

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Estudio del comportamiento productivo de ovinos alimentados con 3 tipos de peletizados elaborados a base de subproductos agroindustriales

Por:

ALEJANDRO CUMPLIDO ORTÍZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener

el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre, 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Estudio del comportamiento productivo de ovinos alimentados con 3 tipos
de peletizados elaborados a base de subproductos agroindustriales

Por:

Alejandro Cumplido Ortíz

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

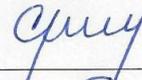
APROBADO POR:



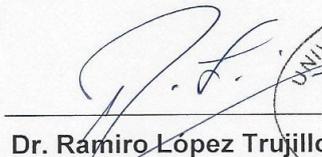
Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez
Asesor Principal



Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Co-Asesor



M.C. Gustavo López Guarín
Co-Asesor



Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División De Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México.

Octubre, 2014

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos.....	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Parámetros Productivos de Ovinos en Sistemas Intensivos.	4
2.2. Consumo de Alimento.	5
2.2.1. Factores que influyen en el consumo de alimentos.	6
2.2.2. Efecto del ambiente sobre el consumo de alimentos.....	7
2.3. Ganancia de Peso.....	8
2.3.1. Efectos genéticos.....	10
2.3.2. Hormonas.....	11
2.3.3. Crecimiento compensatorio	12
2.4. Conversión Alimenticia.....	13
2.4.1. Factores que afectan la conversión alimenticia	14
2.4.1.1. Factores relacionados al tipo de animal.....	14
2.4.1.2. Factores relacionados a la dieta	14
2.5. Subproductos Agroindustriales.....	15
2.5.1. Utilización de los subproductos agroindustriales en la alimentación animal	16
2.5.2. Masilla.....	17

2.5.2.1. Aspectos nutricionales de la masilla	18
2.5.2.2. Proceso de obtención	19
2.5.3. Levadura	20
2.5.3.1. Tipos de levadura	21
2.5.3.2. Levadura activa	22
2.5.3.3. Levadura inactiva.....	22
2.5.3.4. Levadura inactiva enriquecida	23
2.5.3.5. Levadura como subproducto de la industria cervecera	23
2.5.4. Utilización de los subproductos agroindustriales en la alimentación de ovinos.	23
2.6. Procesado de Alimentos.	26
2.6.2. Peletización.....	26
2.6.3. Proceso de peletización	27
2.6.4. Efecto del peletizado sobre la calidad nutricional	29
3. MATERIALES Y METODOS	31
3.1. Descripción del Área de Estudio.	31
3.2. Descripción de la Población.	31
3.3. Elaboración del Peletizado	31
3.4. Prueba de Alimentación.	33
3.5. Diseño del Experimento.	34
3.6. Modelo Estadístico.	36
3.7. Prueba de Hipótesis.	36
3.8. Prueba de Comparación de Medias.	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
5. CONCLUSIÓN.....	42
6. RECOMENDACIONES	43
7. BIBLIOGRAFIA.....	44
8. ANEXO	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Condiciones óptimas para los ovinos	8
Cuadro 2.2. Heredabilidad de los parámetros productivos de los ovinos	11
Cuadro 2.3.- Composición química (%) de la levadura de cerveza.	21
Cuadro 2.4.- Macrominerales (%) de la levadura de cerveza.	21
Cuadro 2.5.- Macrominerales y vitaminas (mg/kg) de la levadura de cerveza.	21
Cuadro 2.6.- Valor energético (kcal/Kg) de la levadura de cerveza.....	21
Cuadro 2.7.- Ejemplos de dietas en ovinos. Proporción de incorporación y valor nutritivo de la ración.....	24
Cuadro 2.8. Rendimiento de ovejas con dietas que contienen pulpa de cítricos y granos de cervecería húmedos en sustitución de maíz	25
Cuadro. 2.9. Resultados del comportamiento productivo de corderos suplementados con diferentes cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.	26
Cuadro 3.1.- Proporciones de cada uno de los ingredientes utilizados en la elaboración de los distintos productos peletizados que formaron parte en la prueba experimental.	32
Cuadro. 3.2.- Fórmulas de las dietas utilizadas durante la primera etapa de la prueba (35 días) de comportamiento en ovinos.....	33
Cuadro. 3.3.-Fórmulas de las dietas utilizadas durante la segunda etapa de la prueba (26 días) de comportamiento en ovinos.....	34
Cuadro. 4.1.- Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes tipos de peletizados elaborados a base de subproductos agroindustriales.....	38
Cuadro 4.2.- Consumo de materia seca (kg/d-1) de corderos en crecimiento alimentados con diferentes niveles de <i>Sacchoromyces cerevisiae</i>.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Factores que determinan el consumo de alimentos en rumiantes (Church, 1993).	6
Figura 2.2.- Morfología del grano de cebada.....	18
Figura 2.3.- Proceso de elaboración de la cerveza y etapas donde se generan los subproductos (adaptado de Reinold, 1997).	20
Figura 2.4. Un diagrama de flujo típico de una planta para fabricación de alimentos utilizando un sistema de cocido por extrusión (Fuente: Horn, 1979; Wiliams, 1986).....	28
Figura 2.5. Ventajas del peletizado (Fuente California Pellet Mill Pelleting Handbook., ningún dato dado).	30

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento productivo, consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de ovinos alimentados con 3 tipos de peletizados experimentales elaborados a base de distintas combinaciones de subproductos agroindustriales. Se emplearon 20 ovinos machos enteros de la raza texel x dorper, con una edad promedio de 85 días y un peso promedio de 15.33 kg, asignados en un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos **T1**: tratamiento (testigo), **T2**: 20 % pellet 1 (20% de masilla), **T3**: 20% pellet 2 (15% de levadura), **T4**: 20% pellet 3 (18% de masilla y 5% de levadura). Se utilizaron cinco repeticiones por tratamiento, para la prueba de comparación de medias se empleó el método de Tukey usando el programa estadístico (SAS 9.3). No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) sobre la variable consumo de materia seca (1.106, 1.206, 1.198, 1.042 kg/d), ni en la variable conversión alimenticia (3.94, 3.83, 3.32, 4.02 kg), pero en la variable ganancia diaria de peso (GDP) si se obtuvieron diferencias significativas (2.88, 316, 360 y 262 g/d) respectivamente por cada uno de los tratamientos. Siendo así el **T3** el que mostro los mejores rendimientos en los parámetros productivos de ovinos en confinamiento.

Realizar el proceso de peletizado de subproductos agroindustriales es una alternativa viable para proporcionar un valor agregado y darles un uso en un mayor lapso de tiempo, esto no fuera posible pues por tratarse de desechos con altos contenidos de humedad propician la descomposición de la materia pero al someterlos al proceso de peletizado se obtiene un alimento de buena calidad además conservando las propiedades nutritivas de los ingredientes que la conforman esto no sería posible si los subproductos no fueran sometidos al proceso de peletizado. Incluir este tipo de pellets en la alimentación de nuestros ovinos podemos mejorar los parámetros productivos tales como la GDP y CA. Esto nos favorecerá minimizar los costos de alimentación.

Palabras clave: peletizados, ovinos, comportamiento productivo, desechos agroindustriales.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En México la ovinocultura ha tomado auge en los últimos años según los registros nacionales en el año 2003 se contaba con una población de 6.819,771 cabezas y para el inventario del 2012 se registró una población de 8.405,902 cabezas de ovinos (SIAP, 2012). Aunque existe un notable avance y una tendencia a mejorar la productividad en este sector pecuario en México solo se genera el 70% de la carne ovina que consume (SAGARPA, 2013)

En nuestro país tenemos sistemas de producción muy variados, intensivo, semi-intensivo y extensivo, estos a su vez se dividen en comerciales y de autoconsumo según sea su propósito. Para ser sustentables y evitar pérdidas los sistemas comerciales tienen que estar muy pendientes a los factores que afectan la producción y así lograr una buena rentabilidad (Partida *et al.*, 2013).

Por mencionar uno de esos factores que la ovinocultura enfrenta y es un problema serio son los altos costos de producción así como otro tipo de explotaciones, sobre todo en sistemas intensivos donde los granos son la base de la alimentación principalmente el maíz, cuyo precio elevado agudiza el problema, (Perez *et al.*, 2010).

Frecuentemente los productores utilizan forrajes de mala calidad (esquilmos agrícolas) y concentrados comerciales que no están formulados de acuerdo a las necesidades nutritivas de los diferentes tipos de animales que componen el rebaño. Es debido a eso que es común que los productores que se dedican a la ovinocultura mencionan que se tienen parámetros de producción bajos (ganancia diaria de peso, 150 g/d) y una mala conversión de alimento a carne, ocasionando bajos ingresos y en ocasiones la desaparición de la actividad. (Corral *et al.*, 2006).

El uso de subproductos agroindustriales constituyen una fuente importante de nutrientes para la alimentación de los ovinos en engorda pudiendo estos reemplazar el uso de alimentos convencionales y así reducir los costos de producción optimizando el uso de los concentrados.

Una alternativa para esta problemática, es el uso de diversos subproductos agroindustriales (desechos de cervecería, frituras de papas, ingenios azucareros y procesadoras de granos) ya que son una fuente de alimentación para rumiantes, por su alto valor nutritivo y bajo costo. Sin embargo en la actualidad no se están aprovechando de manera óptima, esto se debe a que presenta varios factores que restringen su inclusión en dietas para el ganado (rumiantes), como factor principal de restricción es la humedad que contienen dichos subproductos así como el manejo del mismo dentro de la explotación generando costos extras lo cual es contraproducente para los fines económicos (Guerrero, 2009).

1.2. JUSTIFICACIÓN

Por lo anterior se considera el uso de estos subproductos (masilla, levadura, melaza de caña, zeolita, harina de papa, residuos de frituras y salvado de trigo) aptos para la elaboración de concentrados destinados a la alimentación del ganado. Buscando y analizando tratamientos posibles para poder conservar las cualidades y características nutritivas de estos subproductos agroindustriales. Someterlo a un proceso de peletizado representa una opción viable, por su presentación, valor nutritivo y un costo de elaboración aceptable. Con la inclusión de este alimento no convencional se pretende minimizar los costos de producción en una engorda de ovinos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Evaluar el comportamiento productivo de ovinos, alimentados con una dieta balanceada que incluye un producto peletizado elaborado a bases de subproductos agroindustriales (masilla, levadura, melaza de caña, zeolita, harina de papa, residuos de frituras y salvado de trigo).

1.3.2. Específicos

Evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) en ovinos alimentados con una dieta balanceada que incluye un producto peletizado elaborado a base de subproductos agroindustriales.

Medir el consumo diario de materia seca (CDMS) en ovinos, alimentados con una dieta balanceada que incluye un producto peletizado elaborado a base de subproductos agroindustriales.

Determinar la conversión alimenticia (CA) en ovinos, alimentados con una dieta balanceada que incluye un producto peletizado elaborado a base de subproductos agroindustriales. Tomando en cuenta la variable respuesta ganancia de peso.

1.4. HIPÓTESIS

H1: Los parámetros de consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia, se mejoran con la inclusión de un producto peletizado a base de desechos agroindustriales en la dieta de los ovinos.

H0: Los parámetros de consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia, no se mejoran con la inclusión de un producto peletizado a base de desechos agroindustriales en la dieta de los ovinos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Parámetros Productivos de Ovinos en Sistemas Intensivos.

Los parámetros productivos son de gran importancia para cualquiera de los sistemas de producción pecuaria, es muy común que la alimentación se base en el uso de dietas integrales que son proporcionadas a libre acceso, o se emplea la combinación de forrajes de buena calidad con alimentos concentrados, que se ofrecen dos o tres veces al día, buscando tener la conversión alimenticia más equitativa y la máxima eficiencia de conversión, pues estos sistemas requieren producir de la manera más rápida posible para dar dinamismo a la inversión y lograr una mayor velocidad en el retorno del capital. (SAGARPA, 2013)

En la práctica, el potencial de crecimiento de los ovinos es medido por el cambio que experimenta el peso vivo a lo largo del tiempo. Sin embargo se trata de un evento complejo que involucra procesos de hiperplasia e hipertrofia celular. En el cual este proceso desarrolla la estructura ósea y se depositan proteínas y grasa, otro de los parámetros productivos, de gran importancia, evaluados en las engordas es la eficiencia de Conversión Alimenticia (CA). Que viene siendo la cantidad de alimento consumido necesario para incrementar un kilo de peso vivo (INTA, 2011).

Las engordas intensivas permiten demostrar el potencial genético de los animales, ya que obtienen ganancias de peso mayores en un tiempo muy corto, así aprovechando alcanzar el peso adecuado al mercado (UGRJ, 2014) la ganancia de peso es uno de los parámetros productivos que tiene como objetivo lograr la máxima ganancia de peso, en un periodo corto de tiempo, aumentar el consumo voluntario y hacer más eficiente la conversión alimenticia

2.2. Consumo de Alimento.

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es el factor más importante en la determinación de la performance animal, la productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que se digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, 1986). INTA (2011) reporta que un mayor consumo de materia seca, implicaría una mayor ganancia de peso vivo y una mejor conversión del alimento.

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria, ya que todos los demás parámetros como son la ganancia de peso, la producción de leche, el porcentaje de postura, el crecimiento de lana, etc., dependen en forma directa del factor en cuestión, eso nos indica en términos generales, que se busca que el animal consuma más, ya que esto se traduce en mayor producción (Mora, 2007).

La estimación correcta del consumo voluntario de cualquier alimento es fundamental para establecer los requerimientos del animal y predecir el comportamiento del mismo. La producción animal puede ser mejorada mediante el aumento del consumo de alimento o logrando que sean más eficientes la digestión y el metabolismo (Church, 1993).

El consumo de alimentos suele posponerse a pesar de padecer hambre, por actividades competitivas que favorecen la supervivencia en situaciones extremas de estrés termorregulador, y en otras situaciones que suponen una amenaza para la vida. El consumo de alimentos suele quedar suprimido también por enfermedades o heridas, aunque suponiendo que no se presentan ninguna de estas circunstancias, como se puede ver en la figura 2.1, la sapidez es el primer determinante de los productos que consumirá un animal moderadamente hambriento cuando son abundantes las fuentes de alimentos (Church, 1993).



Figura 2.1.- Factores que determinan el consumo de alimentos en rumiantes (Church, 1993).

El consumo es el primer factor y el más directamente asociado al crecimiento y al aumento de peso. Altos consumos en forma sostenida (mayores al 2,5% del peso vivo) se correlacionan con altos aumentos de peso (NRC, 2002).

2.2.1. Factores que influyen en el consumo de alimentos.

Dado que la regulación del consumo de alimento no es a voluntad del ser humano, excepto en caso de alimentación forzada, es necesario el conocimiento de los mecanismos de tal regulación (Mora, 2007).

Muchos factores diferentes afectan el consumo de alimento de los animales, tales como el gusto, el olor, la textura física y la composición química del alimento pueden alterar su consumo. En general, los animales tienden a regular la ingestión de alimento diario a corto y largo plazo mediante complejas respuestas fisiológicas a la dieta y al ambiente y por su necesidad de energía (Church *et al.*, 2007).

Factores ligados al animal:

- Edad
- Peso vivo
- Nivel de producción
- Individualidad (factor genético)

Factores ligados al alimento

- Concentración energética de la ración
- Contenido de materia seca y proteína
- Forma física de presentación
- Digestibilidad y palatabilidad

Diversos agentes antinutricionales también pueden afectar el consumo animal. Un ejemplo de estos son las micotoxinas, las cuales son metabolitos producidos por hongos. Algunas poseen propiedades eméticas y pueden causar reducciones en el consumo de alimento por parte de los animales (Jouany, 2001).

2.2.2. Efecto del ambiente sobre el consumo de alimentos.

Además de los factores citados anteriormente, existen algunos otros que directa o indirectamente pueden influir o verse reflejados en el comportamiento productivo del ganado de engorda. Precisamente los factores referentes a temperatura ambiental, duración del día, parásitos, enfermedades, competencia, y ejercicio tienen influencia sobre el crecimiento y desarrollo de órganos específicos (Owens *et al.*, 1993).

Cada especie herbívora (rumiantes) tiene su propia zona de confort, con niveles de temperaturas mínimas y máximas. Esta zona se conoce como zona termoneutral (ZTN). En el cuadro 2.1, se muestra un ejemplo para ganado ovino (Martínez, 2005)

Cuadro 2.1. Condiciones óptimas para los ovinos

Condiciones ambientales	Borregas con vellón	Corderos lactantes	Corderos en engorda
Temperatura ambiente (°C)	8 - 20	16 – 18 (1)	10 – 15
Humedad relativa (%) (2)	70 - 80	70 – 80	70 - 80
Velocidad del aire (m/s)	< 1	< 0.5	< 1
Ventilación (m ³ /cab/h):			
Invierno	20 - 30	5	10
Verano	100 - 130	50	50
Producción vapor de agua (g/h) (3)	70	30	30

(1) Los recién nacidos necesitan temperaturas de 27 – 30 °C

(2) Si la temperatura supera 25 °C, o es inferior a estas mínima, distinguir la Hr al60%.

(3) Los excrementos acumulados en la cama pueden incrementar este valor hasta un 50%

Fuente: Caja y Riva (1998).

Con temperaturas abajo de la zona termoneutral, el consumo puede reducirse o estimularse, dependiendo de las condiciones climatológicas, tales como la precipitación. Si existe lluvia, nieve o terreno lodoso, puede esperarse reducción del consumo. Y si las condiciones son de fresco y seco, generalmente estimula el consumo. (Robert K y Machen, 2001).

Las temperaturas elevadas, o las lluvias, reducen el consumo de alimentos por el ganado, por lo contrario las bajas temperaturas pueden llegar a aumentarlo (Bailey, 1974). Por otra parte, restricciones en el consumo de agua lo disminuyen (Utleby *et al.*, 1970).

2.3. Ganancia de Peso.

La importancia económica primaria para la industria de la carne depende de la velocidad de crecimiento y eficiencia de ganancia diaria de peso, en el caso del ganado ovino con más rápida velocidad de crecimiento requiere de menor alimento por unidad de ganancia, primeramente porque ellos requieren menos días y menos alimento para mantenerse en un peso constante (Martínez, 2012).

La engorda en corral persigue los siguientes propósitos:

- Obtener las máximas ganancias de peso hasta alcanzar el peso de sacrificio
- Reducir el periodo de engorda y con ello la edad a la que son vendidos
- Obtener corderos para abasto con el peso y la calidad que demanda el mercado
- Incrementar la rentabilidad de la explotación al vender corderos a mejor precio.
- Optimizar el uso del alimento.

Fuente: INIFAP (2004).

El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los animales, así como sus posibles ganancias y consumos de alimento permite la posibilidad de obtener mejores resultados en la engorda que repercutirá en un beneficio económico al productor (INIFAP, 2004).

El porcentaje de ganancia de peso se calcula como cambio en el peso durante un intervalo específico de tiempo. Matemáticamente, el logaritmo natural del peso final menos el logaritmo natural del peso inicial dividido por el intervalo de tiempo produce el porcentaje de crecimiento fraccional (Owens *et al.*, 1993).

2.3.1. Efectos genéticos

Actualmente diversas instituciones están efectuando mejoras en el sector ganadero como por ejemplo el mejoramiento genético que se está realizando en la especie ovina se basa en características como ganancia de peso, prolificidad, o en algunos casos para características de peso al sacrificio (Velázquez y Madrazo, 2006; Camacho *et al.*, 2007).

Una evaluación realizada en el banco de germoplasma ovino de la ciudad de Colombia que está conformado por ocho núcleos raciales organizados en un sistema de apareamiento circular cíclico, se determinaron los efectos de la raza sobre las variables peso de nacimiento, peso al destete, peso a los seis meses, al año de edad y peso adulto. La base de datos generada durante el periodo de 1996 – 1999 fue tabulada y analizada, obteniendo como resultado que las razas con los mayores pesos al nacimiento, destete y al año de edad y fueron tres razas Hampshire, Cheviot y Romney. (FAO, 2005).

Es importante mencionar que entre las muchísimas razas de ovinos que se conocen y se han estudiado, existe una gran variación en su ritmo de crecimiento asociado a su peso maduro, las razas pesadas tienen ganancias de peso mayores a las razas ligeras, sin embargo estas últimas consumen menos alimento. Por eso la importancia de la eficiencia de conversión del alimento a aumento de peso sea una media adecuada cuando se trata de comprarlas (Martínez, 2011).

Los principales parámetros productivos que se miden en el ganado ovino y que están relacionadas con la eficiencia productiva y económica (carne, lana y leche) en una empresa, se manifiestan a través de la heredabilidad ver cuadro 2.2. (Romero, dato no proporcionado).

Cuadro 2.2. Heredabilidad de los parámetros productivos de los ovinos

Parámetros Productivos	Heredabilidad (%)
Fertilidad al parto	75 – 85
Prolificidad	100 – 150
Partos dobles	15
Numero de corderos nacidos	20 (a los 2 años de la borrega) 40 (a los 3 años o más de la borrega)
Mortalidad al destete (0 a 60 días)	10 – 15
Mortalidad a la finalización	5 – 10
Mortalidad en adultos	1 – 3
Ganancia diaria de peso (GDP)	71
Peso al nacimiento	33
Peso al destete a 60 días de edad	10
Peso al destete a más de 100 días de edad	33
Peso al año de edad	40
Rendimiento en canal	40 – 58
Pliegues en el cuerpo al año	32
Peso de la lana sucia al año	28
Pesos de la lana limpia al año	38
Cara cubierta de lana	56
Producción láctea	15 – 50 (borregas 1a lactación) 15 – 60 (borregas 2a lactación en adelante)

(Romero 2012)

2.3.2. Hormonas

Se define como una sustancia que poseen los animales, que regula procesos corporales tales como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción, y el funcionamiento de distintos órganos. Son segregadas por glándulas endocrinas, carentes de conductos, directamente al torrente sanguíneo. Se mantiene un estado de equilibrio dinámico entre las diferentes hormonas que producen sus efectos encontrándose a concentraciones muy pequeñas. Su distribución por el torrente sanguíneo da lugar a una respuesta que, aunque es más lenta que una reacción nerviosa, suele mantenerse durante un periodo más prolongado (Nano, 1998).

Con el objeto de tener una producción alta y eficiente en la actualidad existen lo que se llaman promotores de crecimiento que son aditivos no esenciales para la función biológica del animal que tienen como objetivo crecimiento del animal y la eficiencia de conversión del alimento (Nano, 1998).

2.3.3. Crecimiento compensatorio

Es el proceso fisiológico por el cual un organismo acelera rápidamente su tasa de crecimiento después de haber tenido un periodo de desarrollo restringido, debido al consumo de alimento reducido (Hornick *et al.*, 2000).

Para los animales de la misma raza y edad, la tasa de ganancia de peso durante la etapa de disponibilidad de alimento generalmente es mayor que aquellos que no fueron restringidos (Owens *et al.*, 1993). La restricción puede darse de dos maneras ya sea por una reducción del alimento o por la alimentación con dietas de baja densidad de nutrientes (Drouillard *et al.*, 1991).

Después de la restricción alimenticia y cuando los animales son sometidos a la realimentación, estos presentan diferentes respuestas de crecimiento compensatorio; se tiene:

- Compensación completa: esto ocurre cuando el animal tiene la gran habilidad de alcanzar el mismo peso para la edad que aquellos animales que no fueron restringidos.
- Compensación parcial: ocurre cuando se incrementan la ganancia de peso de los animales durante la realimentación, pero estos no son capaces de lograr el mismo peso en el mismo lapso de tiempo de aquellos animales no restringidos. En esta situación el incremento del crecimiento persiste solo por un corto periodo. (Hornick *et al.*, 2000).
- Sin compensación: este resultado es raramente observada y se manifiesta generalmente cuando se incurre a una restricción de nutrientes a edades muy tempranas (Olazabal y Martín, 2008).

Cuando los animales restringidos son sometidos a una dieta de alta calidad, el tracto digestivo y el hígado incrementan su tamaño al igual que su habilidad para absorber más nutrientes (Ryan, 1990).

Wilson y Osbourn (1960). Mencionan que la severidad y duración de la restricción alimenticia juegan un rol importante en la respuesta a la realimentación, debido a que cuanto más severa sea la restricción, menor será el peso inicial en la fase de compensación y mayor la ganancia relativa de peso inmediatamente después de la fase de restricción alimenticia.

Ryan *et al.* (1993). Señala que generalmente, la compensación es mejor cuando la duración de la restricción es corta y no muy severa. Por otro lado, las fallas en la respuesta en el crecimiento compensatorio se pueden deber a la severidad de la restricción y/o a la calidad de la dieta utilizada durante la fase de compensación.

2.4. Conversión Alimenticia.

El objetivo principal en un sistema de producción animal es la conversión de fuentes de alimentos vegetales o menos atractivos, en fuentes de proteína animal de excelente calidad. En las explotaciones intensivas de ovinos de carne es importante y se debe de tener en cuenta el coeficiente de conversión alimenticia, es una medida a considerar al momento de evaluar la eficiencia de una empresa, ya que relaciona una gran parte de los costos de producción (costos de alimentación) y la producción de carne (Ceballos., 2011).

La conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación que hay entre el alimento que se consume con respecto al peso que se gana. Se emplea la siguiente fórmula para su determinación:

Conversión alimenticia = consumo de alimento (gr) / ganancia de peso (gr).

2.4.1. Factores que afectan la conversión alimenticia

La conversión alimenticia puede ser alterada por muchos factores que impactan principalmente en el consumo de alimento y en la ganancia de peso, si bien el consumo impacta en la ganancia, se pueden tener factores que actúan modificando uno u otro independientemente. Por ejemplo dietas con alta concentración de energía, son más eficientes que dietas con una baja concentración energética (Ceballos 2011)

2.4.1.1. Factores relacionados al tipo de animal.

Un factor a tener en cuenta es la línea genética ella impacta mucho en los valores de conversión alimenticia, es posible observar diferencias en la conversión hasta en diferentes líneas de una misma raza.

Cuando se habla del coeficiente de conversión, hay una interacción muy fuerte entre la categoría (peso o edad del animal al momento de ingresar al corral) y el sexo. A medida que el animal madura, las diferencias comienzan a notarse cada vez más. Teniendo las hembras una un coeficiente de conversión negativo con respecto al macho. Además en cuanto más se prolongue el tiempo en el corral, la velocidad con que se empeora la eficiencia de conversión es más alta en las hembras que en un macho (Prodomingo *et al.*, 2013).

2.4.1.2. Factores relacionados a la dieta

La calidad de las materias primas así como su procesamiento, influyen en el consumo de los alimentos, su digestibilidad y por lo tanto la capacidad de transformarse en carne. Considerar el tamaño de partícula de los ingredientes empleados. Además medidas tan simples como el control de los comederos para evitar desperdicios tienen una respuesta positiva directa.

Todas las dietas puede cambiar la población microbiana del rumen de los animales y consecuencia pueden influir en la producción de ácidos grasos volátiles. Por lo general las dietas altas en fibras producen más AGV con alta proporción de ácido acético, mientras que las dietas de concentrado producen más ácido propiónico (Agnem y Yan, 2000).

Dado que el patrón de fermentación esta función de los carbohidratos estructurales, los no estructurales, así como su forma física, cantidad y tasa de digestión, los cambios en los carbohidratos dietarios pueden modificar la producción y patrón de ácidos grasos volátiles y la eficiencia de utilización de la EM (Aranda, 2000). La tasa de degradación del almidón impacta la fermentación, tanto del almidón como la fibra dietaría, por lo que debe de considerarse ese factor y sus posibles implicaciones en los cambios en el patrón de fermentación (Ortega y Mendoza, 2003).

2.5. Subproductos Agroindustriales.

De las grandes producciones y procesamiento de los alimentos para el hombre se originan numerosos subproductos y residuos que pueden ser destinados a la alimentación animal. Un número importante de los mismos tienen características nutritivas diferentes según su origen y el tipo de proceso industrial. Por lo general presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos, etc.) y por lo que se deben analizar cuidadosamente para así poder combinarlos en forma correcta con otros alimentos y hacer las dietas balanceadas (INTA, 2002).

Para su clasificación, los subproductos utilizados en la alimentación animal se pueden agrupar según su origen en:

- ✓ Subproducto de origen animal
 - Industrias lácteas
 - Industria pesquera
 - Industria frigorífica
 - Producción avícola

- ✓ Subproductos de origen vegetal
 - Industria aceitera
 - Industria molinera
 - Industria frutihortícola
 - Industria azucarera
 - Industria cervecera
 - Industria vinícola
 - Industria de golosinas y panadería
 - Industria maderera-papelera

Bajo el contexto de subproductos de origen animal, son alimentos que tienen proteínas de alta calidad, también un excelente balance de aminoácidos además muy ricos en minerales y vitaminas, a excepción de los subproductos provenientes de la industria lechera ya que sus proteínas son de baja degradabilidad ruminal al tener esta propiedad se les denomina proteína de paso. Para la alimentación humana a diario son producidos y procesados distintos tipos de vegetales que generan un subproducto, estos pueden ser utilizados en la alimentación pecuaria por sus bajos costos, disponibilidad, es común encontrarlos como componentes en alimentos balanceados comerciales o en la alimentación de distintas especies pecuarias ya sea como un solo ingrediente o combinadas (Castillo y Onetti, 2012).

2.5.1. Utilización de los subproductos agroindustriales en la alimentación animal

La agroindustria genera una gran variedad de alimentos de alto valor nutricional, además de obtener su producto principal nos permite obtener el desecho que se aprovecha para la alimentación animal. Su concentración energética va de los 1.5 – 3.0 Mcal/kg además niveles altos de proteína 20 – 45 % y que pueden ser utilizados como ingredientes base en la alimentación de los animales rumiantes por lo tanto una alternativa a esto es darle un valor agregado al convertirlo en un producto de calidad en la producción y nutrición animal sustentable (Gallardo, 2013).

2.5.2. Masilla

Los residuos de granos de cervecería (masilla) representan uno de los subproductos más importantes de la industria cervecera. Se estima que por cada 100 lts de cerveza elaborada se producen en promedio 20 kg de este subproducto (Reinold, 1997).

Estos residuos de cervecería pueden comercializarse en forma seca o en forma húmeda. El contenido de humedad en los residuos húmedos oscila entre 650-800 gr/kg, Los residuos secos se pueden comercializar más fácilmente debido a su bajo contenido de humedad, sin embargo la utilización de los residuos en forma húmeda se ha incrementado considerablemente, considerando que el secado de los residuos implica un manejo que incrementa los costos de producción. El contenido de proteína cruda es similar o un poco superior al de la harina de germen de maíz, pero el TDN se presenta en menor cantidad para la masilla (Grasser *et al.*, 1995).

La proteína en este subproducto ha sido reportada como resistente a la degradación ruminal (Satter y Whitlow, 1997), lo que proporciona dos potenciales ventajas como fuente de proteína para rumiantes:

- Eficiente uso de nitrógeno: Una combinación de una proteína de baja degradabilidad con urea, provee a los microorganismos del rumen suficiente nitrógeno para cubrir sus requerimientos y al mismo tiempo se minimiza la pérdida de nitrógeno como lo es la absorción de amonio en el rumen (Krause, 1973).

- Proteína de sobrepaso (by-pass): Estos productos son una fuente importante de proteína poco degradable en el rumen, ya que el proceso de fermentación usado en la elaboración de cerveza, hace que la proteína sea menos soluble en el rumen y por lo tanto más disponible para el proceso digestivo y absorción en la parte baja del tracto digestivo, lo cual es sumamente importante en los animales con altos niveles de producción (Krause, 1973).

2.5.2.1. Aspectos nutricionales de la masilla

Para la elaboración de la cerveza la materia prima principal es la cebada, el grano de cebada es muy rico en almidón y proteínas, consta de tres partes, el germen, endospermo y la cubierta del grano (figura 2.2) (Mussatto *et al.*, 2006).

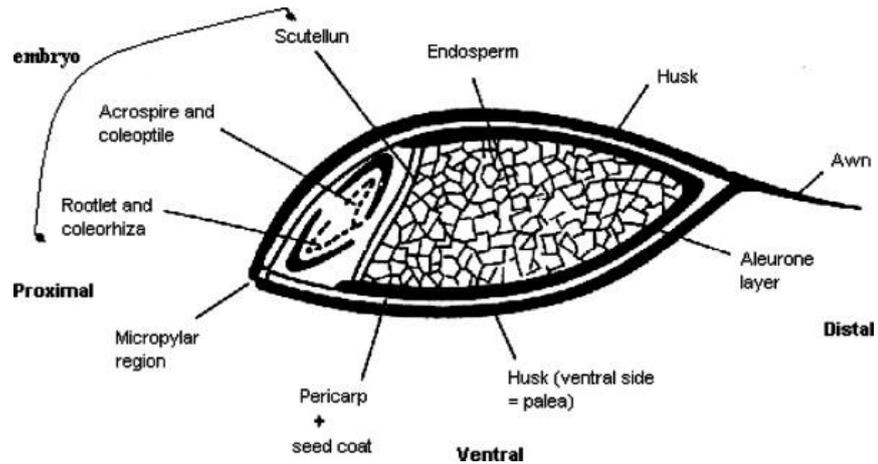


Figura 2.2. Representación esquemática de un núcleo de cebada en sección longitudinal (Fuente: Mussatto *et al.*, 2006).

Cuando se finaliza el filtrado la masilla contiene 75 a 80 % de agua, por esta razón debe ser usada inmediatamente o almacenado en un ambiente anaerobio pues se descompone rápidamente por su elevado contenido de humedad (Kayouli y Lee, 1998).

Calsamiglia (2004) caracteriza el contenido nutricional de la masilla, mencionando que es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 24-26% en base a materia seca. El extracto etéreo representa un 6%. Es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en FND del 44% y en FAD del 20%, aunque se trata de una fibra muy poco efectiva (18%). El contenido en lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) el contenido en Ca.

La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal (Calsamiglia, 2004).

El contenido de proteína de la masilla puede considerarse como una porción significativa de suplemento proteico, además aporta fibra con lo cual se aumenta el volumen de las dietas para rumiantes (Westendorf y Wohlt, 2002), en base seca, este subproducto contiene en promedio de 220 a 280 g/kg de PC y 2.5 Mcal de EM (NRC, 2001).

2.5.2.2. Proceso de obtención

La masilla o cebadilla de cerveza es un producto resultante de la elaboración de mosto de cerveza con el empleo de malta de cereales después de la solubilización de los almidones (Stone, 1998).

Por su alto grado de digestibilidad y por la función reguladora que explica su fermentación ruminal es considerado un óptimo alimento para bovino de leche o carne. Su empleo permite un aumento de la ingestión de substancia seca y mejora de la digestibilidad de la ración entera (Stone, 1998).

El proceso actual de producción de cerveza utiliza los carbohidratos solubles presentes en el grano de cebada, por lo que los materiales restantes (cascarilla) constituyen el residuo lignocelulósico generado por esta industria (Aguilar y Canilazes. 2005).

En la figura 2.3 se muestra un esquema de la elaboración de cerveza y obtención de los subproductos que esta genera.

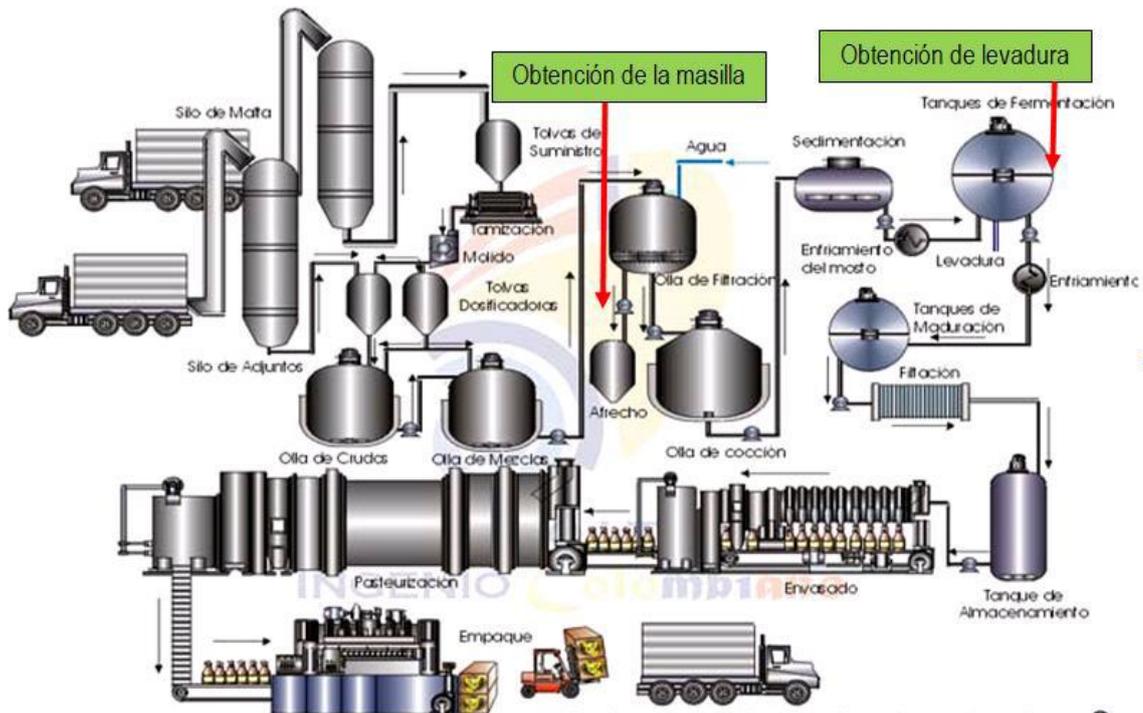


Figura 2.3.- Proceso de elaboración de la cerveza y etapas donde se generan los subproductos (adaptado de Reinold, 1997).

2.5.3. Levadura

Es un co-producto deshidratado de alta calidad, cuyo principal destino es la alimentación humana y animal. Procede de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta. Una vez finalizada la fermentación, las levaduras son aisladas por centrifugación y secadas por atomización mediante el proceso conocido como spray-dried, puede comercializarse en forma y prensadas (Rebollar *et al.*, 2010).

Las levaduras tienen un elevado contenido en proteínas 46 % (cuadro 2.3) de alta digestibilidad, así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales (especialmente lisina y triptófano), tiene un contenido apreciable en fibra soluble así como pequeñas cantidades de FDN, almidón, azúcares como el residuo de granos de cebada fermentado. En los cuadros 2.4 y 2.5 podemos ver los contenidos macrominerales, microminerales y vitaminas.

Es una buena fuente de vitaminas del grupo B, en especial biotina y ácido fólico, y tiene un elevado contenido en fósforo pero bajo en calcio (Rebollar *et al.*, 2010).

En el cuadro 2.6 se muestran los valores de contenido de energía en rumiantes de la levadura.

Cuadro 2.3.- Composición química (%) de la levadura de cerveza.

Humedad (%)	Cz (%)	PB (%)	EE (%)	GV(EE) (%)	FB(%)	FDN (%)	FDA (%)	LAD (%)	Almidón (%)	Azúcares (%)
8.2	7.0	46.0	2.0	80	2.4	6.5	3.5	0.8	5.0	2.5

Cuadro 2.4.- Macrominerales (%) de la levadura de cerveza.

Ca (%)	P (%)	P disp. (%)	Na (%)	Cl (%)	Mg (%)	K (%)	S (%)
0.22	1.31	1.07	0.10	0.15	0.22	1.60	0.45

Cuadro 2.5.- Macrominerales y vitaminas (mg/kg) de la levadura de cerveza.

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
36	00	20	50	6	0.80	3600

Cuadro 2.6.- Valor energético (kcal/Kg) de la levadura de cerveza.

RUMIANTES			
EM	ENI	ENm	ENc
2500	1600	1715	1150

Fuente: FEDNA (2010).

2.5.3.1. Tipos de levadura

La levadura se ha administrado a los animales en el alimento desde hace muchos años, más de 100 años, ya sea en forma de una masa fermentada producida en algunas explotaciones pecuarias, o como subproductos de levaduras de cervecera y destilería (García, 2004). Según Bruning y Yokonoma (1988), la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, puede tener 3 variantes, es decir que sea activa, inactiva o enriquecida. Dependiendo de sus funciones y tratamientos con los cuales son producidos (fermetada a pH bajo).

2.5.3.2. Levadura activa

Levadura viable con un conteo de 10 mil a 20 mil millones de células vivas por gramo, esta levadura se utiliza principalmente como probiótico, algunas de sus funciones son:

- Promotor de crecimiento.
- Mayor ganancia de peso.
- Cambio de alimentos más rápidos.
- Acción estimulante de la inmunidad.
- Mejora la asimilación de nutrientes.
- Corrige el balance de la población microbiana.

2.5.3.3. Levadura inactiva

Esta levadura, tiene casi nula viabilidad, prácticamente 1.0×10^2 células vivas por gramo. El hecho de hacerse inactiva es para aprovechar otras bondades, cuando es fermentada a pH bajo, como es el ser apetecible por otras especies que no toleran fácilmente consumir alimentos de origen vegetal. Cuando ha sido fermentada a pH bajo es un excelente potenciador de sabor.

- Fuente natural rica en proteínas, mejora la palatabilidad del alimento.
- Una fuente natural de vitaminas B
- Buen equilibrio de aminoácidos esencial, con niveles altos de lisina.
- Es un buen complemento del alimento balanceado.
- Aumenta la calidad cuando se mezcla en la fabricación de pellets, que induce las siguientes ventajas:
 - Reduce pérdida de alimento.
 - Reduce la pérdida de energía por rumiantes.
 - Aumenta la digestibilidad de los rumiantes.

2.5.3.4. Levadura inactiva enriquecida

En esta lo que se trata de aprovechar principalmente, es que esta enriquecida orgánicamente con algún micro mineral, lo que se traduce, es una mejor biodisponibilidad de éste. En estas levaduras se pueden encontrar las enriquecidas con selenio, cromo, hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, etcétera.

2.5.3.5. Levadura como subproducto de la industria cervecera

A pesar de su sabor amargo, por la presencia de restos de lúpulo, la levadura tiene una elevada palatabilidad en todas las especies domesticas (FEDNA, 2011). La levadura es un subproducto de la industria cervecera muy importante en la alimentación de rumiantes, por ser un producto rico en proteínas, contiene considerables cantidades de macro y micro minerales (Miazzo y Kranft, 1998).

La calidad de la proteína de la levadura es excelente, tratándose de una proteína de origen vegetal, y su calidad es equivalente a la soya, pues ambas son ricas en lisina (García, 2007).

Sin embargo, el valor nutritivo de la levadura varía dependiendo del sustrato utilizado para su crecimiento y, también del proceso industrial al cual es sometido (Alvarez y Valdivie, 1980).

2.5.4. Utilización de los subproductos agroindustriales en la alimentación de ovinos.

El uso de dietas completas o integrales, que incorporan forrajes de alta calidad, concentrado y subproductos de la industria agroalimentaria, especialmente el bagazo de cerveza en sistemas productivos de ovino, son hoy crecientes en las explotaciones de cría y engorda (Jimeno, 2012)

En sistemas productivos de ovino de alta producción se han realizado pruebas de la utilización de elevadas proporciones de subproductos. En un sistema donde se tienen 5 partos por años con raza Lacaune se están utilizando dietas para mantenimiento, gestación y lactación que incluyen dichos subproductos agroindustriales ver cuadro 2.6 (Gracia., 2012).

En estas explotaciones los rendimientos productivos y reproductivos se han mejorado, observándose además un comportamiento más relajado de los lotes de ovejas (especialmente lactante) comparado con la administración de pienso y forraje que se realizaba anteriormente. (Gracia., 2012).

En ovinos de leche, las dietas completas o mixtas correctamente formuladas permiten cubrir las necesidades nutritivas de ovejas de alta producción (3 kg/d; 8% grasa) con raciones basadas en subproductos, forrajes y concentrado (Cuadro 2.7) (Gracia., 2012).

Cuadro 2.7.- Ejemplos de dietas en ovinos. Proporción de incorporación y valor nutritivo de la ración.

Ingredientes	Oveja carne			Oveja de leche	
	Mantenimiento	Gestación	Lactación	1.5 kg/d	3 kg/d
Bagazo de cerveza		13	32	31	40
Pulpa de manzana	35	27	18	52	44
Pulpa de naranja	35	27	18		
Forraje henificado	23	18	20	7	8
Concentrado		4	4	6	8
Otros ¹	7	11	8	4	
Valor nutritivo de la dieta					
Unidades forrajeras de leche	1.25	1.72	1.95	1.73	2.75
Proteína digestible intestinal (g)	100	148	194	210	396

¹Incluye otros productos, vitaminas y minerales.

Fuente: Gracia., 2012

Ivanete *et al.*, 2011 realizó dos experimentos para evaluar el efecto de la sustitución de maíz por pulpa de cítricos y residuos de cervecería, en el primero experimento ocupó 12 machos santa Inés fistulados del rumen para evaluar el consumo, digestibilidad de los nutrientes y los parámetros ruminales, obteniendo las siguientes conclusiones que la inclusión de subproductos de cervecería reduce las concentraciones de acetato y propionato. El segundo experimento se realizó para evaluar el comportamiento productivo de 48 borregas llegando a la conclusión de que el uso de residuos de cervecería reducen la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia ver cuadro 2.8.

Cuadro 2.8. Rendimiento de ovejas con dietas que contienen pulpa de cítricos y granos de cervecería húmedos en sustitución de maíz

Variables	Dietas			EPM ¹	P ²
	Control	Pulpa de cítricos	Pulpa de cítricos + residuos de cervecería húmedos		
Peso inicial (Kg)	31.3	30.9	29.1	0.47	0.07
Peso final (Kg)	35.5 a	34.6 a	29.4 b	0.59	< 0.01
CMS (kg/d)	0.88 a	0.89 a	0.51 b	0.03	< 0.01
% PV	2.65 a	2.74 a	1.67 b	0.06	< 0.01
g/kg PV ^{0.75}	63.53 a	65.43 a	39.15 b	1.53	< 0.01
Ganancia diaria g/día	158.3 a	137.8 a	7.8 b	0.01	< 0.01
Eficiencia alimenticia g de ganancia/kg MS	187.5 a	160.6 a	17.0 b	0.01	< 0.01

¹ error

² probabilidad de existir efecto significativo en dietas
Ivanete *et al.*, 2011

Se realizó un experimento con ovinos desde el nacimiento al destete y posteriormente se engordaron para sacrificarse a los 90 días del destete. Cuyo objetivo fue conocer si al complementar la dieta de corderos durante la lactancia y etapa de engorda con levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, tiene algún efecto sobre su eficiencia productiva. Con base en los resultados obtenidos (Cuadro 2.9) se puede concluir que el crecimiento de corderos suplementados con concentrados iniciadores conteniendo *Saccharomyces cerevisiae* puede ser provechosa (Mena *et al.*, no se tiene dato)

Cuadro. 2.9. Resultados del comportamiento productivo de corderos suplementados con diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

Parámetros	Tratamiento				
	Control	Levadura - 1	Levadura - 2	EE ^{1/}	P
Peso inicial, kg	2.63	2.66	3.12	79.8	NS
Peso final, kg	11.78 ^a	9.78 ^b	12.59 ^a	471.2	0.01
Ganancia diaria de peso, kg	177.2 ^{ab}	140.1 ^b	207.7 ^a	8.4	0.001
Consumo diario de alimento, kg	17.12 ^{ab}	28.40 ^a	11.99 ^b	2.7	0.03
Conversión alimenticia	18.6 ^b	10.1 ^b	34.9 ^a	2.6	0.001

^{1/} Los valores representan la media y el error estándar.

^{ab} Valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ((P<.01)

Fuente: Mena et al.

2.6. Procesado de Alimentos.

2.6.2. Peletización

Consiste en la aglomeración de las pequeñas partículas de una mezcla en unidades largas o comprimidos densos mediante un proceso mecánico combinado con la humedad, el calor y la presión; todo ello determina un mejoramiento de las características en los alimentos (Behnke, 2001).

El alimento peletizado representa una buena alternativa en la producción animal, ya que su proceso cuenta con una serie de ventajas en comparación con el típico alimento en polvo, para ello es necesario conservar la calidad e inocuidad del alimento al ser administrado al animal (Rodríguez, 2006).

Nutricionalmente, la peletización posibilita un aumento natural de la energía en las dietas, debido a la gelatinización de los carbohidratos, reduce el gasto energético en la aprehensión de los alimentos, e incrementa considerablemente la digestibilidad del contenido proteico y por ende de los aminoácidos y demás nutrientes de la ración (McKinney y Teeter, 2004).

2.6.3. Proceso de peletización

Para comprender de mejor manera las ventajas del producto, es importante conocer las seis fases que comprenden el mecanismo del peletizado (Rodríguez, 2006).

- Molienda

El objetivo de esta fase es homogenizar el tamaño de partículas de los macroingredientes, con el fin de obtener una mezcla viable para la peletización.

- Mezclado

Consiste en la homogenización de los ingredientes de la ración, para lo que es importante un buen funcionamiento de la maquinaria tiempo de mezclado y monitoreo del proceso.

- Alimentación

Mediante un transportador el producto homogenizado va al acondicionador, entre estos dos elementos está un sellador que evita que el vapor suministrado al acondicionador escape por la vía de menor resistencia.

- Acondicionamiento

Esta fase define la estabilidad del pellet debido a la cocción que sufre la mezcla gracias a la inyección de vapor proveniente del caldero, el producto alcanza temperaturas entre 60° a 90°C, por intervalos de tiempo de 0.5 hasta 5 minutos. El acondicionamiento incrementa la gelatinización de los almidones, regula la carga bacteriana de la mezcla; en consecuencia aporta las propiedades funcionales y la estabilidad del pellet.

- Peletización

Finalmente, se da un fenómeno de comprensión a través de una matriz denominada dado, el mismo que según el milimetraje de sus orificios genera pellets de un determinado diámetro, mientras que el largo dependerá de la calibración de la cuchilla que realiza el corte de las partículas largas.

➤ Complemento

Complementa el sistema de peletización con un enfriador y secador que estandariza el pellet, al cual le puede seguir o no los rodillos trituradores o “crumbler” y obtener como resultado alimento tipo migaja (pellet triturado).

El proceso finaliza con un tamizador de polvos con la finalidad de estandarizar la presentación seguida del envasado del producto terminado.

Para ejemplificar el procesamiento y elaboración de un pellet en la figura 2.4. se aprecia cada una de las etapas y la maquinaria que se ocupa.

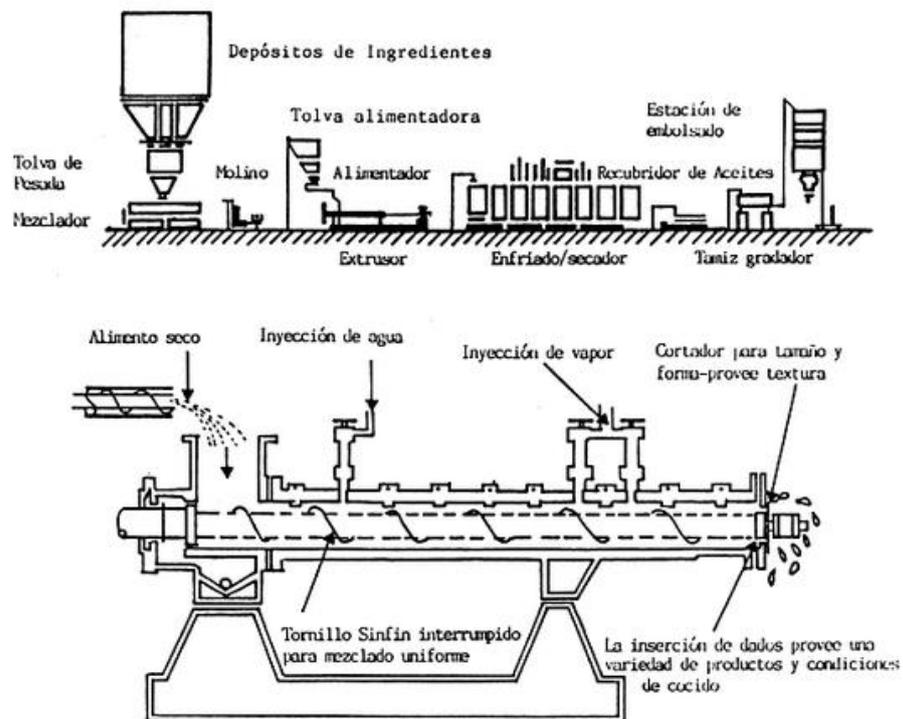


Figura 2.4. Un diagrama de flujo típico de una planta para fabricación de alimentos utilizando un sistema de cocido por extrusión (Fuente: Horn, 1979; Williams, 1986).

2.6.4. Efecto del peletizado sobre la calidad nutricional

El peletizado mejora la utilización de los nutrientes de los insumos tales como los granos que son fuente de energía y proteína de la dieta, porque los vuelve más biodisponibles o más digestibles que el alimento ya sea en grano, seco, húmedo, harinas, pastas, etc. Logrando con esto mejorar los parámetros productivos tales como la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia (Vergara, 2001).

Para obtener un pellet de buena calidad es necesario tener control del proceso de elaboración , además considerar factores tales como la densidad y fuente de los ingredientes, formulación de la dieta a elaborar, porcentaje de proteína, grasa, tiempo adecuado de acondicionamiento, contenido de fibra, presencia o falta de aglutinantes, la habilidad para absorber humedad del vapor condensado, efectos ambientales, tamaño de partículas, velocidad y especificaciones del dado, el corte de los pellets. Pero si se realiza un mal manejo del proceso esto se traducirá en malas prácticas que afectaran de manera negativa los costos de producción y el rendimiento de los animales La calidad nutricional de un pellet está dada por los factores que intervienen en la elaboración del mismo producto. Como por ejemplo el contenido de humedad debe ser monitoreado constantemente, es recomendable mantenerlo en un aproximado de 18 % y para adicionar humedad y calor al alimento la mejor opción es el vapor. Garantizar un buen producto final que resista el manejo (envasado, cargado, almacenamiento, etc.) posterior a su elaboración es adicionar un aglutinante durante su proceso de elaboración, esto mantiene unidas las partículas del pellet evitando se desintegre y por ende conservando su presentación y textura. Trayendo como beneficio mayor rendimiento del molino y mejor rendimiento productivo en los animales (California Pellet Mill Co)

En la figura 2.5 se muestra un esquema de los beneficios y las ventajas del peletizado de los alimentos.

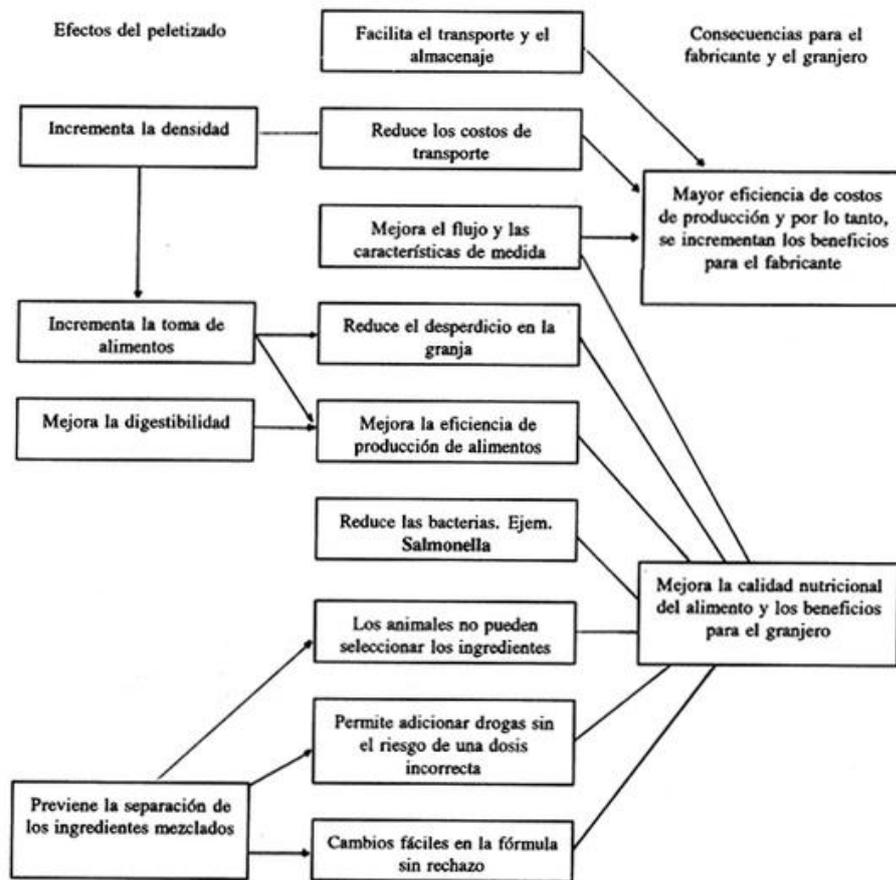


Figura 2.5. Ventajas del peletizado (Fuente California Pellet Mill Pelleting Handbook., ningún dato dado).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del Área de Estudio.

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 68 días y se ejecutó en los meses de mayo, junio y julio del año 2012, en los corrales que se localizan en la Unidad Metabólica e Investigación y Laboratorio de Nutrición Animal, las instalaciones son propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista Saltillo Coahuila. La precipitación media anual es de 298.5 mm y la temperatura media anual es de 14.8 C. Las coordenadas de su localización geográfica, son 25° 22´ de latitud Norte, longitud 101° 00´ oeste, a una altitud de 1742 msnm. Su tipo de clima es BS1 hwx (e`) según Koppen modificado por García (1973).

3.2. Descripción de la Población.

Para realizar el experimento, se emplearon 20 ovinos machos enteros de la raza texel x dorper, estos con una edad promedio de 85 días, con un peso promedio de 15.33 kg. Los animales se seleccionaron de acuerdo a las características fenotípicas de la raza en cuestión. Todos estos animales procedentes de un Rancho localizado en el ejido "General Cepeda", municipio de Saltillo Coahuila.

Previo para la engorda los corderos fueron desparasitados, y vacunados.

3.3. Elaboración del Peletizado.

El producto peletizado fue elaborado por M.C. Alberto Guerrero-Rodríguez en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAZ. Por tratarse de subproductos agroindustriales se establecieron las mejores condiciones para llevar a cabo el peletizado: tamaño de partícula ($\leq 6\text{mm}$); humedad ($\leq 20\%$); nivel de aglutinante (3-10%) considerando niveles

de humedad y aglutinación como características de relevancia dentro del proceso de peletizado (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1.- Proporciones de cada uno de los ingredientes utilizados en la elaboración de los distintos productos peletizados que formaron parte en la prueba experimental.

Pelet´s 1	
Ingredientes	% en dieta
Masilla	20
Bagazo de papa (sabritas)	10
Harina de papa	10
Maíz (molido)	15
Salvadillo (trigo)	26
Pollinaza	6
Zeolita	3
Melaza	10
Pelet´s 2	
Levadura de cerveza	15
Maíz (molido)	15
Salvadillo (trigo)	23
Harina de papa	12
Pollinaza	6
Zeolita	9
Melaza	10
Bagazo de papa (sabritas)	10
Pelet´s 3	
Masilla	18
Levadura de cerveza	5
Maíz (molido)	13
Salvadillo (trigo)	19
Harina de papa	10
Pollinaza	6
Zeolita	9
Melaza	15
Bagazo de papa (sabritas)	5

3.4. Prueba de Alimentación.

La prueba de alimentación tuvo una duración total de tiempo de 68 días. Este periodo de tiempo se dividió en dos fases: adaptación y periodo de prueba. En la fase de adaptación con una duración de 7 días, mientras tanto la fase de prueba se subdividió en dos etapas, la primera etapa consta de una duración de 35 días y la segunda etapa tuvo 26 días de duración. Las dietas proporcionadas en cada etapa son diferentes, esto debido al peso corporal de cada individuo. En las etapas de prueba los niveles de producto peletizado se mantuvieron constantes (20%) en la dieta ver cuadro 3.2.

En el momento de recepción de los corderos a los corrales se les proporcionó agua limpia y heno de avena molido previamente. A partir del tercer día hasta el séptimo día consumieron una dieta con una relación forraje: concentrado de 75:25. Mientras las otras dos etapas se mantiene una relación forraje: concentrado de 30:70, para la etapa de 35 días y una relación de 18:82 para la segunda etapa que tiene una duración de 26 días, ver cuadro 3.3.

Cuadro. 3.2.- Fórmulas de las dietas utilizadas durante la primera etapa de la prueba (35 días) de comportamiento en ovinos.

Ingredientes	Contenido (%)			
	T1	T2	T3	T4
P1	0	20	0	0
P2	0	0	20	0
P3	0	0	0	20
Avena forrajera	30	30	30	30
Maíz molido	24	16	16	16
Harinolina	9	9	9	9
Melaza	3	3	3	3
Sorgo	17	5	5	5
Soya	13	13	13	13
Semilla de algodón	1.3	1.3	1.3	1.3
Carbonato de calcio	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosfato monodivale	1.2	1.2	1.2	1.2

P1: pellet 1; **P2:** pellet 2; **P3:** pellet 3

Cuadro. 3.3.-Fórmulas de las dietas utilizadas durante la segunda etapa de la prueba (26 días) de comportamiento en ovinos.

Ingredientes	Contenido (%)			
	T1	T2	T3	T4
P1	0	20	0	0
P2	0	0	20	0
P3	0	0	0	20
Avena forrajera	18	18	18	18
Salvado de trigo	8	8	8	8
Maíz molido	12.5	12.5	12.5	12.5
Harinolina	12	12	12	12
Melaza	3	3	3	3
Sorgo	35	15	15	15
Soya	5	5	5	5
Grasa animal	3	3	3	3
Carbonato de calcio	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosfato monodiválcico	1.5	1.5	1.5	1.5
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5

P1: pellet 1; **P2:** pellet 2; **P3:** pellet 3

Se realizaron dos servicios del alimento una a las 7 am y la segunda a las 4 pm. En el primer servicio se proporcionaba el 60% de la ración, mientras que en el segundo servicio el 40% restante. Todas la mañana se realizaban la recolección del alimento rechazado de los comederos, para así servir alimento fresco.

3.5. Diseño del Experimento.

Se empleó el Diseño Experimental Completamente al Azar porque el experimento se realizó en condiciones homogéneas.

En el experimento se probaron cuatro tratamientos, incluyendo el testigo:

El primer tratamiento (T1) se definió como testigo, el cual consiste en una dieta con los ingredientes convencionales (maíz molido, harinolina, semilla de algodón, melaza de caña, sorgo, pasta de soya, avena forrajera y carbonato de calcio).

El segundo tratamiento (T2) consiste en una dieta que incluye 20% del pelet 1, (maíz molido, harinolina, semilla de algodón, melaza de caña, pasta de soya, avena forrajera y carbonato de calcio), más un 80% restante de la dieta convencional.

El tercer tratamiento (T3) consiste en una dieta que incluye 20% del pelet 2, (maíz molido, harinolina, semilla de algodón, melaza de caña, pasta de soya, avena forrajera y carbonato de calcio), más un 80% restante de la dieta convencional.

El cuarto y último tratamiento (T4) consiste en una dieta que incluye 20% del pelet 3, (maíz molido, harinolina, semilla de algodón, melaza de caña, pasta de soya, avena forrajera y carbonato de calcio), más un 80% restante de la dieta convencional.

Con los datos de peso individual de los 20 corderos se formaron cuatro grupos de 5 individuos. Donde por cada individuo del grupo se le aplicó un tratamiento diferente de los 4 tratamientos a probar.

Cada tratamiento se aplicó en cada animal con 5 repeticiones, por lo tanto fue necesario 20 animales para tener un experimento balanceado y completo.

En todos los tratamientos se realizaron 5 repeticiones

3.6. Modelo Estadístico.

Se utilizó un diseño experimental en completamente al azar, el cual se presenta a continuación:

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

Dónde:

y_{ijk} = Valor de la variable respuesta del tratamiento i en su repetición j

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del tratamiento i

ε_{ijk} = Error experimental independiente e idénticamente con distribución normal con $(0, \sigma_e^2)$

El análisis se realizó a través de SAS Ver 9.3

3.7. Prueba de Hipótesis.

Que para nuestro caso corresponde a los tratamientos

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \dots \tau_i$

Ha: $\exists i \neq j$ tales que $\tau_i \neq \tau_j$

Bajo la regla de decisión Rechazamos Ho si $P\text{-value} < \alpha$

Donde $\alpha = 0.05$

3.8. Prueba de Comparación de Medias.

La prueba de comparación de medias es el de Tukey usando el mismo programa estadístico (SAS 9.3).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de someter los datos obtenidos de la prueba de comportamiento divididas en dos etapas experimentales en campo, a un análisis estadístico, se encontró que la inclusión de los tres tipos de peletizados, elaborados a base de diferentes combinaciones de subproductos agroindustriales en la dieta de ovinos confinados, no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) sobre la variable consumo de materia seca ni en la variable conversión alimenticia.

Waldo (1986) menciona que la cantidad de alimento que un individuo puede consumir es el factor más importante para determinar el comportamiento productivo de un animal esto asociado a la dieta.

Sin embargo para la variable ganancia de peso, en la primera etapa de la prueba de comportamiento experimental hubo una diferencia significativa ($P<0.05$) mostrando los mejores resultados para los tratamientos 2 y 3, para el tratamiento 2 que incluye el pellet 1 con un contenido del 20% de masilla y el tratamiento 3 que incluye el pellet 2 con un contenido 15% de levadura de cerveza. Este comportamiento fue el mismo en la segunda etapa de la prueba experimental realizada, pero en esta etapa obteniendo mejores resultados con el tratamiento 1 que es el testigo y nuevamente el tratamiento 3 que fue superior a la primera prueba.

Mientras que la conversión alimenticia no obtuvo diferencia significativa ($P>0.05$), más sin embargo si se observa una diferencia numéricamente, obteniéndose una mayor conversión en el tratamiento 3, dieta en la cual incluye el pellet 2 con un contenido de 15% de levadura de cervecera, esta variable medida mostro el mismo comportamiento para la primera etapa y segunda. Los resultados se presentan en el cuadro 4.1.

Cuadro. 4.1.- Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes tipos de pelletizados elaborados a base de subproductos agroindustriales.

Variable	T1	T2	T3	T4
Primera etapa				
CMS (g/d)	884	1840	1620	918
GDP (g/d)	272 ab	370 ab	396 a	252 b
CA	3.75	2.93	2.70	3.81
Segunda etapa				
CMS (g/d)	1328	1330	1332	1164
GDP (g/d)	254	238	310	244
CA	5.35	5.58	5.31	5.64
Prueba completa				
CMS (g/d)	1106	1206	1198	1042
GDP (g/d)	288 ab	316 ab	360 a	262 b
CA	3.94	3.83	3.32	4.02

^{ab} promedios con igual literal en cada uno de los valores de las líneas no muestran diferencia significativa ($P > 0.05$).

T1: tratamiento (testigo), **T2:** 20 % pellet 1 (20% de masilla), **T3:** 20% pellet 2 (15% de levadura), **T4:** 20% pellet 3 (18% de masilla y 5% de levadura).

(Newbold *et al*, 1995, Newbold y Wallace, 1992) señalan que las levaduras basadas en el *Saccharomyces cerevisiae*, se utilizan extensamente en las dietas de los rumiantes y que han observado que no todas las cepas de levadura son capaces de estimular la digestión en el rumen, además diversos productos disponibles varían ampliamente ya sea en la cepa utilizada de *S. cerevisiae* o en el número y la viabilidad de las células de la levadura presentes.

El consumo de alimento suele posponerse a pesar de padecer hambre, esto sea por actividades competitivas que favorecen la supervivencia en situaciones extremas de estrés termorregulador y en otras situaciones que suponen una amenaza para la vida (Church, 1993).

Podemos aseverar este argumento con los datos mostrados en el cuadro 5.0, obtenidos en la prueba donde el tratamiento 1 y 4 son los que tiene valores mínimos, en consecuencia bajos incrementos de peso, mientras que el tratamiento 2 y 3 tenemos valores aceptables.

Como se puede apreciar en el cuadro 4.1 los valores para la variable consumo de materia seca son bajos comparados con los obtenidos por Gloria en el año 2012 que se muestran en el cuadro 4.2, en la cual realizo una evaluación de comportamiento productivo utilizando una dieta base de concentrado y tres niveles de *Sacchoromyces cerevisiae*.

Cuadro 4.2.- Consumo de materia seca (kg/d-1) de corderos en crecimiento alimentados con diferentes niveles de *Sacchoromyces cerevisiae*.

Tratamiento	Periodos de evaluación*				
	1	2	3	4	Media general
T1	1.14 ^a	1.19 ^a	1.31 ^a	1.35 ^a	1.25 ^a
T2	1.13 ^a	1.17 ^b	1.29 ^a	1.29 ^b	1.22 ^b
T3	1.16 ^a	1.18 ^{ab}	1.28 ^a	1.32 ^{ab}	1.23 ^{ab}
CV	3.04	1.08	2.42	3.96	1.87

*cada periodo de evaluación tuvo una duración de 15 días.

T1: testigo, 0 g d⁻¹ *Sacchoromyces cerevisiae*.

T2: T1 + 3 g d⁻¹ *Sacchoromyces cerevisiae*.

T3: T1 + 5 g d⁻¹ *Sacchoromyces cerevisiae*.

a, b: Medias de tratamientos con diferente literal en la misma columna muestran diferencia estadística (P <0.05).

CV: Coeficiente de variación (%).

Esto puede deberse a varios factores: tipo de dieta siendo este factor muy relevante posiblemente la de mayor impacto ya que por tratarse de un sistema en confinamiento donde la principal de fuente de alimento son los granos, esto asociado por las raciones concentradas con un alto contenido de almidón y carbohidratos solubles, textura y presentación de las materias primas usadas para la prueba. Sabiendo que la fragmentación del almidón a glucosa varía dependiendo de la fuente del grano y el tipo de almidón (Flores, 2000)

Durante la elaboración de los productos peletizados algunos de los tratamientos tales como calor, presión, reducción en el tamaño de partículas, a los cuales fueron sometidos los ingredientes favorecen la biodisponibilidad de los nutrientes de la dieta por ende los animales se están satisfechos y saciados por lo que se apreció durante la prueba experimental, esto favoreciendo y mejorando los parámetros productivos (Guerrero, 2011)

El manejo de los mismos individuos experimentales sería un factor más que afecta estas variables, al tratarse de organismos biológico vivos que son individuos en constantes cambios propiciados por sus procesos fisiológicos, condiciones climáticas tales como la temperatura, humedad relativa, solo por mencionar algunas. Aunque en la prueba realizada no se hayan obtenidos diferencias significativas son deseables y aceptables además son inferiores a los obtenidos por Gloria (2012).

La variación en el consumo de alimento entre los tratamientos podría ser como resultado individuo diferencia que existe naturalmente entre los animales de experimentación. Esto puede estar relacionado con el informe de Payne (1990) y Lynch *et al.*, (1992) que la variación individual afecta a la tasa de consumo de alimento en las ovejas y otros animales rumiantes.

Según Villanueva *et al*, (2013) evaluaron el comportamiento productivo de ovinos Dorper alimentados con desecho fresco de naranja y concentrado a diferentes proporciones, usaron 4 raciones obteniendo resultados poco similares a los del tratamiento tres de esta investigación comparándolo con los resultados de Villanueva, las raciones con 15 y 20% de RFN obtuvieron mayores GDP Y CA, sin embargo el tratamiento tres sigue obteniendo mayor valor en consumo de materia seca. En el cuadro 4.3 se presentan los resultados para (GDP, CA y CMS).

Cuadro. 4.3.- Resultados del comportamiento productivo de ovinos alimentados con raciones con diferentes proporciones (%) de RFN Y Pellet.

Variable	AC+15% RFN	AC+20% RFN	TRATAMIENTO 3 (20% pellet (15% de levadura),
GDP(g d-1)	238.4	220.4	396
CA	5.20	4.80	2.70
CMS (kg d-1)	1.35	1.22	1.620

AC= alimento concentrado, RNF=residuo fresco de naranja.

Álvarez *et al*, (2002) realizaron un estudio donde evaluaron las ganancias de peso diario, la conversión alimenticia y el consumo de materia seca en ovinos pelibuey alimentados con pollinaza 15%, mezcla de fruto de parota (semilla y vaina) (*Enterolobium cyclocarpum*), con 70% de granos de maíz molido, se observó, una ganancia de peso diario de 111.1 gr., una conversión alimenticia de 7.97 kg por día, y un consumo de materia seca total de 760 gr/d. en un lapso de 25 días, al relacionar los datos mencionados encontramos nuevamente que la ganancia de peso es superior con 396 gr/d, y la conversión alimenticia mucho menor con 2.70 ambas en la primer etapa de la prueba de comportamiento con el tratamiento tres, sin embargo para la variable consumo de materia seca total, el valor que reportamos es superior (1198) kg, que los reportados por los autores anteriores.

Snowder y Duckett (2003) encontraron una GDP en borregos Dorper X Columbia de 238 g/d en un periodo de engorda de 66 días, con un peso inicial de 50.2 kg y un peso final de 65 kg, alimentados con granos de cebada y maíz, mientras tanto en este estudio, las GDP, encontradas en la primera etapa para el tratamiento tres es altamente superior ya que las GDP, fueron de 396 g/d en un periodo de 35 días, aunque con pesos iniciales y finales inferiores a los del presente estudio.

5. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Los pellets elaborados a base de masilla, levadura en combinación con otros subproductos agroindustriales producen un alimento de mayor calidad nutricional, debido que dan una mayor estabilidad del producto durante el manejo y servicio a los animales
- Con la inclusión del pellet 2 elaborado con levadura de cerveza, melaza de caña, zeolita, harina de papa, residuos de frituras y salvado de trigo, podemos mejorar los parámetros productivos como la ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia en ovinos en un sistema de confinamiento, cumpliendo así como lo propuesto en nuestra H1 (Los parámetros de consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia, se mejoran con la inclusión de un producto peletizado a base de desechos agroindustriales en la dieta de los ovinos).
- Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el presente estudio comprobamos debido a la alta eficacia de GPD, CMS Y CA, observados en las pruebas de comportamiento aquí estudiados, podemos sugerir el uso de peletizados elaborados con las combinaciones de subproductos agroindustriales en las dietas de ovinos principalmente en sistemas intensivos. Pueden ser una alternativa en la alimentación de ovinos y reemplazar a los alimentos convencionales mejorando los parámetros productivos además podemos mejorar la eficiencia económica ya que influye en los costos de la alimentación.

6. RECOMENDACIONES

Usar pellets elaborados con distintas combinaciones de subproductos agroindustriales es una buena opción en la alimentación en ovinos, ya que favorece los índices de comportamiento productivo. Además de que el pellets por su proceso de elaboración permite mejorar la biodisponibilidad de los nutrientes favoreciendo así el proceso digestivo. Las conversiones alimenticias obtenidas en esta prueba con el solo hecho de incluir 20% de pellet ya sea de masilla o de levadura en la dieta nos ayudara a reducir los costos por concepto de alimentación y esto nos proporcionaría una mejor eficiencia productiva en nuestra unidad pecuaria.

El peletizado es una opción viable para la realizar el procesado de conservación y así darle un uso eficiente a los subproductos agroindustriales, ya que al realizar esta práctica le damos un valor agregado a estos desechos. Podemos obtener beneficios tales como alargar la vida de anaquel de estos productos, para disponer de ellos en periodos en los cuales las materias primas tienen un costo elevado, facilita el manejo de los ingredientes, se evita desperdicios en corrales, tenemos biodisponibles los nutrientes favoreciendo el proceso digestivos en los consumidores finales en este caso los ovinos.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, R.N., M.J. Canilazes. 2005. Resíduo lignocelulósico cervecero. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Veracruzanas. N°. 168. P. 37-41.
- Álvarez, R. J. y M. Valdivie. 1980. Energía metabolizable y retención de nitrógeno en dietas con levadura torula para pollos de engorde. Rev. Cubana Cienc. Agric. 14:55.
- Behnke, K.C, Beyer R.S. 2002. Effect of feed processing on broiler performance. Kansas State University. Manhattan, Kansas.
- Behnke, K.C., 2001. Factors Influencing Pellet Quality. FeedTech. Volume 5 Number 4. Reed Business Information, Agri-&Horticulture, Doetinchem, The Netherlands.
- Bruning, C. L. and Yokoyama, M.T. 1988. Characteristics of live and killed brewer's yeast slurries and intoxication by intraruminal administration to cattle. J. Anita. Sci. 66:585-591.
- Calsamiglia, S. 2004. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 42 pp.
- Castillo, A. y Onetti, S. 2002. Origen y composición química de los subproductos agroindustriales. Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes. Proyecto pampa húmeda.
- Ceballos. 2011. Engorde de Corderos en Condiciones de Confinamiento. Una Alternativa a Considerar en los Sistemas Extensivos de la Patagonia.
- Church, D. C. 1993. El Rumiante. Fisiología Digestiva y Nutrición. Ed. Acriba S. A., Zaragoza, España, pp.652.

- Corral, F. G., Rodríguez, C. y Silva, N. J. 2006. Forrajes de buena calidad como base de la alimentación para la engorda de corderos de Chihuahua. Simposium sobre ovinos. Avances en la actividad ovina en el estado de Chihuahua: la organización y estudios técnicos. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Cruz, I. Ricque, D. Tapia, S. Nieto, M. Villareal, D. Gamboa, J. Hernández, I. 2011. Avances en nutrición animal acuícola xi. Memorias del décimo primer simposio internacional de nutrición acuícola. Monterrey, NL. México. Disponible en sitio web: http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/XI/2011.pdf.
- Drouillard, J. Ferrell, C. Klopfenstein, T. Britton, R. 1991. Compensatory Growth Following Metabolizable Protein Or Energy Restrictions In Beef Steers. *J. Anim. Sci.* 69:811818.
- FEDNA. 2010. Tablas de composición y valor nutritivo de los alimentos para la fabricación de piensos compuestos. (3a ed.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. España. 502 pp.
- García, S. R. 2004. Las levaduras para la alimentación de los porcinos (*Saccharomyces cerevisiae*). Disponible en sitio web:<http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/articulos/levaduras-la-alimentacion-de-cerdos-saccharomyces-cerevisiae-t132/800-p0.htm>
- Grasser, L. Fadel, J. Garnett, I. y De Peters. 1995. Quantity and economic of nine selected byproducts used in California dairy rations. *J. Dairy.*
- Guerrero, R. A. 2009. Utilización de masilla y/o levadura de cervecería en la alimentación de toretes charoláis. Tesis Maestría, UAAAN, México, p. 102.

- Guerrero, R. P. 2011. Efecto de la adición de un producto peletizado elaborado a base de subproductos agroindustriales sobre los coeficientes de digestibilidad, parámetros energéticos y balance nitrógeno en ovinos. Tesis Licenciatura, UAAAN, México, p. 128.
- Hornick, J. Van, E. Gérard, O. Dufrasne, I. Istasse, L. 2000. Mechanisms of reduced compensatory growth. *Domest. Anim. Endocrinol.* 19:121-132.
- INTA. 2002. Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes. Rivadavia 1439 (1033) Buenos Aires, Argentina.
- Ivanete, S. Vaz, A. Maia, E. Quirino, C. Shinkai, R. Vinicius, M. Henrique, G. 2011. Digestibilidad e da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. *Journal Scielo Brazil.*
- Jimeno, V. T. y Rebollar P.G. 2012. XVII Curso de Especialización FEDNA. Interacción Nutrición – Reproducción en Ovino de Leche.
- Kayouli, C., & Lee, S. 1998. Supplementary feeding for dairy smallholders in Pacific Island Countries: Fiji, Samoa, Vanuatu, Cook Islands, Solomon Islands and Tonga. p. 67-101, in: S. Lee, R. Kennard & C. Kayouli (eds) *Manual of Smallholder Milk Production in the South Pacific*. FAO Sub-Regional Office for the Pacific, Apia, Samoa.
- Krause, V. E. 1973. Dehydrated alfalfa as a protein source in ruminant rations. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln.
- Lynch, J. J., Hinch, G. N. and Adams D. B. 1992. *The behaviour of Sheep. Biological Principles and Implication for Production* C. A. B. International Wallington, Oxon.
- Martínez R. 2012. Influencia de la raza y el sexo sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la canal de ovinos de pelo. Disponible en sitio web:<http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/cienciasdela carne/influenciadelarazayelsexo.pdf>

- Martínez, R. 2011. Influencia de la raza y el sexo sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la canal de ovinos de pelo. Disponible en sitio
web:<http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/cienciasdela carne/influenciadelarazayelsexo.pdf>
- McKinney, L.J. and R.G. Teeter, 2004. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poult. Sci.*, 83: 1165-1174.
- Mena, G. Bernal, G. Rodríguez, J. Aguilera, A. Reis de Souza, T. Guerrero, M.J. Romero, B. Empleo de cultivos de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* en raciones para corderos en crecimiento y engorda. Facultad de ciencias naturales / licenciatura en medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma de Querétaro
- Mendoza, M. Ricalde, V. Plata, P. León V. Macías, G. 2003. Utilización de subproductos Agroindustriales en la alimentación de rumiantes UACHs. 205 pp.
- Miazzo, R.D. and S.Kraft. 1998. Yeast growth promoter for broilers. 10th European Poultry Conference. *Rev. Arg. Prod. Animal* 18 (Supl. 1):20-21.
- Mussatto, A. Dragone, G. Roberto, I. 2006. Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*. (43) pp. 1-14.
- Nano, J. 1998. Uso de hormonas en la producción ganadera.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: (7th Revised Edn.) pp17.
- NRC. 2002. Definition of Pain and Distress and Reporting Requirements for Laboratory Animals: Proceedings of the Workshop Held. Washington DC: National Academy Press. p 179-198.

- Olazabal, L. y San Martin H. 2008. Sistemas de Revisiones en investigación Veterinaria de San Marcos. Crecimiento Compensatorio. Facultad de medicina veterinaria. Laboratorio de bioquímica, nutrición y alimentación animal. P 1-10.
- Owens, F. Dubeski, P. Hanson, C. 1993. Factors that alter the growth and development of Ruminants. J. Anim. Sci 71:3138-3150.
- Partida, J. Braña, D. Jiménez, H. Ríos, F. Buendía, G. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Disponible en sitio web:<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Manual%20Producci%C3%B3n%20de%20Carne%20Ovina.pdf>
- Payne, W.J. 1990. An Introduction to Animal Husbandry in the tropics. (4th Edition) Longman Publishers, Singapore.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B. Reyes, F. Oquendo, G y Millán, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Pastos y Forrajes. Journal Scielo Brazil. Vol. 33 (1): 1-17.
- Pordomingo, A.J. 2013 Feedlot. Alimentación, diseño y manejo. Publicación Técnica Núm. 95.
- Reinold, M. R. 1997. Manual práctico de cervecería. Aden Ed. Sao Pablo, Brazil. pp: 123.
- Revista Técnica Ganadera. 2010. Editorial Agrícola Española. Madrid, España. Número 79. Disponible en sitio web: www.editorialagricola.com
- Robert, K. Rick, M. and T.D.A. 2011. Forbes. Understanding Forage Intake in Range Animals. technical brochure. Texas agricultural extension service, of the texas A&M university system. Disponible en sitio web:<http://edwards.agrilife.org/files/2011/03/1ll.pdf>
- Rodríguez, S. D. 2006. El pellet. Boletín Técnico. Producción Animal: Aves (UNAM).

- Romero, J. 2005. Zootecnia de ovinos. Unidad 4. Disponible en sitio web:http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_4_ovinos.pdf
- Ryan WJ. 1990. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutr. Abstr. Rev.* (B).60:653664.
- Ryan, W. Williams, I. Moir, J. 1993. Compensatory growth in sheep and cattle. I Growth pattern and feed intake. *Aust. J. Agric. Res.* 44:16091621.
- Satter, L. D. and L. W. Whitlow. 1997. Resistance of protein in brewers dried grains to microbial degradation in the rumen. *U.S. Brewers Assoc. Feed Conf. Proc. Distillers Feed Res. Conf.* 32, 63-72.
- SIAP-SAGARPA. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Resumen Nacional de Producción Pecuaria. México DF.
- Stone, C.1998. Yeast products in the feed industry. Ed. By Mills, D. Inc. Cedar Rapids, Iowa., p 10-11.
- Westendorf, M. and Wohlt, J.E. 2002. Brewing by-products: their use as animal feeds. Disponible en sitio web:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12235659>
- Wilson, P.N. Osbourn, D.F. 1960. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. *Biol. Rev.* 35:324363.

8. ANEXO

Consumo diario de materia seca

Primera etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.15202000	0.05067333	1.97	0.1589
Error	16	0.41120000	0.02570000		
Corrected Total	19	0.56322000			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resulto mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados **no** producen efectos significativamente diferentes en la variable consumo diario de materia seca. O dicho de otra forma. No todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

La conclusión del análisis de varianza en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	1.0840	5	2
A	1.0620	5	3
A	0.9180	5	4
A	0.8840	5	1

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de 0.2901 Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (1.0840 g de CMS) en el tratamiento 2.

Segunda etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.10337500	0.03445833	0.72	0.5535
Error	16	0.76388000	0.04774250		
Corrected Total	19	0.86725500			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados **no** producen efectos significativamente diferentes en la variable consumo diario de materia seca. O dicho de otra forma. Todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

La conclusión del análisis de varianza en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	1.3320	5	3
A	1.3300	5	2
A	1.3280	5	1
A	1.1640	5	4

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de 0.3954 Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (1.3320 g de CMS) en el tratamiento 3.

Prueba completa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.09232000	0.03077333	0.96	0.4361
Error	16	0.51360000	0.03210000		
Corrected Total	19	0.60592000			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados **no** producen efectos significativamente diferentes en la variable consumo diario de materia seca. O dicho de otra forma. Todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

La conclusión del análisis de varianza en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	1.2060	5	2
A	1.1980	5	3
A	1.1060	5	1
A	1.0420	5	4

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de 0.3242 Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (1.2060 g de CMS) en el tratamiento 2.

Ganancia diaria de peso

Primera etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.07589500	0.02529833	4.39	0.0196
Error	16	0.09228000	0.00576750		
Corrected Total	19	0.16817500			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 : Podemos decir, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) que:

Los tratamientos experimentados **sí** producen efectos significativamente diferentes en la variable respuesta. O bien, dicho de otra forma No todos los tratamientos producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.005768
Critical Value of Studentized Range	4.04606
Minimum Significant Difference	0.1374

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
	A	0.39600	5 3
B	A	0.37000	5 2
B	A	0.27200	5 1
B		0.25200	5 4

Conclusión:

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa resultante. Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Segunda etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.01633500	0.00544500	0.70	0.5671
Error	16	0.12492000	0.00780750		
Corrected Total	19	0.14125500			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados **no** producen efectos significativamente diferentes en la variable ganancia diaria de peso. O dicho de otra forma. Todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	0.31000	5	3
A	0.25400	5	1
A	0.24400	5	4
A	0.23800	5	2

La conclusión del ANOVA en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de 0.1599 Las Medias con la misma letra no son

significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (**0.310** g de GDP) en el tratamiento 3.

Prueba completa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.02637500	0.00879167	3.92	0.0283
Error	16	0.03588000	0.00224250		
Corrected Total	19	0.06225500			

Comparación de medias

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.002243
Critical Value of Studentized Range	4.04606
Minimum Significant Difference	0.0857

Means with the same letter are not significantly different.				
Agrupación Tukey	Media	N	TRAT	
	A	0.36000	5	3
B	A	0.31600	5	2
B	A	0.28800	5	1
B		0.26200	5	4

Conclusión:

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa resultante. Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Conversión alimenticia

Primera etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	4.82122000	1.60707333	1.49	0.2544
Error	16	17.22620000	1.07663750		
Corrected Total	19	22.04742000			

Dónde $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados no producen efectos significativamente diferentes en la variable conversión alimenticia. O dicho de otra forma. No todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	3.8100	5	4
A	3.7520	5	1
A	2.9260	5	2
A	2.7000	5	3

La conclusión del ANOVA en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha = 0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de **1.8775** Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (**3.810**) en el tratamiento 4.

Segunda etapa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	0.40333500	0.13444500	0.03	0.9936
Error	16	78.60396000	4.91274750		
Corrected Total	19	79.00729500			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados no producen efectos significativamente diferentes en la variable conversión alimenticia. O dicho de otra forma. No todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	5.642	5	4
A	5.576	5	2
A	5.348	5	1
A	5.312	5	3

La conclusión del ANOVA en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha =0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de 0. **4.0106** Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (**5.642**) en el tratamiento 4.

Prueba completa

Análisis de varianza y prueba de hipótesis

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Model	3	1.46556000	0.48852000	2.34	0.1124
Error	16	3.34636000	0.20914750		
Corrected Total	19	4.81192000			

Dónde: $Pr > F$ es el *P-value*

Conclusión:

Bajo la regla de decisión de si $P\text{-value} < \alpha$, se rechaza H_0 , para este caso no se cumple porque nuestro *P-value* resultado mayor que α por lo tanto no se rechaza H_0 , con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) se concluye que:

Los tratamientos experimentados no producen efectos significativamente diferentes en la variable conversión alimenticia. O dicho de otra forma. No todas las dietas producen el mismo efecto sobre esta variable respuesta.

Comparación de medias

Agrupación Tukey	Media	N	TRAT
A	4.0180	5	4
A	3.9420	5	1
A	3.8280	5	2
A	3.3240	5	3

La conclusión del ANOVA en el apartado anterior se corrobora una vez más en la comparación de medias.

Dónde: N= es el número de d repeticiones

Trat= son los tratamientos experimentados.

Con el valor $\alpha =0.05$ (5%) y con la Diferencia Mínima Significativa o Distancia Honesta Significativa de **0.8275** Las Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Aunque se haya obtenido una media más alta (**4.0180**) en el tratamiento 4.