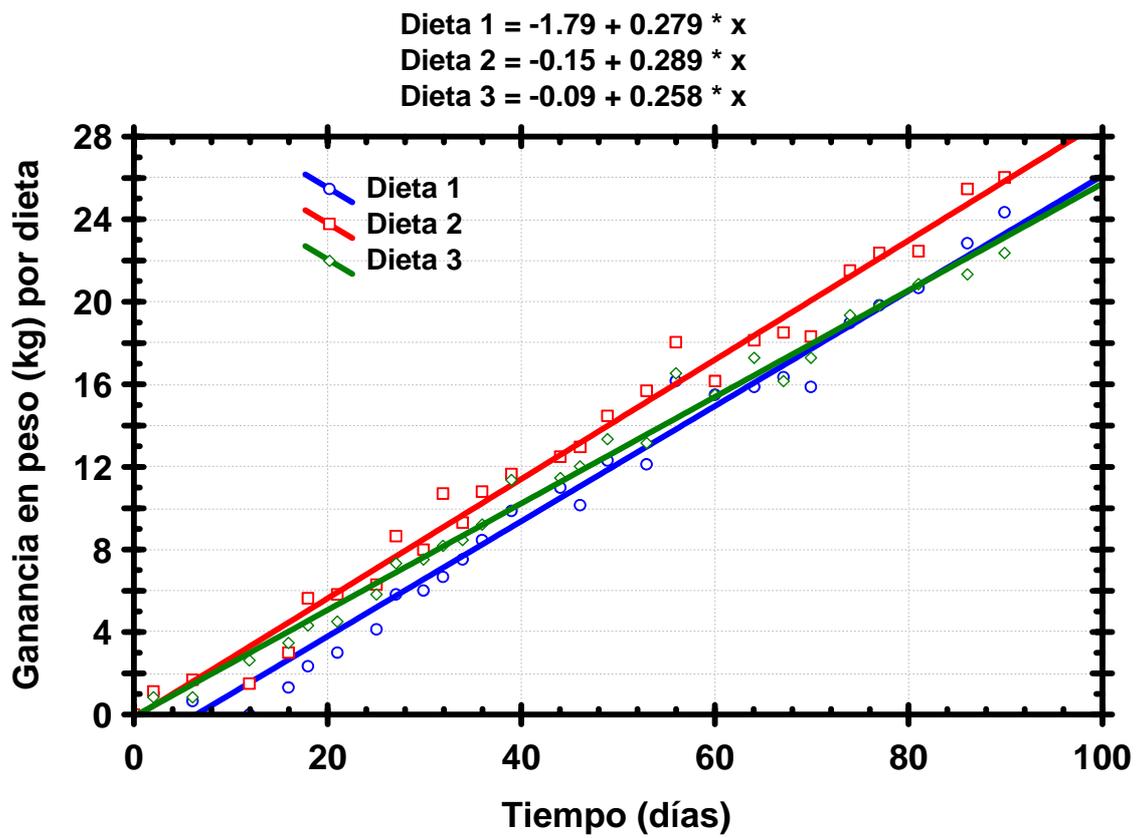


Figura 7: Grafica representativa de peso ganado durante 90 días.

Tabla 15: Análisis de varianza de una sola vía del peso ganado.

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	F	P
Dieta	2	20.222	10.1111	0.013149	0.986961
Error	7	5382.778	768.9683		
Total	9	5403.000			

Tabla 16: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, de peso ganado.

Dieta	Medias	Error Estándar
CONTROL	24.33333	2.185813
NARANJA 15%	26.00000	3.329164
NARANJA 30%	22.33333	1.092906

Después de 60 días de experimentación, los borregos alimentados con la dieta de 30% de HBN, disminuyen la ganancia de peso, mostrando al final de los 90 días valores ligeramente inferiores al control (ver figura 8). Lo anterior esta en sincronía con lo manifestado por Martínez y col. (1980), quienes mencionan que la inclusión de raciones de pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de borregos, ocasiona una buena ganancia de peso en estos animales, pero que al incrementar los porcentajes de este subproducto, se puede inhibir la alimentación y por consecuencia la ganancia en peso.

Las figuras 9 a 14 muestran un comparativo de la apariencia externa de los animales alimentados con las diferentes dietas al inicio y final de la experimentación.

b) Alimento Consumido

En la figura 15 se muestran los valores promedios del alimento consumido por cada grupo de animales. Se puede observar que el consumo de alimento, en los ovinos alimentados con la dieta tradicional (control), fue menor comparado al de las dietas experimentales (sustitución de cebada y soya por harina de bagazo de naranja), esto indica que el sabor y el aroma propios de este subproducto no interfieren negativamente en su aceptación por parte de los animales.

Acorde a lo observado con el peso ganado, la dieta que mejores resultados mostró fue en la que se sustituyó la cebada y soya de la dieta tradicional por 15% de HBN. De la misma manera en el análisis estadístico (tablas 17 y 18) se observó una gran variabilidad, lo que podría reforzar la idea de que estos resultados son dependientes del metabolismo de cada animal. Otro factor que pudo afectar fue la presencia de trastornos gastrointestinales (diarreas) que presentaron los animales de todas las dietas en el periodo de adaptación al alimento sólido, lo cual fue más acentuado en el borrego "2C" (duro 5 días) perteneciente al grupo de animales que recibió la dieta de 15% de HBN (ver tabla 14).

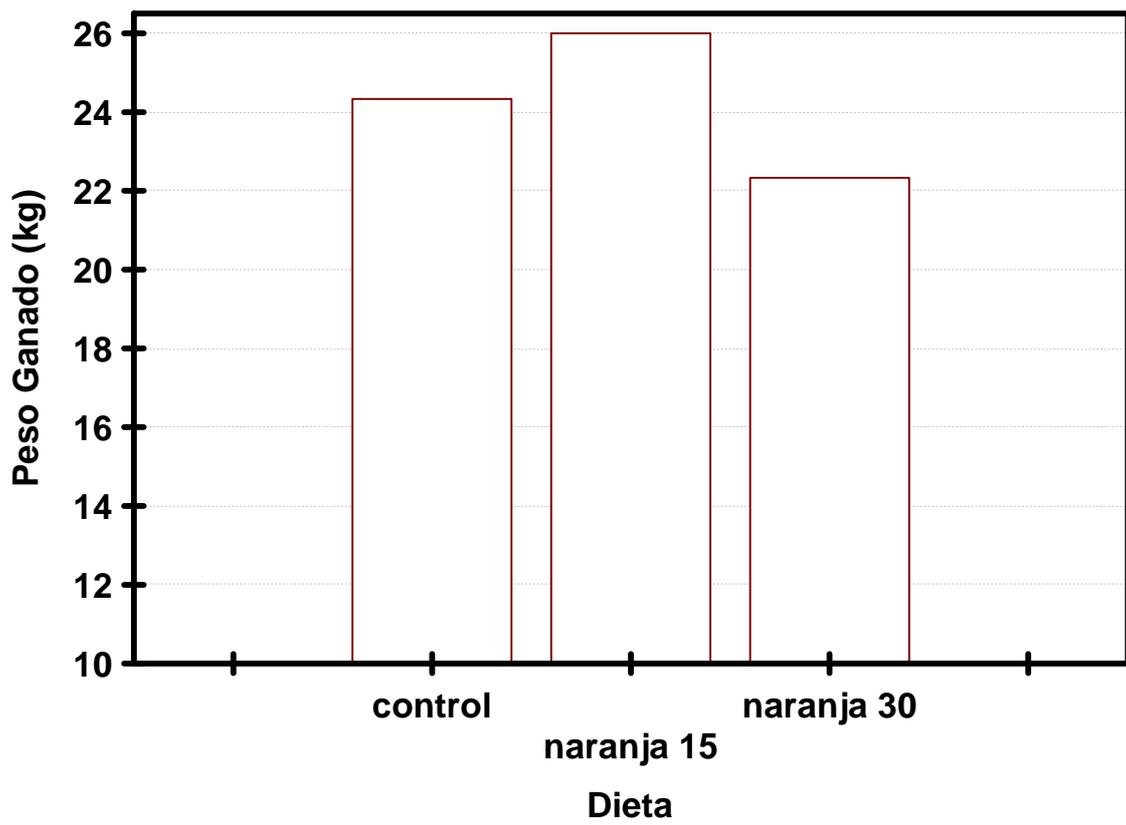


Figura 8: Diferencia de pesos ganados en las dietas.



Figura 9: Inicio del experimento primera semana, con una sustitución del 0% de harina de bagazo de naranja (control).



Figura 10: Final de la dieta con una sustitución del 0% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado).



Figura 11: Inicio del experimento primera semana, con una sustitución del 15% de harina de bagazo de naranja.



Figura 12: Final de la dieta con una sustitución del 15% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado).



Figura 13: Inicio del experimento, con una sustitución del 30% de harina de bagazo de naranja



Figura 14: Final de la dieta con una sustitución del 30% de harina de bagazo de naranja (ovino esquilado).

Tabla 17: Análisis de varianza de una sola vía del alimento consumido.

	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F	P
Dieta	2	379.0	189.51	0.010019	0.990045
Error	7	132406.4	18915.20		
Total	9	132785.4			

Tabla 18: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, de Alimento consumido.

Dietas	Medias	Error Estándar
CONTROL	114.4967	3.52818
NARANJA 15%	129.5617	15.77756
NARANJA 30%	117.6367	1.57451

Nuestros datos están acorde a lo observado por Bhattacharya y col. (1973), quienes encontraron que conforme se incrementaba el nivel de pulpa deshidratada de cítricos en la ración de borregos, éstos reducían su consumo de alimento; a pesar de que este subproducto tiene buena digestibilidad. No existe una explicación clara al hecho de que al aumentar el porcentaje de sustitución de HBN en la dieta de rumiantes se disminuya el consumo de alimento, tal y como se observó en este trabajo (ver figura 15) en que la dieta con 30% de sustitución mostró menores valores del consumo de alimento que la del 15%.

c) Relación de Alimento Consumido/Peso Ganado

En cuanto a la eficiencia de conversión (peso ganado / alimento consumido), los valores promedios (tabla 19) muestran que la sustitución de cebada y soya por HBN no se afecta significativamente, dados los valores tan próximos entre el control y los animales en los cuales se probó la inclusión de HBN (dieta con 15 y 30% de HBN).

Una vez que se ha verificado que el HBN no afecta la conversión de alimento en tejido corporal, se procedió al análisis de la relación de la cantidad de alimento consumido entre el peso ganado por el borrego. Los valores promedios (figuras 16) muestran que los animales en los cuales se probó la sustitución de cebada y soya por HBN presentaron mayores valores, siendo al final del periodo experimental, ligeramente mejores los resultados en aquellos borregos en los que se empleó el 30% de HBN.

Sin embargo, al realizar el análisis estadístico de los valores obtenidos (tablas 20 y 21) con las diferentes dietas no se observaron diferencias significativas. Lo anterior originado por la variabilidad entre los animales del mismo grupo, que como se ha mencionado con antelación puede estar relacionado con el metabolismo propio de cada animal. A pesar de esta diferencia entre individuos

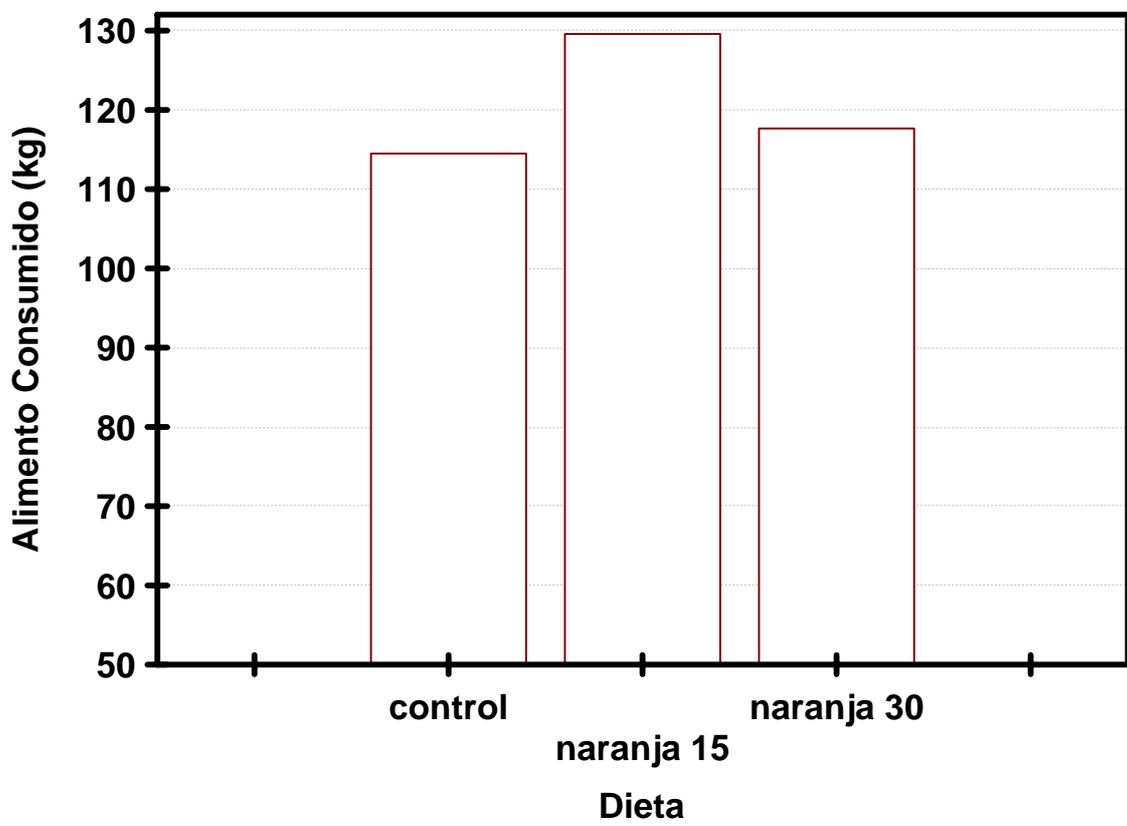


Figura 15: Diferencia de alimento consumido

Tabla 19: Eficiencia de conversión del alimento consumido

Dietas	Media	Error Estándar
CONTROL	0.212019	0.015079
NARANJA 15	0.201292	0.011157
NARANJA 30	0.189806	0.008420

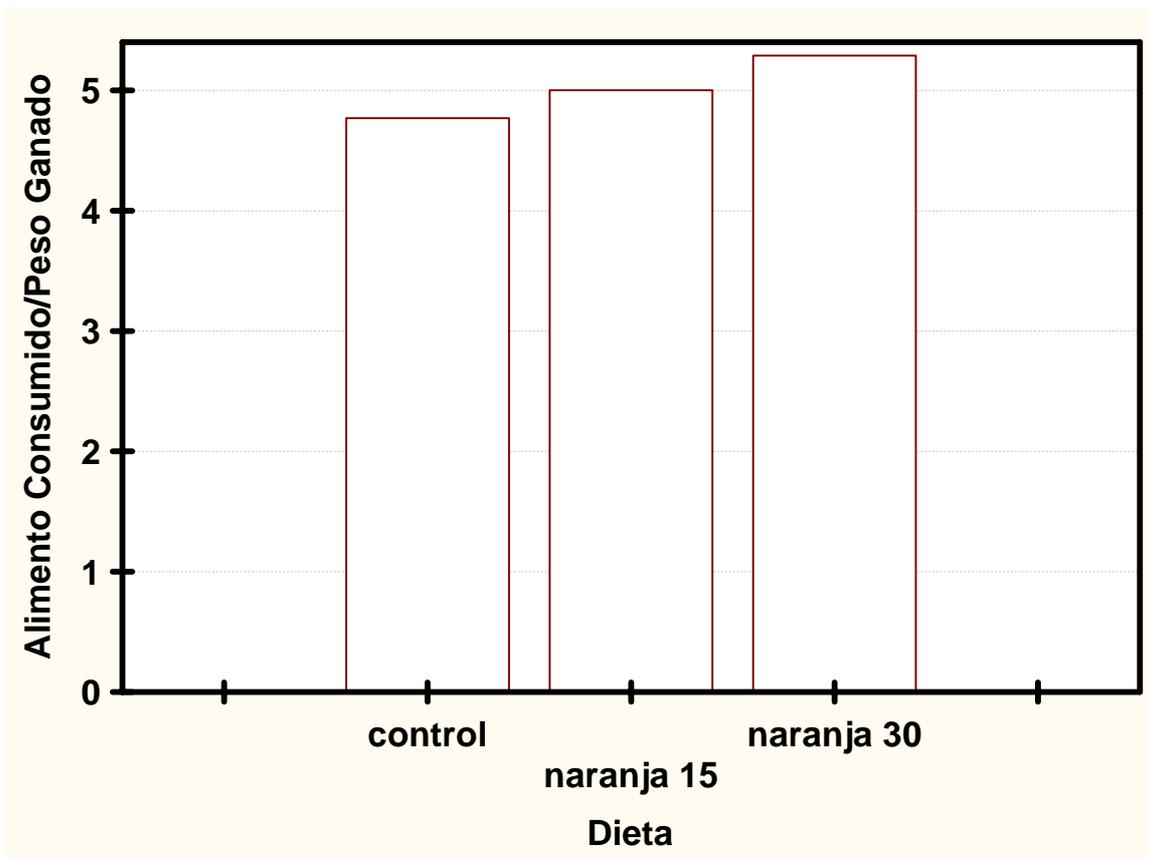


Figura 16: Diferencia de la conversión de alimento consumido entre peso Ganado, por cada grupo experimental.

Tabla 20: Análisis de varianza de una sola vía de la relación de alimento consumido/peso ganado.

	Grado de libertad	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	F	P
Dieta	2	0.4079	0.20397	0.006254	0.993771
Error	7	228.3068	32.61525		
Total	9	228.7147			

Tabla 21: Resultados del análisis estadístico en comparación de las dietas, conversión de Alimento consumido entre Peso ganado.

Dietas	Media	Error Estándar
CONTROL	4.768044	0.362167
NARANJA 15	5.000183	0.291259
NARANJA 30	5.288528	0.225438

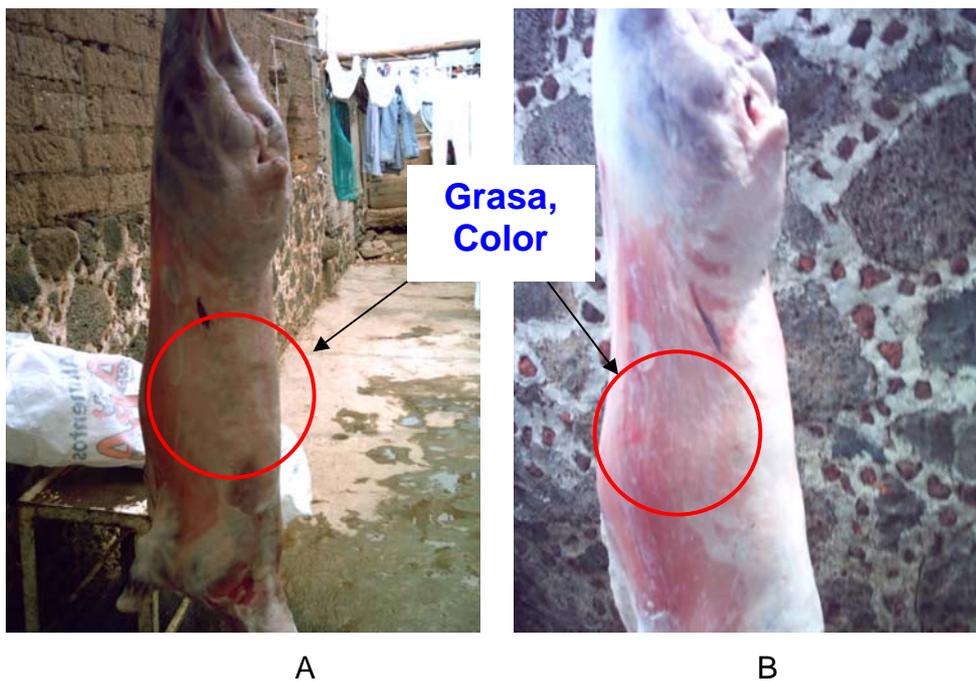
Diferentes autores mencionan que el HBN tiene una alta digestibilidad, por lo que su utilización en la alimentación de rumiantes origina buenas ganancias en peso. Lo que coincide con los resultados de este trabajo en donde se observó que los animales alimentados con la dieta que incluye HBN presentan valores promedios superiores al control (ver figura 16).

6.3. Evaluación visual de las canales

Para el análisis de la calidad visual de las canales, primero se procedió a la selección de los animales en pie tanto de la dieta control como de los alimentados con la de 15% de sustitución de HBN, tomando en consideración la apariencia física de los mismos por parte del “evaluador”.

Tomando en consideración diferentes atributos subjetivos de apariencia visual (color, olor, humedad, frescura y presencia de grasa en la carne) el “evaluador” de acuerdo a su experiencia y habilidad mencionó que la canal del borrego alimentado con la dieta en la que se sustituyó parte de la cebada y la soya por 15% de HBN presentaba mejores atributos que el control (figura 17).

Un aspecto importante que confirmó la evaluación por parte del “barbacollero” fue que al preparar ambas canales (por separado) en el platillo típico del Estado de Hidalgo, la “barbacoa” (figura 18), en la del borrego alimentado con la dieta sustituida (15% de HBN), tanto él como sus consumidores observaron que la carne presentaba una textura más suave, jugosa y con un menor contenido de grasa, esto último también fue observado en el consomé obtenido.



Figuras 17: Canales de rumiantes de diferentes dietas, A) Rumiente-canal control, y B) Rumiente-canal alimentado con la dieta experimental de 15% harina de bagazo de naranja.



Figura 18: Obtención de Barbacoa.

CONCLUSIONES
Y
PERSPECTIVAS

7. Conclusiones y perspectivas

La HBN se puede emplear como una alternativa útil en la alimentación de ganado ovino, permitiendo dar un valor agregado y diversificar el uso de este subproducto industrial, disminuir costos de producción, lograr buenas ganancias de peso en los animales y carne de borrego de buena calidad nutricional y visual.

El presente trabajo genera diversas perspectivas como pueden ser:

Emplear un mayor número de animales y evaluar la totalidad de ellos en pie, en canal y en el platillo típico “barbacoa”.

Efectuar un análisis sensorial más riguroso, empleando jueces entrenados o consumidores potenciales de “barbacoa”

Efectuar un análisis profundo de la composición química de la materia prima (alimento) y producto final (carne de borrego y/o “barbacoa”).

BIBLIOGRAFÍA

8. Bibliografía

Aguilera, G. R. y O'Donovan, P. B. 1975. Algunas características bioquímicas de la pulpa cítrica ensilada con diferentes niveles de miel y bagazo de caña de azúcar. *Rev Cubana Cienc Agric* 9:357

Anónimo 2000. *Manual de Nutrición para ganado Ovino. Sistema de Modernización y Capacitación Agropecuaria.* División Agropecuaria. Estado de Hidalgo.

Anónimo 2007a.
http://www.mexicodesconocido.com/espanol/cultura_y_sociedad/actividades_economicas/detalle.cfm?idcat=3&idsec=17&idsub=81&idpag=2966. Pagina consultada el 16 de mayo de 2007.

Anónimo 2007b. http://www.conacyt.mx/fondos/mixtos/Zacatecas/2003-02/Zacatecas_Demandas_2003-02.pdf. Pagina consultada el 13-ago-2007

Anónimo 2007c.
<http://www.cienciaytecnologia.yucatan.gob.mx/noticias/verarticulo.php?IdArticulo=144>. Pagina consultada el 10-Sep- 2007

Anónimo 2007d.
http://www.daca.ujat.mx/eventos/2006/seminario_ovinos/2seminario.pdf. Pagina consultada el 5-Oct-2007

Arthey, D. y Ashust, P. R. 1997. *Procesado de frutas.* Zaragoza España.

Baird DM, JR Allison y EK Heaton, 1974. The energy value for and influence of citrus pulp in finishing diets for swine *J Anim Sci* 38:545

Basurto, G.R. y H.I. Tejada, 1992. Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón. Comparación de métodos para estimarla. *Téc. Pec. Méx.* 30:13-22.

Bhattacharya, A.N. y M. Harb, 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. *J. Anim. Sci.* 36:1175-1180.

Cambra, R. R. V. 1992. Frutas Ornamentales. España. pp. 119-120.

Carrera, C., E. Donnadieu, O. Encinas, G. Gutiérrez, A. Pérez, y F. Rocío, 1967. La pulpa de naranja deshidratada en nutrición de ganado bovino. *ITESM.* Monterrey, N.L. Boletín No. 3 pp. 35.

Church, D. C. y Pond, W. G. 1989. Fundamentos de nutrición de Animales. México D.F. pp. 353-362.

Coppo, J. A. y Mussart, N. B. C. 2006. Artículo: Bagazo de citrus como suplemento invernal en vacas de descarte. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Desrosier, N. W. 1986. Conservación de los Alimentos. México. D.F. P 23,24

Desrosier, N. W. 1996. Elementos de Tecnología de Alimentos. México D.F. pp. 271-279.

Domínguez, P. L. 1995. Pulpa de Cítricos en la Alimentación de cerdos. 2:2. Instituto de investigaciones Porcinas Gaveta Postal #1, Punta Brava. C. Habana, Cuba

FAO, 2005. <http://www.fao.org/>. Página consultada el día 09 de noviembre del 2006

Fox, B. A. y Camerón, A. G. 1998. Ciencia de los alimentos, Nutrición y Salud. México D.F. pp. 301-302.

Fox, B. A. y Camerón, A. G. 2002. Ciencia de los alimentos nutrición y salud. México D.F. P 170, 176,177

Franco M. L., Calixto S. F., Witting de Penna E. y Wenzel de Menezes E. 2001. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud; obtención, caracterización, efectos fisiológico y aplicación en los alimentos. Sao Paulo, Brasil. P. 373, 377, 379.

González, P. N. E. 2007. Elaboración de galletas con harina de bagazo de naranja. Tesis de titulación de Licenciatura de Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Llera, L. R. 2003. Importancia del ácido fólico en la salud humana. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. Nº 345, pp. 19-23, ISSN 0300-5755

Martínez, P.J. y C.J. Fernández, 1980. Composition of citrus pulp. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 5:1-10.

Mazza, G. 2000. Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicas y de Procesado. Zaragoza, España. pp. 158-178.

Moura, M. P. y Lavorenti, A. 1976. Polpa de citrus peletizada en racoes de crescimento e acabamento para suinos. *B Industro anim* 33(1):135-143.

NMX-FF-027-SCFI-2007. Productos Alimenticios no Industrializados para Consumo Humano –Fruta Fresca- Naranja (citrus sinensis Osbeck) Especificaciones.

Olacoaga, J. Q. 1991. Dietética, nutrición normal. México D.F. P117

Osborne, D. R. y Voogt, P. 1986. Análisis de los Nutrientes de los Alimentos. Zaragoza, España. pp. 88.

Padilla, B. S. L. 1997. La naranja como parte del desarrollo industrial. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

Per, S. y Carter, A. M. 1987. Introducción a la Fisiología animal. México D.F. pp. 29-57

Potter, N. N. 1978. La ciencia de los Alimentos. México D.F. pp. 34-35.

Praloran, J. C. 1977. Los agrios. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona. pp. 38, 369-373, 439-444.

Rincón A. M., Vásquez A. M., Padilla F. C. 2005. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*citrus sinensis*), mandarina (*citrus reticulata*) y toronja (*citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Archivos Latinoamericano de Nutrición. 55:3

Rodríguez, V. 1971. El uso de la pulpa deshidratada de naranja para la producción lechera. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 5:263-269.

SAGARPA, 2006. www.sagarpa.gob.mx. Página consultada el día 09 – Nov-2006.

SAGARPA, 2007. www.sagarpa.gob.mx. Pagina consultada el 10-Sep-2007 y 5-Oct-2007.

Simó C., Ibañez, E., Señorans, F. J., Barbas, C., Reglero, G., Cifuentes, A. 2002. "Analysis of Antioxidants from Orange Juice obtained by Countercurrent Supercritical Fluid Extraction, using Micellar Electrokinetic Chromatography and Reverse Phase-HPLC" *J. Agric. Food Chem.*, 50:6648-6652

Tovar, J. X. 2007. Modelado de la cinética de secado del bagazo de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) usando la segunda ley de Fick. Tesis de titulación de Licenciatura de Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Vera, K. J. C., Nazar, H. B. y Alfaro, M. A. R. 1993. Utilización de la pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de los rumiantes. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas

Vijchulata, P., P.R. Henry, C.B. Ammerman, S.G. Potter, A.Z. Palmer, y H.N. Becker, 1980. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 50:1022-1030.

Warwick, J. E. y Legates, J. E. 1980. Cría y Mejoramiento del Ganado. México D.F. pp. 508-509, 521-523

Wills, R. H. N. y Lee, T. H. 1984. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post-Recolección. Zaragoza, España. pp. 1-17.

Wilson, P. N. y Brigstocke, T. D. A. 1987. Avances en la Alimentación de Vacuno y Ovino. Guía practica de los conceptos modernos de nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España. pp. 136-144.

Wong, D. W. S. 1995. Química de los alimentos. Mecanismos y Teoría. Zaragoza, España. pp. 283-288.