



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA Y CALIDAD DE LA CANAL DE OVINOS DORPER
FINALIZADOS EN UN SISTEMA INTENSIVO

TESIS

QUE PARA OBTENER LA LICENCIATURA DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

EDUARDO MORALES DIAZ

DIRECTOR:

DR. ROLANDO ROJO RUBIO

ASESORES:

DR. JAIME MONDRAGÓN ANSELMO

DR. GERMAN GÓMEZ TENORIO

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en cualquier momento de mi vida.

A la Universidad Autónoma del Estado de México, por darme la oportunidad de recibir una educación a nivel licenciatura.

Al Dr. Rolando Rojo Rubio, por darme la oportunidad de participar en sus proyectos de investigación.

Al Dr. Jaime Mondragón Anselmo y Dr. Germán Gómez Tenorio, por ser parte de mi comité de asesores y como profesores durante mi estudios en el Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

DEDICATORIAS

A mis padres y hermanos por el apoyo se me dieron durante mis estudios de licenciatura.

A mi familia por la comprensión y apoyo permanente.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Revisión de literatura	13
Consideraciones generales de la producción ovina	13
Sistemas de producción ovina en México	13
Sistemas extensivos	14
Sistema semi-intensivo	15
Sistema intensivo	16
Sistema silvopastoril	18
Características generales de la Dorper	19
Rendimiento y sabor	20
Características productivas	21
Consideraciones generales a considerar en la evaluación de la canal en ovinos	21
Factores que determinan la calidad de la carne	30
Materiales y Métodos	34
Sitio experimental	34
Instalaciones	35

Animales y manejo	35
Alimentación	36
Comportamiento productivo de los animales	37
Variables respuesta	38
Sacrificio de los animales	40
Análisis de la información	44
Resultados y discusión	45
Conclusiones	53
Literatura citada	54
Anexos de laboratorio	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Componentes de la canal y porcentaje proporcional que representan en relación al peso vivo	23
2	Coefficientes alométricos de diferentes especies para determinar la calidad de la canal	31
3	Dieta de finalización que recibieron los ovinos durante la prueba productiva	37
4	Medición de la conformación muscular en ovinos de acuerdo a la Unión Europea	42
5	Composición química de la dieta recibida por los animales durante el periodo productivo	45
6	Características productivas de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano	46
7	Mermas por transporte y espera de sacrificio de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano	47
8	Características de la canal de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano	48
9	Cortes comerciables de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano	50
10	Características de las vísceras rojas y verdes de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Rebaño ovino típico del sistemas de producción extensiva en España	15
2	Sistema de producción semi-intensivo, Yucatán México	16
3	Sistema de producción de engorda intensiva de corderos	17
4	Sistemas de producción ovina silvopastoril	18
5	Ovinos dorper, raza excelente en la producción de carne	19
6	Equipo para medir el pH de la carne	25
7	Canales ovinas listas para medir la conformación de la canal	26
8	Haciendo los diferentes cortes en una canal ovina	27
9	Diferentes tipos de cortes que se pueden obtener del ovino	30
10	Localización geográfica del Municipio de Tejupilco, donde se desarrolló el trabajo de tesis	34
11	Ovinos dorper que se utilizaron en el experimento, se muestra la corraleta donde estuvieron alojados	35
12	Preparación de la dieta que recibieron los ovinos durante la prueba productiva	36
13	Pesaje de los ovinos para conocer la ganancia diaria de peso	38
14	Término de la prueba productiva y traslado de los ovinos para su sacrificio	40
15	Rack de ovino Dorper, obtenido en el ensayo de crecimiento	49
16	Canales limpias, buenas terminación (conformación) y libre de moretones	52

Resumen

Se realizó una prueba de crecimiento para conocer la respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo Dorper, para tal efecto se utilizaron 10 ovinos macho de un PVI de 34.86 ± 1.56 kg y edad de 4 meses, mismos que fueron alimentados con una dieta alta en grano durante 35 días. De la información obtenida, se estimaron medias generales para todas las variables utilizando el procedimiento MEANS del programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002). La dieta que consumieron los animales tuvo una concentración de proteína cruda de 14.56%, el peso vivo inicial de los animales fue de 34.86 ± 1.56 , el peso vivo final de 48.16 ± 1.98 , la ganancia diaria de peso de 0.380 ± 0.02 , con un eficiencia de 0.230 ± 0.02 , todas estas variables en kg. La merma trasporte y espera antes del sacrificio, llegó a representar más del 10% de peso del animal al retirarlo de la granja. El rendimiento en canal fue mayor al 50% y las piezas comerciables que representaron mayor valor de la canal fueron las piernas, brazuelos y costillas. Los ovinos Dorper, engordados en corral y finalizados con dieta alta en grano, son animales muy eficientes, por lo tanto representan una alternativa para incrementar la producción de carne ovina en nuestro país.

Palabras clave: Ovinos Dorper, finalizados en corral, respuesta productiva, características de la canal.

Abstract

A growth assay was carried out in order to know the performance and carcass characteristics of the Dorper sheep, for this purpose 10 male sheep of a PVI of 34.86 ± 1.56 kg and age of 4 months were used, which were fed with a high grain diet for 35 days. From the information obtained, general means were estimated for all the variables using the MEANS procedure of the statistical program SAS version 9.0 (SAS, 2002). The diet consumed by the animals had a crude protein concentration of 14.56%, the initial body weight of the animals was 34.86 ± 1.56 , the final weight of 48.16 ± 1.98 , the daily weight gain of 0.380 ± 0.02 , with a efficiency of 0.230 ± 0.02 , all these variables in kg. The weight los by transport and waiting before slaughter, came to represent more than 10% of the weight of the animal when it was removed from the farm. The carcass yield was greater than 50% and the sale cuts parts that represented the highest value of the carcass were the legs, shoulders and ribs. The Dorper sheep, fattened in corral and finished with a high grain diet, are very efficient animals, therefore represent an alternative to increase the production of sheep meat in our country.

Key words: Dorper sheep, fed in lot, performance, carcass characteristics

Introducción

La demanda de productos de origen animal en México es cada vez mayor en virtud del crecimiento de la población, lo que hace necesario incrementar la cantidad de alimentos para satisfacer las necesidades internas (De la Cruz et al., 2006). El inventario ovino en México ha tenido un crecimiento hasta 6.5 millones de cabezas, destacando el Estado de México con 5,548 t de carne; sin embargo, el problema no se ha solucionado. Existe alta demanda, estimándose un consumo per cápita de 800 g año⁻¹, con tendencia a crecer; sin embargo, la necesidad nacional es de aproximadamente 90 mil t año⁻¹, pero sólo se producen 46 mil y el resto se importa (SAGARPA, 2007), y existe un déficit de oferta que se cubre con ovinos en pie desde los Estados Unidos y de carne congelada proveniente de Nueva Zelanda y Australia (Arteaga, 2003). Esta carne ovina, en la mayoría de los casos en el mundo, se produce bajo condiciones de pastoreo, situación que tiene ventaja económica por el ahorro en los costos de producción, pues en estos sistemas se genera la mejor relación beneficio:costo y esta forma de producir genera ventajas comparativas en la calidad nutricional de la carne, pero está sujeta a las condiciones o variaciones climatológicas estacionales, lo que ocasiona variación en el inventario ovinos en las diferentes unidades de producción (FAO, 2010). En nuestro país, se tienen sistemas de producción muy variados, con características tecnológicas diversas determinadas por la disponibilidad de recursos, de tal forma que se pueden encontrar unidades productivas con animales en completa estabulación sobre pisos elevados hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones extensivas con nula utilización técnica. Los grupos raciales que se encuentran en ambos casos son cruza de ovinos de lana y/o pelo, mismos que tienen una eficiencia productiva diversa, lo que ha hecho que no se tengan con exactitud las características productivas, rendimientos, características de la canal y componente no cárnicos de los diferentes fenotipos existentes en México. Por tal motivo el presente estudio realizó una prueba productiva con ovinos machos doper manejados en engorda intensiva, para conocer su respuesta

productiva, mermas por transporte, características de la canal, componente no cárnicos y cortes comerciables bajo condiciones clima subtropical seco, en la región de Tejupico, Estado de México.

Objetivo general.

Determinar la eficiencia productiva de ovinos de pelo machos cruzados (pelibuey 3/8 x dorper 5/8) bajo condiciones clima subtropical seco, en la región de Tejupico, Estado de México.

Objetivos específicos

- Determinar el consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, eficiencia de ovinos de dorper finalizados en corral.
- Determinar las características de la canal (Peso canal caliente, Peso canal fría, color canal, conformación canal, grasa pélvico renal, longitud canal, longitud de la pierna, diámetro de la pierna, perímetro grupa, ancho grupa, ancho mayor tórax, ancho menor toral) de ovinos de dorper finalizados en corral.
- Determinar el peso de las vísceras rojas (Riñones, Grasa Riñón, Hígado, Corazón, Grasa Corazón, Pulmones, Tráquea.) y verdes (Intestinos, Panza, Omaso, Abomaso Tráquea.) y otros (Sangre, Mesenterio, Páncreas, Testículos, Pene, Salea, Cabeza con piel, Cola, Patas delanteras y Patas traseras) de ovinos de dorper finalizados en corral.

Revisión de literatura

Consideraciones generales de la producción ovina

De manera general, la producción ovina en el mundo, se desarrolla bajo condiciones de pastoreo y bajo un sistema de producción extensiva, lo que da características particulares a la especie como es una mejor relación costo/ beneficio, pero también tiene sus desventajas como es la variación estacional en la producción debido a las condiciones climatológicas estacionales, en este contexto las recientes sequias debido al cambio climático ha hecho que unidades de producción de Oceanía y América tiendan a reducir el tamaño del rebaño para asegurar la alimentación de los animales (FAO; 2010). En México, dada la diversidad climatológica, que va desde templado a cálido y del húmedo al muy seco, así como su relieve accidentado, diferentes tipos de suelo y pluralidad socioeconómica, ha hecho que la producción ovina se desarrolle en diversos sistemas de producción con características propias de cada región y que son determinado por la disponibilidad de recursos económicos

Sistemas de producción ovina en México

Los sistemas de producción ovina se tipifican de acuerdo a la intensificación productiva (García et al., 2010; Pérez et al., 2011) de esta forma se tienen sistemas extensivos, semi-intensivos, intensivos, mixtos, pastoreo en asociación de gramíneas y leguminosas, pastoreo en asociación con árboles y asociación con bovinos, mientras que otros autores (Nuncio et al., 2001; Valerio et al., 2010) los clasifican como sistemas de producción tradicional, extensivo y semiintensivo tecnificado. Entre los principales componentes que se han incluido al tipificar los sistemas de producción ovina (SPO) se encuentran los aspectos socioeconómicos y técnicos (García et al., 2010; Pérez et al.,

2011) y los componentes estructurales (Nuncio et al., 2001; Valerio et al., 2010). A continuación se describen algunos de ellos:

Sistemas extensivos

Los sistemas extensivos tienen como característica principal que todos los animales se mantienen en un solo rebaño, no existe un control reproductivo definido, ya que el semental permanece en el rebaño durante todo el año (empadre continuo), por lo que existe un alto grado de consanguinidad, los partos ocurren durante todo el año, el peso al nacimiento es ampliamente variable ubicándose desde 1.5 a 3.5 kg (García et al., 2010). La alimentación del SPO extensivo se basa exclusivamente en pastoreo de forrajes nativos (Pérez et al., 2011), los rebaños se encuentran en regiones marginadas con amplias áreas de pastoreo, generalmente de propiedad comunal las cuales son aprovechadas por distintos sistemas de pastoreo de rumiantes. El aprovechamiento de pastizales nativos como fuente de forraje para el ganado no es una práctica exclusiva de México, en todo el mundo es común el uso de las mismas (García et al., 2010; Borroto et al., 2011; Rivas et al., 2014). El manejo sanitario consiste en las prácticas encaminadas a preservar la salud de un rebaño (Borroto et al., 2011). Se realizan desparasitaciones cada seis meses, sin embargo existen rebaños que no son desparasitados y generalmente solo se tratan animales enfermos (Pérez et al., 2011). En este sistema de producción no existe una estructura productiva, de tal forma que la mayoría de los animales se consideran como un ahorro familiar, la mano de obra que se utiliza para el manejo del rebaño es de tipo familiar, donde las mujeres y los niños juegan un papel muy importante, esta actividad pecuaria es considerada como secundaria dentro de la economía familiar. Los parámetros productivos predestete son bajos (< 130 g de ganancia por día), se tienen elevadas tasas de mortalidad (>8%), de tal forma que los pesos al destete raramente son superiores a los 12 kg, lo que repercute directamente en la respuesta productiva de los animales que se canalizan a las engordad

de comerciales con los acopiadores de ovinos. Un problema muy grave de este sistema de producción es la alta parasitosis gastrointestinal de los animales lo que ocasiona una alta ineficiencia productiva.



Figura 1. Rebaño ovino típico del sistemas de producción extensiva en España

Sistema semi-intensivo

En el tipo semi-intensivo existe mayor control en la reproducción del rebaño, con estrategias de manejo reproductivo como épocas de empadre bien definidas, el macho se puede mantener separado del rebaño y solo ser utilizado en el empadre (Pérez et al., 2011). Los animales se mantienen en un solo rebaño, al igual que en el tipo extensivo, pastorean en praderas naturales, entre las ocho y nueve de la mañana y regresan al corral de encierro entre las cuatro y seis de la tarde, la existencia de corrales es una característica de este sistema, así como la complementación con productos o subproductos agrícolas de la región (Pérez et al., 2011). Las instalaciones para encierro nocturno o corrales, generalmente están construidas con materiales de la región (Valerio et al., 2010) además de ser rústicas y carecer de un diseño bien definido (Nuncio et al., 2001). El

manejo sanitario es similar al tipo extensivo con desparasitaciones periódicas y los animales son tratados solo cuando presentan signos clínicos de enfermedad (Pérez et al., 2011).



Figura 2. Sistema de producción semi-intensivo, Yucatán México

Sistema intensivo

En el tipo intensivo existen variantes, una es el confinamiento total que es utilizado principalmente por productores de animales finalizados para abasto, por lo tanto los animales dependen generalmente de los alimentos proporcionados en el corral (Pérez et al., 2011). En esta variante del sistema intensivo se observan estrategias de alimentación más tecnificadas como la estabulación en diferentes estados fisiológicos y la suplementación alimentaria de acuerdo a la finalidad productiva de cada animal; por ejemplo, pastoreo de reproductoras, estabulación de corderos suministrando complementación alimentaria antes de la venta (Pérez et al., 2011). En el SPO intensivo se observa mayor uso de tecnologías y estrategias de manejo que incrementan la producción. La alimentación se basa en núcleos, mezclas minerales, alimentos comerciales o mezclas propias, cuya finalidad es

dar una alimentación completa para reducir el tiempo de finalización y maximizar el rendimiento cárnico de los animales (Nuncio et al., 2001). Los programas de reproducción son más productivos utilizando prácticas como inseminación artificial y diagnóstico de gestación (Rivas et al., 2014). El manejo sanitario es más frecuente, existe control de parasitosis, prevención y tratamiento de enfermedades de manera continua durante el ciclo productivo (Pérez et al., 2011). El sistema intensivo mixto es otra variante del tipo intensivo, el manejo reproductivo es similar al tipo intensivo y los ovinos se manejan en grupos separados según su estado fisiológico (hembras gestantes, vacías, corderas, lactantes, etc.) facilitando el control de gestaciones. La alimentación se basa en el pastoreo con periodos de estabulado complementando la alimentación, con subproductos agrícolas y concentrados (Rivas et al., 2014). El sistema mixto es la modalidad más utilizada por productores de pie de cría y corderos para abasto. El destete se realiza de dos o tres meses de edad, los machos se mantienen en estabulación hasta su venta. El manejo sanitario es adecuado, con desparasitaciones regulares cada 6 meses y el control de enfermedades mediante antibióticos (Góngora et al., 2010).



Figura 3. Sistema de producción de engorda intensiva de corderos

Sistema silvopastoril

El sistema silvo-pastoril es un tipo de sistema agroforestal simultáneo en el cual interactúan plantas leñosas perennes (árboles o arbustos) con herbáceas o leguminosas como fuente de forraje para animales domésticos principalmente bovinos, ovinos y caprinos (Murgueitio et al., 2013). El pastoreo dentro de plantaciones de árboles frutales o bosques es extensivo y se realiza con el propósito de controlar la maleza, aprovechar árboles y arbustos con fines forrajeros y diversificar la producción, mediante subsistemas animales que se insertan dentro del sistema silvícola, generando ingresos extra por la venta de ganado. El manejo sanitario y reproductivo es deficiente ya que el principal producto de estos sistemas son los frutos de los árboles y sus recursos maderables (Baldizán et al., 2007; Pérez et al., 2011; Murgueitio et al., 2013). Una variante del sistema silvo-pastoril es la producción que se lleva a cabo en Areas Naturales Protegidas (ANP), en las cuales se pastorean ovinos, caprinos y bovinos.



Figura 4. Sistemas de producción ovina silvopastoril

Características generales de la Dorper

La raza Dorper, es una raza de carne, con una mezcla de pelo y lana que fue seleccionada para soportar los ambientes más severos. Desde temperaturas extremas de bajo cero a más 40°C. En las condiciones áridas de Sudáfrica y Namibia, por selección se conformó un excelente animal, capaz de producir corderos supremos, que sin alimentación extra y en condiciones exclusivamente de pastoreo alcanzan pesos de 36 a 40 kilos en menos de 4 meses, canales de excelente conformación y perfecta distribución de la grasa y con mayor peso en las piezas más valoradas. La carne es suave, magra, y sin olor, incluso en animales mayores (Mersmann, 1998; 2002; Van Hoof et al., 2005).



Figura 5. Ovinos dorper, raza excelente en la producción de carne

En su país de origen, Sudáfrica se crían en régimen de pastoreo, de igual modo lo hacen en Australia, México, Brasil o Canadá, siendo capaces de criar una o dos corderos con poco alimento complementario. En régimen intensivo, los corderos tienen un rendimiento superior a otras razas carniceras, con un aprovechamiento del alimento superior a Suffolk, Merinos o Texel.

Poseen un cuerpo de color blanco y cabeza negro, cubierto en su parte superior con una mezcla de pelo y lana, no hay que esquila porque tiran la lana en primavera. Tampoco precisan de cortar la lana alrededor de la cola, ano o genitales, porque en esas zonas carecen de ella. La cola

habitualmente se corta, a diferentes longitudes, pero se podría dejar en toda su extensión ya que no es larga y carece de lana (INEGI, 2012)

Las hembras cuentan con un instinto maternal fuerte, con una larga vida productiva y facilidad de parto, lográndose pesos al nacimiento y destetes excelentes. El promedio, bajo condiciones de pastoreo únicamente, los animales alcanzan la pubertad a la edad de 3.5 meses, pesos entre 36 a 45 kilogramos o más. La carne es suave, magra, y de un sabor que le ha dado actualmente los primeros lugares en calidad.

Rendimiento y sabor

Los machos maduros alcanzan pesos entre los 113 a 136 kilos ramos, mientras que las hembras oscilan entre los 90 a 102 kilogramos contando con una excelente conformación, bien proporcionada y compacta. Poseen un cuerpo de pelo blanco y cabeza negra o completamente blancos; eventualmente a algunos animales les crece un poco de lana, la cual muda sin dificultad (Ricks et al., 1984)

Son de fácil mantención y a bajo costo. En su introducción a México ha probado alto desempeño en el trópico y en el norte del país, resultando ideal para mejorar la producción de carne al cruzarlo con las razas criollas principalmente de pelo. En definitiva en los próximos años, la raza Dorper demostrará sus virtudes de campeón de pelo y dominará en los nuevos cambios de los avances de la genética ovina. Esta raza, es sin lana y no requiere trasquila, es de fácil cuidado para la producción de carne, naturalmente tolerante a climas extremos de crudos inviernos o altas temperaturas en trópico húmedo o seco con un alto desempeño en una amplia variedad de ambientes, para producir carne económica. Son de fácil mantención y a bajo costo.

En su introducción a México ha probado alto desempeño en el trópico y en el norte del país, resultando ideal para mejorar la producción de carne al cruzarlo con las razas criollas principalmente

de pelo. En definitiva en los próximos años, la raza Dorper demostrará sus virtudes de campeón de pelo y dominará en los nuevos cambios de los avances de la genética ovina. Son también significativamente más tolerantes a los parásitos que los borregos de lana, además son de temperamento y manejo fáciles (Fiems, 1987. Moloney et al. (1990). En México se han empezado a introducir una buena cantidad de ellos para mejorar las razas criollas, sobre todo con Pelibuey; demostrando altos rendimientos en la producción de carne magra; bien musculada y con un muy suave sabor (Colomer-Rocher et al., 1984; Delfa et al., 1995)

Características productivas

Tiene altas tasas de fecundidad, con altas tasas de crecimiento y resistencia, sus partos son múltiples y tienen un promedio de crías de 2.25 corderos por año. Las hembras cuentan con un gran instinto maternal, con una larga vida productiva y facilidad de parto, con pesos al nacimiento proporcionalmente bajos pero que al destete son excelentes. Tienen celos durante todo el año y es fácil conseguir 3 partos en 2 años. Los machos adultos alcanzan pesos entre 100 y 125 kilos, mientras que las hembras oscilan entre los 50 y 90 kilogramos contando con una perfecta conformación, y compactos y de aspecto atractivo. Buen temperamento y fácil manejo (Arteaga, 2003). Los borregos Dorper y Dorper Blanco poseen la característica fisiológica reproductiva de no ser estacionales en su expresión de estros y gestaciones. Es así como los productores de Dorper pueden planear los partos según sea su conveniencia. Esto permite aprovechar más las oscilaciones de precios del mercado (Arteaga, 2003).

Consideraciones generales a considerar en la evaluación de la canal en ovinos

Cañeque y Sañudo (2000) señalan que el mercado de la carne tiende a realizarse cada vez más sobre la canal que sobre el animal vivo, la canal va adquiriendo día a día una mayor relevancia

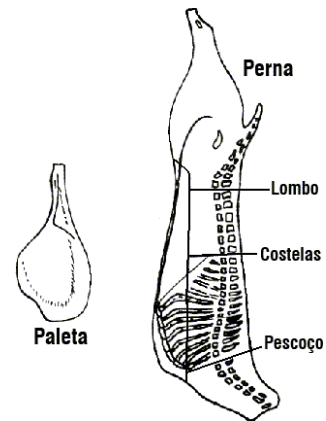
debido a sus características que le confieren una máxima aceptación en el mercado y que se traduce en un mayor beneficio económico.

a) Calidad de la carne (*Longissimus dorsi*)

El aspecto nutricional es uno de los factores a considerar en la evaluación de la carne, el contenido de proteína que la conforma se encuentra en niveles comparables entre especies y provee los aminoácidos esenciales que mantienen las reservas de proteínas en el organismo (Lawrie, 1977; Cañeque y Sañudo, 2000).

Dentro de las mediciones objetivas de la canal se evalúan las siguientes:

- Peso
- El rendimiento
- La morfología
- El color de la grasa y de la carne
- El pH final (24 h)



Peso de la canal

El parámetro que permite ubicar la canal en su estatus de acuerdo con su masa y volumen, es indispensable para el cálculo del rendimiento de la canal. Las canales se pueden agrupar según su peso y el tipo de cordero del que provienen (Martínez 2014).

1) (Zorrilla et al., 1998) Cordero lechal (hasta los 6 kg) estas canales pertenecen a los corderos que no sobrepasan los 45 días de edad y tienen un peso al sacrificio de hasta 12 kg.

2) cordero liviano (hasta 18 kg en canal) y se originan de un animal que tiene dientes temporales y de un peso al sacrificio de hasta 38 kg.

3) corderos pesados (más de 18 kg en canal) proceden de corderos que tienen dientes temporales y un peso más de 38 kg.

4) Borrego primal (no hay límite en el peso de la canal ni en el peso vivo al sacrificio) proceden de borregos que tienen de uno a cuatro incisivos permanentes.

5) Borrego adulto (no hay límite en el peso de la canal ni el peso del sacrificio) resultan de borregos que tienen cinco a ocho incisivos permanentes.

Rendimiento en la canal

El rendimiento en la canal o rendimiento a la faena es la proporción del cuerpo del animal que será comercializado como “carne”; es decir es la fracción del peso del animal vivo que queda después de retirar la cabeza, piel, patas y vísceras. El rendimiento en canal es una variable muy importante, que aporta más información que el mismo reporte de peso en pie, y permite determinar con mucha más precisión la eficiencia con la que el animal transporta el alimento a carne, que es un producto de mucho menor calidad biológica, en carne que es un alto valor comercial. Estimación de los componentes corporales de un cordero y de sus proporciones con relación al peso vivo Valenzuela et al., (2006).

Cuadro 1. Componentes de la canal y porcentaje proporcional que representan en relación al peso vivo

<i>Componente</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>% del peso vivo</i>
Canal	25.0	50
Piel	2.5	10
Contenido gastrointestinal	6.5	13
Contenido gastro intestinal vacío	4.0	8
Cabeza, pulmones, tráquea y diafragma	3.0	6

Sangre eliminada en el desangrado	2.0	4
Hígado y riñones	1.0	2
Grasa mesentérica	1.0	2
Otros componentes	<u>1.0</u>	<u>2</u>
	Total 50	100

Adaptado por Warris PD, 2005

Morfología de la canal

La morfometría es la medición de la forma que tiene la canal, se toman medidas tanto de su parte externa como de la interna. La medición se hacen con ayuda de una cinta métrica o del “Bastón de Aparicio”, el cual es un implemento con la que forma un calibrador Vernier, pero de muchos mayores dimensiones, para proceder el registro de las medidas, la canal debe estar fría y suspendida de los corvejones, los cuales deben tener una separación de 10 a 14 cm, pero dependiendo del tamaño del animal. Existen varias mediciones que se llevan a cabo en el exterior de la canal entera (FEDNA 2010)

Evaluación del color en la carne

El color es el primer parámetro que juzga el consumidor al comprar la carne, pues a simple vista sabe si cumple o no con ciertas expectativas. El caso negativo, ya no continúa con ninguna otra valoración y busca otras opciones (Cibils et al., 1994). En forma simple, el color se puede estimar haciendo comparaciones con patrones preestablecidos (pantalones), pero la medición objetiva se realiza por métodos físicos y químicos, los primero se basan en las técnicas de desarrollada por el CIE (comission international del Eclairage). Se miden con un colorímetro o un espectro-colorímetro hay diferentes aparatos en el mercado pero la medición se recomienda realizar con iluminante D65 (equivalente a la luz del día) y la lectura se hace a un Angulo de 10° (FAO 2010)

La medición del color en la canal se efectúa a las 24 h post mortem en el musculo *Longissimus dorsi*. Para esto se hace un corte transversal (que puede ser entre la 6ta y 10ma costilla), se deja la carne expuesta al aire (blooming) durante 15-30 minutos para que se oxigenen los pigmentos hemínicos (mioglobina y hemoglobina) y posteriormente se hace la lectura en el colorímetro (FEDNA 2010).

Medición del pH

En términos prácticos y sencillos, la medición del pH en la canal nos indica el grado de acidez o alcalinidad que tiene la carne, en una valoración muy importante porque el pH afecta el color, la textura, la jugosidad y el sabor de la carne. Para medir esta variable en la canal de los animales, se emplea un potenciómetro portátil provisto con electrodo de penetración la medición se lleva a cabo a los 45 min (pH inicial) y 24 horas después del sacrificio del animal (pH final), en el musculo *Longissimus dorsi* de la media canal izquierda, entre la 4 y 5 vertebra lumbares (Apple et al., 1995).



Figura 6. Equipo para medir el pH de la carne

Conformación de la canal

La conformación se determina en forma visual en la canal fría, solo se manejen tres tipos de conformación: “Excelente” (canales con músculos gruesos y amplios, en comparación con su longitud, con un amplio llenado de las piernas y cuartos delanteros), “Buena” (Canales son músculos moderados en comparación con su longitud, piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados) y “Deficiente” (Canales con músculos delgados en comparación con su longitud, piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos),(Sañudo, 2006) Para una buena apreciación de la conformación, es muy recomendable colgar en ganchos dobles (del tipo que se utilizan en cerdos) para permitir una distancia de 10-14 cm entre los tarsos.



Figura 7. Canales ovinas listas para medir la conformación de la canal

Cortes

Los Tipos de corte de la carne ovina son muy fáciles de recordar, los principales son los que podemos ver en la imagen superior: Cabeza, cuello, pecho, chuletas (aguja, centro y riñonada),

costillar, falda, silla, paletilla, pierna (o gigot) y manitas (Colomer-Rocher et al., 1984; Delfa et al., 1995)



Figura 8. Haciendo los diferentes cortes en una canal ovina

Cuello: El cuello o pescuezo es un corte muy económico y muy apropiado para hacer guisos, estofados, fondos... proporciona un exquisito sabor al conjunto y es muy jugoso y tierno.

Pecho: El pecho es también muy sabroso, se encuentra entre el cuello y la falda conservando una importante proporción de grasa, es ideal para hacer un ragú o estofado.

Chuletas: En las chuletas encontramos tres partes, las de aguja, las más cercanas al cuello, las del centro, también conocidas como chuletas de palo y que son las más apreciadas, y las de la

riñonada, que están cerca del lomo bajo y no tienen costilla. Son ideales para asar, freír, hacer a la plancha.

Costillar: En la parte inferior del lomo está el costillar, es la carne deshuesada de las chuletas que también suelen elaborarse asado, frito, a la plancha, etc.

Falda: La falda recubre la pared del abdomen, entre las patas y bajo el lomo, fibrosa y con ternilla gelatinosa, es un corte ideal para guisar.

Silla: Este es uno de los cortes más apreciados, tanto entero como deshuesado y troceado, es ideal para asados. A veces acompaña a la pierna, y hay un corte que se conoce como barón que se compone de las dos piernas y la silla. Cabe destacar también que el corte que recoge las dos piernas se llama Doble.

Paletilla: Las patas delanteras son las paletillas, más pequeñas que las piernas, muy sabrosas y jugosas, con mayor proporción de grasa, que proporciona una carne muy tierna, excelente para asar entera, aunque también se puede trocear y hacer exquisitos guisos con ella.

Pierna: Son las piernas traseras, se hacen enteras, a filetes, deshuesada. Son cortes muy apreciados para distintos tipos de elaboraciones culinarias, desde asados hasta guisos.

Chop: Se conoce con este nombre a un corte de la silla, ideal para hacer a la plancha o a la parrilla.

Noisette: Del lomo deshuesado y bridado, con parte de falda y costillar, se sacan unos cortes como medallones exquisitos para freír o hacer a la plancha.

Cabeza: Se compone mayoritariamente por despojos, que son especialmente apreciados si proceden de animales jóvenes, sesos, lengua...

Asadura: Pulmones, hígado y corazón, suelen prepararse encebollados, fritos, guisados.

Mollejas: Las mollejas designan a la glándula conocida como 'timo', son tiernas y sabrosas, ideales para rebozar, freír, saltear o guisar.

Hígado: Muy apreciado para distintas elaboraciones, desde guisos y rellenos, hasta patés.

Riñones: También muy apreciados para hacer guisos.

Callos: Como sabemos, es el estómago del animal. Se prepara en guisos y en ocasiones junto a las manitas con el hueso.

Manitas: Pueden ser con hueso o deshuesadas (nunca olvidaremos las que nos prepara Fátima).

Se pueden hacer en salsa, rebozadas, guisadas, etc.

Criadillas o turmas: Los testículos del cordero suelen hacerse rebozados y fritos.

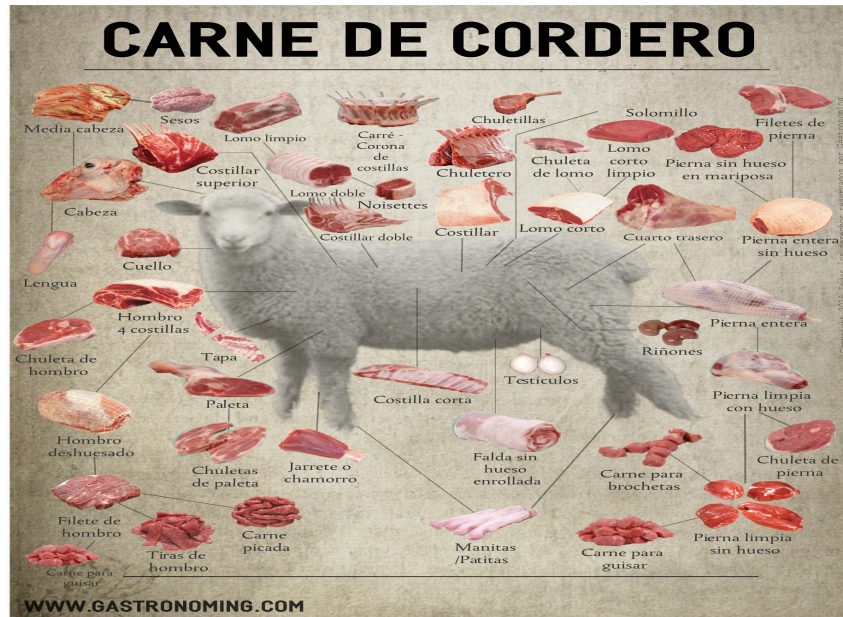


Figura 9. Diferentes tipos de cortes que se pueden obtener del ovino

Factores que determinan la calidad de la carne

Existen un conjunto de factores que determinan la calidad de canal de los ovinos, y es precisamente el peso de la canal, grado de engrasamiento, morfología y composición química tisular constituyen los principales indicadores o fundamentales indicativos de la calidad de la canal. A su vez, sobre estos factores existen otros elementos inherentes del animal o intrínsecos que son importantes, como es la base genética, sexo, y edad; y extrínsecos como es el sistema de producción, transporte, ayuno, condiciones de conservación, tiempo de maduración, mercado, preparación de la canal comercialización, etc., que deberían ser considerados dentro de un esquema completo en la evaluación de calidad de la carne en los ovinos, a continuación se analizan algunos elementos para mejor comprensión (Sañudo y Campo, 1996).

Peso de la canal

Factor cuantitativo, fácilmente medible con errores mínimos, y cuya variación origina los diferentes tipos de canales, lo que condiciona de manera implícita el valor económico de la canal por los gustos y costumbres de los diferentes mercados de una zona en particular. El peso de canal, esta altamente correlacionado con la composición tisular de la canal, con la composición química y con la composición regional o anatómica. De esta forma, cuando el peso de canal aumenta, con respecto a la composición tisular, el peso del músculo, hueso y grasa aumentarán en valor absoluto. No sucediendo lo mismo con el valor relativo ya que, en este caso, la proporción de grasa aumenta, la de hueso disminuye y la de músculo permanece prácticamente constante. Dichas conclusiones, fueron reportadas por Tulloh (1963) al calcular el crecimiento relativo de cada uno de los tres componentes de la canal respecto al peso de la canal total (Cuadro x).

Cuadro 2. Coeficientes alométricos de diferentes especies para determinar la calidad de la canal

Especie	Músculo	Hueso	Grasa
Bovino	0.857	0.652	1.801
Ovino	0.976	0.678	1.594
Porcino	0.966	0.783	1.496

Tulloh, 1963

La tasa de crecimiento de los tres componentes de la canal son diferentes, por tal motivo cuando se calculan los coeficientes de alometría se debe especificar la fase de desarrollo a que corresponden, así como el genotipo para la cual fueron calculados, debido a que cada raza tiene un modelo de desarrollo o velocidad de formación de los componentes del cuerpo y de la canal que es función de

la complexión del animal. Las razas de talla grande o peso adulto elevado son razas tardías, depositan sus tejidos corporales a velocidades más lentas que las razas de talla pequeña, las cuales son más precoces. Por lo tanto, en cada genotipo existe un momento óptimo de sacrificio, donde la proporción de músculo sea la máxima, la de hueso mínima y la de grasa suficiente para conferir a la canal la suavidad óptima.

Composición química

Conforme el peso vivo vacío (peso vivo sacrificio – peso del contenido digestivo) aumenta, todos los componentes químicos del cuerpo aumentan en valor absoluto. No sucediendo lo mismo con el valor relativo, ya que el porcentaje de proteínas y cenizas permanece relativamente constante y el de los lípidos aumenta inversamente, al porcentaje de agua que disminuye; sin embargo, cuando se considera el cuerpo vacío libre de grasa, se observa una constancia en la proporción de los componentes químicos a partir de un peso determinado (Moulton, 1923). En este sentido, los lípidos son los que alteran la proporción de los otros componentes químicos del cuerpo, y al punto en el cual la concentración de proteínas, minerales y agua llega a ser prácticamente constante en el cuerpo libre de grasa se denomina madurez química.

Regiones corporales y piezas comerciales obtenidas de la canal

Con la edad y aumento de peso, las diferentes regiones corporales, así como las piezas comerciales aumentan de peso en valor absoluto. No sucediendo lo mismo en valor relativo, dado que cada una de las regiones anatómicas o partes del cuerpo se desarrolla o crece a velocidad diferente y por tanto varía con el peso y la edad. A este respecto, Colomer-Rocher y Espejo (1973) calcularon los

coeficientes de alometría de las piezas comerciales de la canal ovina, obtenidas mediante un despiece normalizado en 80 canales de ovinos de raza Raza Aragonesa, de las cuales 40 procedían de machos enteros y 40 de hembras, y cuyos pesos de canal estaban comprendidos entre 9.9 y 17.3 kg. Los resultados mostraron que en ambos sexos la pierna, espalda y badal tienen un coeficiente alométrico inferior a 1.0, lo que indica su precoz madurez o desarrollo. Por el contrario, el coeficiente alométrico del costillar y bajos es superior a 1, índice de desarrollo tardío. En lo que concierne al cuello se observa que su coeficiente alométrico es superior a 1 en los machos e inferior.

Materiales y Métodos

Durante el periodo experimental, los animales fueron cuidados y manejados de acuerdo a los lineamientos de la norma: NOM-051-ZOO-1995. El sacrificio se realizó de acuerdo a lo estipulado en la norma NOM-033-ZOO-1995.

Sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Tejupilco de Hidalgo, Estado de México en cual se encuentra ubicado en el Km 107.5 de la carretera federal Toluca Altamirano, Guerrero. Tejupilco se ubica al suroeste del estado, colinda al norte con Otzoloapan, Zacazonapan, Temascaltepec , San Simón de Guerrero y Luvianos al sur con Amatepec y Sultepec, al este con San Simón de Guerrero, Texcaltitlán y Sultepec y al oeste con Michoacán, Guerrero y Luvianos. Está comprendido entre los paralelos $18^{\circ} 45' 30''$ y $19^{\circ} 04' 32''$ de latitud norte, y entre los meridianos $99^{\circ} 59' 07''$ y $100^{\circ} 36' 45''$ de longitud oeste, del meridiano de Greenwich.

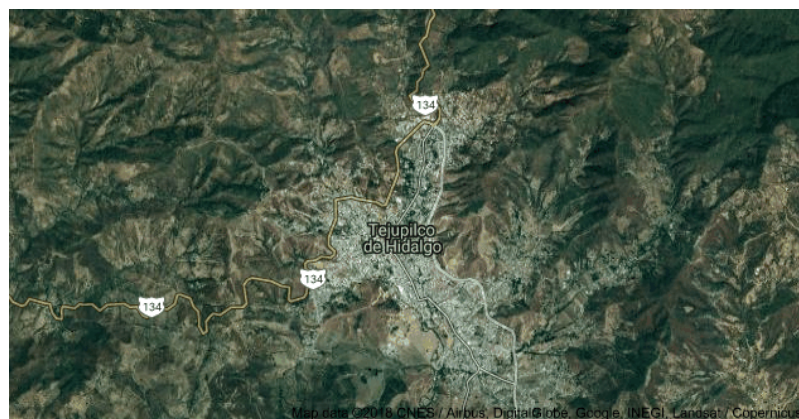


Figura 10. Localización geográfica del Municipio de Tejupilco, donde se desarrolló el trabajo de tesis

Instalaciones

Se utilizó una corraleta grupal para alojar 10 animales machos de la raza Dorper, el espacio por animales para toda la engorda fue de 2 m², el espacio de comedero fue de 60 cm y agua limpia y fresca a voluntad durante todo el día.



Figura 11. Ovinos dorper que se utilizaron en el experimento, se muestra la corraleta donde estuvieron alojados

Animales y manejo

Para el experimento se utilizaron 10 ovinos Dorper con un peso vivo inicial de 34.86 ± 1.56 kg y edad de 4 meses, mismos que fueron alojados de manera grupal en una corraleta, provista de sombra, comedero y bebederos; esto con la finalidad de los animales, estuvieran en el mayor confort posible y disminuir el error experimental asociado a la ejecución del experimento. Los corderos fueron adaptados a la corraleta grupal y dieta basal (Cuadro 2) quince días antes, periodo en el cual fueron desparasitados con 0.75 ml de Ivermectina, (SanFer®, México D.F., México) y vitaminados (2.0 ml de Vigantol ADE, (Bayer®, México D.F., México) por animal. Al inicio del experimento, los corderos fueron pesados individualmente, para conocer el peso vivo inicial.

Alimentación

La dieta basal se ofreció en dos frecuencias de alimentación (7,18h) con la finalidad de tener fermentación homogénea a través del día y así evitar trastornos metabólicos y variaciones fuertes en el consumo de alimento, y de esta manera poder evaluar de una manera más exacta la ganancia de peso que tendrían los animales. El periodo de alimentación tuvo una duración de 35 días para alcanzar un peso considerable para que fueran llevados al rastro para su sacrificio y así para determinar la calidad de la carne.



Figura 12. Preparación de la dieta que recibieron los ovinos durante la prueba productiva

Cuadro 3. Dieta de finalización que recibieron los ovinos durante la prueba productiva

Ingrediente	%
Maíz rolado	56.5
Canola	8
Salvado	8
Melacina	8
Rastrojo	15
Levadura	1.0
Urea	1.5
Minerales	2.0

Comportamiento productivo de los animales

La fase del comportamiento productivo, tuvo una duración de 35 días. Durante este periodo la ración fue ofrecida diariamente en tres frecuencias (7 y 18 h). La cantidad de alimento ofrecido y rechazado fue pesado y registrado diariamente para determinar el consumo de alimento base tal como se ofrece, muestras de alimento ofrecido y rechazado fueron tomadas y secadas en estufa de aire forzado (60 °C) hasta peso constante. Las muestras secas fueron molidas en un molino Willey Mill (Wiley Mill Model 4; Thomas Scientific, Swedesboro, N.Y.) equipado con criba de 2 mm de diámetro. De esta forma se analizó materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas (CEN), extracto etereo (EE) y proteína cruda (PC) de acuerdo a la metodología propuesta por el AOAC (1990). La concentración de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fueron determinadas según Van Soest *et al.* (1991) utilizando la modificaciones tecnológicas de Ankom (Ankom, 200 Fiber Analyzer, Ankom Technology, Fairport, NY). El contenido de MO, fue estimado mediante la sustracción 100 – el contenido de cenizas. Todos los corderos fueron pesados individualmente al

inicio del experimento, y 35 días, antes de ofrecer el alimento por las mañanas. A partir de estos datos colectados; se estimaron las siguientes variables de respuesta:

Variables respuesta

Consumo diario de materia seca: se determinara mediante el alimento ofrecido menos el rechazo, dichas cantidades se ajustaran hasta que los animales alcanzan su consumo voluntario, el cual se incrementara en 15% hasta obtener un rechazo equivalente.

Ganancia diaria de peso: Al inicio del experimento, todos los animales se pesaron para cuantificar el peso vivo inicial y de la misma manera a los 35 días de prueba; los animales estuvieron en ayuno al menos 12 horas.



Figura 13. Pesaje de los ovinos para conocer la ganancia diaria de peso

Conversión alimenticia: Fue calculada a partir de la cantidad de alimento que se necesita para que el animal aumente su peso en un kg ($CA = CMS/GDP$).

Eficiencia alimenticia (EFA): Se calculó mediante el cociente de la cantidad de peso que gana el animal por cada kg de materia seca que consume ($EFA = GDP/CMS$).

Ganancia de peso vivo total: Se determinó con la sustracción de peso vivo inicial menos el peso vivo final durante el periodo de prueba.

Al término de la prueba productiva por el periodo de 35 días los animales fueron pesados y trasladados al Municipio de Capulhuac, Estado de México, a su llegada al Municipio antes mencionado, los animales fueron pesados una vez más para conocer la merma de peso por transporte, posteriormente se les ofreció a los animales agua limpia a voluntad y permanecieron en reposo durante 12 h, antes de ser sacrificados; se pesaron nuevamente para determinar el peso antes del sacrificio. De esta forma se obtuvo información sobre merma por transporte, rendimiento y características de la canal, vísceras rojas y verdes.



Figura 14. Término de la prueba productiva y traslado de los ovinos para su sacrificio

Sacrificio de los animales

Los corderos serán pesados momentos antes de ser sacrificados para poder obtener, posteriormente, el valor de rendimiento comercial en canal. El sacrificio se realizara por sangrado haciendo una incisión en la yugular a nivel del tercio superior del cuello. Una vez que el animal este inconsciente, se sujetara a la altura del ligamento suspensorio y se elevara para proceder al degüelle, procediéndose a separar la cabeza a nivel de la articulación occipitoalantoidea (Delfa et al., 1995). La piel del ovino será separada haciendo una incisión en la línea media, y enseguida se realizara un amarre del recto con el fin de evitar la contaminación de la canal; se realizara una

incisión sobre la línea media para abrir la cavidad abdominal y exponer las vísceras verdes (vísceras del tubo gastrointestinal). se medirán las siguientes variables:

1. Merma por transporte. Mediante la sustracción del peso a la salida de granja menos el peso de llegada al rastro.
2. Merma por espera al sacrificio. Mediante la sustracción del peso a la llegada al rastro menos el peso al momento de sacrificio.
3. Peso de la canal caliente. El peso de la canal caliente fue obtenido inmediatamente después de haber terminado la evisceración.
4. Peso de la canal fría. Fue el despiece rápido de la canal para su procesamiento en barbacoa y por las condiciones del taller no permitió que se refrigeraran a 4 °C durante 24 horas; por lo que la canal se mantuvo únicamente a temperatura ambiente durante 12 horas para su maduración, posteriormente se peso para obtener el valor de peso de la canal fría.
5. Rendimiento comercial de la canal. Fue calculada dividiendo el peso de la canal fría/peso vivo al sacrificio x 100.
6. Conformación muscular de la canal, se utilizó la escala de clasificación de las canales ovinas de la Unión Europea, según su conformación reglamento (CEE, No. 461/93 de la comisión), especificado a continuación:

Cuadro 4. Medición de la conformación muscular en ovinos de acuerdo a la Unión Europea

Clase de conformación	Descripción general de la canal	Disposiciones complementarias
S= Superior	Todos los perfiles muy convexos. Desarrollo muscular excepcional con dobles músculos (tipo "culón")	Cuartos traseros: con doble musculatura. Perfiles extremadamente convexos. Lomo: extremadamente convexo, extremadamente ancho y extremadamente grueso. Paletilla: extremadamente convexa y extremadamente gruesa
E= Excelente	Todos los perfiles de convexos a muy convexos. Desarrollo muscular excepcional.	Cuartos traseros: muy gruesos. Perfiles muy convexos. Lomo: muy convexo, muy ancho y muy grueso hasta la paletilla. Paletilla: muy convexa y muy gruesa
U= Muy buena	Perfiles convexos en conjunto. Fuerte desarrollo muscular	Cuartos traseros: gruesos. Perfiles convexos. Lomo: ancho y grueso hasta la paletilla. Paletilla: gruesa y convexa.
R= Buena	Perfiles rectilíneos en conjunto. Buen desarrollo muscular.	Cuartos traseros: perfiles generalmente rectilíneos. Lomo: grueso, pero menos ancho hasta la paletilla. Paletilla: bien desarrollada, pero menos gruesa.
O= Menos buena	Perfiles rectilíneos a cóncavos. Desarrollo muscular medio.	Cuartos traseros: perfiles con tendencia a ser ligeramente cóncavos. Lomo: escasa anchura y grosor. Paletilla: con tendencia a ser estrecha. Escaso grosor.
P= Inferior	Perfiles cóncavos a muy cóncavos. Escaso desarrollo muscular.	Cuartos traseros: perfiles cóncavos a muy cóncavos. Lomo: estrecho y cóncavo, con los huesos aparentes. Paletilla: estrecha, plana y con los huesos aparentes.

7. Grado de engrasamiento (escala de 1 a 5). Para medir esta variable se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones: 1. Canal muy magra. Los músculos de esta canal son muy visibles. Los límites intermusculares externos presentan vetas finas de grasa que los delimitan; 2. Canal magra. La canal está cubierta por una película de grasa fina que deja aparecer parcialmente los músculos subyacentes; 3. Canal medianamente

grasa. La cobertura grasa de la canal se acentúa de modo que la canal presenta cúmulos grasos en algunas regiones anatómicas; 4. Canal grasa: Una capa de grasa cubre la canal pero es menos espesa sobre los miembros posteriores, dónde algunos músculos son visibles hacia la parte distal de las extremidades; 5. Canal muy grasa: Un manto de grasa espeso envuelve a la canal y forma acúmulos importantes en diferentes niveles de las regiones anatómicas.

8. Contenido de grasa interna (grasa perirrenal) (escala de 1 a 4). 1. Riñones descubiertos, 2. Riñones con gran ventana, 3. Riñones con pequeña ventana, 4. Riñones cubiertos totalmente. Esto fue realizado con apreciación visual (Delfa et al., 1995). Para la evaluación del grado de engrasamiento se usaron esquemas de patrones fotográficos según la Norma Oficial Española para Ovinos (Colomer-Rocher et al., 1984; Delfa et al., 1995).
9. Longitud de la canal. Se midió la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.
10. Longitud de la pierna. Se midió la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana.
11. Ancho de la grupa. Se midió la anchura máxima de la cadera a nivel de los trocánteres de ambos fémures, se realizó con una cinta métrica de tela graduado en cm.
12. Ancho mayor de tórax. Se midió la anchura máxima de la curvatura de las costillas, aproximadamente entre la 5ª y 7ª costillas; fue medido con una cinta metálica graduada en cm.
13. Ancho menor de tórax. Se midió la distancia mayor entre la superficie externa del esternón y la superficie externa de la 6ª vértebra torácica. Fue medido con la cinta metálica.

14. Depósito de grasa dorsal. Se midió con una regla graduada en mm en la región lumbar (6a y 13a costillas).
15. Área del ojo de chuleta (*Longissimus dorsi*). Se determinó en la 13a costilla, para esto se utilizó una plantilla cuadrículada propuesta por la Ames, Iowa Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology, November, 1998. As-235. Una vez realizada la incisión, se colocó la platilla sobre la chuleta, cada 20 puntos equivalen a una pulgada cuadrada, a ésta se le calcula su raíz cuadrada y el valor resultante se multiplica por 2.54, que son los centímetros que comprende una pulgada lineal; finalmente el resultado se elevó al cuadrado para obtener los cm².

Las vísceras verdes (intestinos y panza) y rojas (páncreas, riñones, hígado, corazón, pulmones) y otros componentes (sangre, mesenterio, testículos, pene, tráquea, salea, cabeza, cola patas delanteras y traseras, también son reportadas y se expresan como proporción del peso vivo antes del sacrificio.

Análisis de la información

Se estimaron medias generales para todas las variables colectadas utilizando el procedimiento MEANS del programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2002).

Resultados y discusión

La composición química del alimento proporcionado a los animales se presenta en el cuadro 3, y coincide con las recomendaciones proporcionadas por el NRC (2007), para animales de rápido crecimiento con ganancias superiores a los 300 g día⁻¹.

Cuadro 5. Composición química de la dieta recibida por los animales durante el periodo productivo

<i>Nutriente</i>	Concentración (%)
Materia seca	90.25
Materia orgánica	90.56
Cenizas	9.44
Proteína cruda	14.56
Extracto etéreo	8.5
Fibra detergente neutro	17.1
Fibra detergente ácido	8.2

Las variables productivas de los ovinos Dorper durante su periodo de finalización recibiendo una dieta alta en grano se muestra en el siguiente cuadro, el peso total ganado durante 35 días fue más de 13 kg, que resulto con una ganancia diaria de peso de 380 g por día, el consumo de materia seca representó alrededor del 4% de peso vivo de los animales, mismo que tuvieron una eficiencia alimenticia de 230 g, por cada kg de alimento consumido. Las ganancias de peso encontradas en esta prueba productiva son superiores que las reportadas (Morales-Díaz, 2014) quien realizó un experimento con ovinos de pelo bajo condiciones clima templado. Existen reportes técnicos (contextogadadero.com), que mencionan que ovinos dorper en pastoreo tienen un crecimiento diario promedio de 230 g, valores inferiores a los del presente estudio, mismo que podría explicarse por la

posible falta de nutrientes cuando los animales son alimentados a base de forrajes, y con la presente prueba se demuestra que mejorando el aporte nutricional de la dieta que reciben los animales, se puede mejorar su productividad.

Cuadro 6. Características productivas de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano

Concepto (kg)	Valor (kg)
Peso vivo inicial	34.86 ± 1.56
Peso vivo final	48.16 ± 1.98
Ganancia de peso total (35 días de experimento)	13.30 ± 1.38
Ganancia diaria de peso	0.380 ± 0.02
Consumo de materia seca	1.65 ± 0.03
Conversión alimenticia	4.34 ± 0.21
Eficiencia	0.230 ± 0.02

Existe poca información con aspectos relacionado por las mermas que se tienen por transporte de los animales de la granja al rastro, aspecto que es sumamente importante sobre todo cuando el productor tiene que llevar a sus animales a lugar donde serán sacrificados y se paga en pie por los animales. En el cuadro 5, se muestra esta información, en promedio se pierden 3.8 kg por un recorrido aproximado de 133.4 km, que equivale a 28.48 g/km recorrido, si el peso total perdido se representa como porcentaje del peso vivo final en granja se tiene un valor de 8%, muy superior del que se considera como efecto de llenado ruminal 4%, por lo que el peso perdido no solo representa materia orgánica fecal y orina, si no otros fluidos corporales que se deben de tomar en cuenta para

fijar el precio de venta cuando el productor los hace a nivel de rastro, ya que de lo contrario una mala negociación prodría representar pérdidas para el productor primario. Existen aspectos básicos, que se deben de tomar en cuenta para minimizar las pérdidas por transporte como es un vehículo apropiados, espacio por animal, en horas frescas del día, etc., aspectos que fueron considerados en el presente trabajo. En el mismo cuadro, tambien se presenta la pérdida de peso por espera al sacrificio, ya que normalmente los animales deben de estar 12 horas en reposo, solo recibiendo agua, la perdida de peso en esta etapa fue de 0.92 ± 0.26 kg. Haciendo un total desde que sale de la granja hasta que es sacrificado del 10.10 % de su peso vivo al final de la engorda.

Cuadro 7. Mermas por transporte y espera de sacrificio de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano

Concepto	Valor (kg)
Peso vivo final	48.16 ± 1.98
Peso vivo llegada al rastro	44.33 ± 1.56
Merma por transporte (kg)	3.83 ± 0.82
Merma por transporte (%)	8.00 ± 1.42
Peso vivo al sacrificio	43.41 ± 1.68
Merma por espera de sacrificio (kg)	0.92 ± 0.23
Merma por espera de sacrificio (%)	2.10 ± 0.26

En el cuadro 6, se muestran las características de la canal de los ovinos Dorper, finalizados en corral durante un periodo de 35 días, las cuales se clasifican como rendimientos, grasa y medidas de los principales componentes cárnicos con valor comercial. El rendimiento en canal se ubico arriba del

50%, valor considerado como bueno, ya que la literatura reporta que rendimientos por arriba del valor encontrado en la presente prueba han sido aceptables, en este sentido se ha mencionado que el rendimiento de la canal es mayor para los ovinos de pelo, que en los de lana, porque estos últimos tienen un mayor peso de la piel, extremidades y vísceras rojas. EL pH de la canal se encontró dentro del rango normal (5.8 a 6.2), lo que indica que los ovinos Dorper no son susceptibles al estrés por el manejo antes de sacrificio, se ha reportado que el pH tiene una estrecha relación con la capacidad de retención de agua (CRA), y precisamente los ovinos de pelo retienen más agua y tienen un pH más bajo (5.8) parámetros que podrían favorecer la jugosidad de la carne al momento de ser cocinada (Ramirez, et al. 2007).

Cuadro 8. Características de la canal de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano

Concepto	Valor
Peso vivo al sacrificio	43.41 ± 1.68
Peso de la canal caliente (kg)	23.15 ± 3.4
Rendimiento (%)	51.57 ± 1.11
Peso de la canal fría (kg)	22.43 ± 3.2
Merma por oreo (kg)	0.66 ± 0.21
Área del <i>Longissimus dorsi</i> (cm)	13.69 ± 0.73
Grasa dorsal (cm)	0.26 ± 0.04
Grasa pélvica renal (1-3)	2
pH 24 h	5.64 ± 0.12

Longitud de la canal (cm)	58.91 ± 1.77
Longitud de la pierna (cm)	38.33 ± 1.61
Diámetro de la pierna (cm)	46.83 ± 2.73
Perímetro de la grupa (cm)	65.43 ± 3.98
Ancho de la grupa (cm)	23.11 ± 1.98
Ancho mayor del torax (cm)	26.1 ± 1.46
Ancho menor del torax (cm)	20.25 ± 1.64

En el cuadro 9, se muestran los resultados de los cortes comerciales, el peso de las piernas representaron el 33.27 % del peso total de la canal fría, seguida de los brazuelos con el 26.58 % y las costillas con 18.73%. El peso total de la canal fría fue de 22.381 kg y este peso fue suficiente para que el obrador obtuviera una pieza muy valiosa como corte que es el rack, el cual es consumido en los principales restaurantes de las zonas turísticas de nuestro país.



Figura 15. Rack de ovino Dorper, obtenido en el ensayo de crecimiento

Cuadro 9. Cortes comerciables de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano

Concepto	Valor	Desviación estándar
Cuello	0.786 ± 0.100	0.100
Costillas	4.192 ± 0.362	0.362
Lomo	1.752 ± 0.292	0.292
Brazuelos	5.950 ± 0.416	0.416
Pierna	7.447 ± 0.536	0.536
Rack bruto	2.252 ± 0.327	0.327
Total de la canal	22.381	

Finalmente en el cuadro 10, se muestran los resultados de las vísceras rojas y verdes, lo que se pudo apreciar durante la matanza fue que todos estos componentes estaban limpios e inocuos, por lo que el obrador decidió comercializarlos para ser consumidos en forma de pancita, nos mencionada que en muchas ocasiones los intestinos presentan úlceras y el hígado y pulmones se aprecian manchados, que quizás pudiera ser por la presencia de parásitos gastrointestinales o pulmonares, lo que impide que se comercialicen, esto representa una pérdida para el obrador. Lo que es importante mencionar también es que todas las canales estuvieron limpias, es decir libres de moretones o hematomas, resultados que fueron el reflejo del buen manejo de los animales durante la engorda y sacrificio, aspectos muy importante en la producción de carne ovina en cualquier sistema de engorda intensiva.

Cuadro 10. Características de las vísceras rojas y verdes de ovinos Dorper engordados en corral, alimentados con una dieta alta en grano

Concepto	Valor
Sangre	1.566 ± 0.146
Mesenterio	1.427 ± 0.350
Intestinos	1.321 ± 0.203
Panza	1.571 ± 0.197
Pancreas	0.082 ± 0.009
Riñones	0.138 ± 0.011
Grasa riñones	0.329 ± 0.040
Testiculos	0.608 ± 0.087
Pene	0.049 ± 0.014
Higado	1.065 ± 0.133
Corazón	0.190 ± 0.019
Grasa del corazón	0.150 ± 0.021
Pulmones	0.497 ± 0.039
Traquea	0.107 ± 0.011
Salea	3.187 ± 0.595
Cabeza con piel	1.911 ± 0.178
Patás delantera	0.543 ± 0.069
Patás traseras	0.498 ± 0.071



Figura 16. Canales limpias, buenas terminación (conformación) y libre de moretones

Conclusiones

Ovinos Dorper macho engordados en corral son altamente eficientes (consumo de materia seca y ganancia de peso), rendimiento en canal y calidad de la carne ya que pueden llegar al mercado a edades tempranas (4 meses de edad) por lo tanto esta raza es una alternativa rentable para aumentar la producción de carne en las engordas intensivas en corral.

Literatura citada

- Arteaga C., J. de D. 2003. La industria ovina en México. In: Memorias del Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. Pachuca de Soto, Hgo. pp. 1-7.
- Arteaga C., J. de D. 2003. La industria ovina en México. In: Memorias del Primer Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. Pachuca de Soto, Hgo. pp. 1-7.
- Beltrán, J. A. y Roncales, P. 2000. Determinación de la textura. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA. Madrid. p. 169-172.
- Cañeque V, Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal carne y grasa) en los rumiantes. Morfologías INIA: Serie ganadera. Madrid, España.
- Cañeque, V. y Sañudo C. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA. Madrid. p. 69.
- Cañeque, V. y Sañudo C. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA. Madrid.
- Cibis, F.; García Pintos, J.I.; Stirling, H (1994). Evaluación de los criterios de clasificación de corderos gordos pre y post-mortem. Tesis Ing.Ag.79 p. Universidad de la republica Facultad de Agronomía.
- Cloets SWP, Snaymall MA, Hershelman MJ. 2000. Productive Performance of Dorper sheep. Small Rumin Res: 119-135.
- Colomer-Rocher, F. 1984. Metodología de clasificación de canales ovinas. Oleaginosas Españolas, Madrid, España.

- De Blas C, Mateos G, García P. 2010. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimento para la fabricación de piensos compuestos. Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA).
- De la Cruz, C. L., Torres, H. G., Núñez, D. R., y Becerril, P. C. M. 2006. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorper y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. *Agrociencia*. 40: 59-69.
- FAO. 2010. http://www.3tres3.com/buscando/fao-evolucion-mundial-del-consumo-de-carne_30869/
- Fiems, L. O. 1987. Effect of beta-adrenergic agonists in animal production and their mode of action. *Animal Zootech (Paris)*. 36 (3):271-290.
- Ganong, W. F. (2001). *Fisiología Médica*. 18 edición en español, Manual Moderno. México, D. F.
- García et al. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen 1998 vol. 6 pág... 20
- Hui YH, Guerrero IL, Roamini RM. 2006. *Ciencia y Tecnología de Carnes*. 1 Ed Limusa. México, D.F.
- INEGI.2012.Disponible en.
http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/Ca2007/Resultados_Agricola/presentacion.aspx?p=21&dv=C3.
- Instalaciones para ovinos, Ing. Agr. Alberto Bublath Diferentes estrategias para mejorar la producción de corderos y chivitos, INTA Bariloche. Giraudo Celso, Villagra Sebastián, Bidinost Franca
- Moloney, A. P., Allen, P., Ross, D. B., Olson, G. and Convey, E. M. 1990. Growth, feed efficiency and carcass composition of finishing Friesian steers fed the β -Adrenergic agonist L-644,969., *Journal Animal Science*. 68:1269-1277.
- Ramírez, B. E., Hernández, C. L., Guerrero, L. I., & Hernández, C. L. M. (2007). Calidad de la carne y análisis sensorial en ovinos de pelo y lana provenientes de engorda intensiva en México.

- In Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (pp. 1-3).
- Ricks, C. A., Baker, P. k. and Dalrymple, R. H. 1984. Use of repartitioning agents to improve performance and body composition of meat animals. Proceedings Annual Reciprocal Meat Conference.
- SAGARPA. 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [Http://www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
- SAGARPA. 2007. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [Http://www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx)
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación del consumo nacional aparente de carne de ovino 1990-2005 [en línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/CNAovi.htm>. Consultado Jun 10, 2010.
- Sañudo, C.; Monson, F.; Campo, M. M; Beltrán J. A. & Bello, J, M. (2005) Variación del PH en Canales comerciales de cordero. www.aidaitea.org/jornada37/trabajos.htm
- Sañudo, C.; Sanchez, A & Alfonso, M. (1998). Small Ruminant production Systems and Factors Affecting Lamb Meat Science 49 (1), S29-S64.
- Siap, 2012 Servicio de información agroalimentaria y pesquera, México, producción Estatal de ovino de carne, consultado en <<http://sagarpa.gob.mx/>>, proceso 24 de septiembre de 2015.
- SIAP. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA. Ovino producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne en canal 2008[en línea]. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371. Consultado Jun 15, 2010.

Vázquez SET.2011. Características de la canal y calidad de la carne en cruzamientos terminales de ovejas Katahdin con sementales de raza cárnicas especializadas (tesis maestría). México, DF: Universidad Autónoma de México; 2011.

Warris PD. Ciencia de la carne. Zaragoza, España.Ed.Acribia. 2003.

ANEXOS DE LABORATORIO

Técnicas de laboratorio utilizadas en la caracterización de la composición química de la dieta experimental, utilizada en el experimento

Determinación de humedad

Equipo: Estufa a 55°C; estufa a 110°C

Reactivos: Ninguno

Principio

La humedad de una muestra se pierde por su volatilización a causa del calor aplicado. El porcentaje es calculado por diferencia en el peso de la muestra, antes y después del tratamiento con calor.

Procedimiento

Si la muestra es fresca, se debe obtener un peso de ella, o de una porción significativa; inmediatamente después se debe poner a secar en una estufa de aire forzado por varios días a una temperatura de 55°C. Después de este tratamiento, se pesa de nuevo la muestra y por diferencia se calcula como un porcentaje de humedad a 55°C. 100 menos ese valor es el porciento de materia seca (MS) a 55°C. Esta muestra puede entonces molerse en un molino Willey o algún otro, con el fin de obtener una muestra más homogénea para determinaciones posteriores.

Una vez que la muestra llega a un estado seco, se puede guardar en frascos de vidrio plenamente identificados y almacenados a temperatura ambiente, si su análisis se va a realizar pronto, o bien en un

cuarto con aire acondicionado para análisis posteriores, con el fin de evitar cambios en su composición real.

Para determinar humedad a 110°C, se colocan charolas de aluminio en una estufa a 110°C por lo menos durante una hora. Se secan y colocan en un desecador hasta que se enfríen a temperatura ambiente. Las charolas deben pesarse exactamente en una balanza analítica, usando pinzas de metal para manejarlas. Se pesan 2 g de cada muestra en las charolas y se colocan en la estufa a 110°C de 18 a 24 h; una vez transcurrido este tiempo, se ponen a enfriar en el desecador, repitiéndose el procedimiento anterior. Cada muestra se analiza por duplicado.

Para calcular la humedad y materia seca total en porcentaje se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{g de muestra}} * 100$$

$$\% \text{ de materia seca} = 100 - \% \text{ de humedad}$$

El residuo de este análisis puede ser guardado en un desecador para ser usado en la determinación de extracto etéreo. Todas las subsecuentes determinaciones del análisis proximal serán hechos y expresados como porciento de la muestra en base seca.

Determinación de extracto etereo

Equipo: Aparato Goldfish para extracción de grasa marca Labconco y accesorios.

Reactivos: éter etílico anhidro ó éter de petróleo.

Principio

Al aplicar calor al éter, éste se volatiliza, siendo condensado al enfriarse por agua corriente pasando a través de un condensador y al precipitarse en forma de lluvia a través de la muestra, arrastrando todo aquel material soluble en éter. Este procedimiento es repetido una y otra vez hasta que todo el material extractable de la muestra ha sido obtenido. El éter es entonces destilado y recolectado en otro recipiente, y la grasa cruda remanente es pesada.

Procedimiento

Coloque los vasos para grasa en una estufa a 110°C durante una hora mínimo y luego en un desecador para enfriarse a temperatura ambiente. Pesar cada uno de ellos usando pinzas de metal, tratando de obtener una precisión de 0.1 mg. Colocar de 2 a 2.5 g de muestra previamente secados a 100°C en un papel filtro o dentro de un dedal limpio y tapar con un pedazo de algodón; éste se pone en un porta dedal y se fija en los soportes metálicos del aparato Goldfish. Añadir 25-30 ml de éter etílico al vaso para grasa y fijar al condensador usando un anillo con rosca, apretando lo mejor posible para evitar las fugas de éter. Abrir la llave del agua para que enfríe los condensadores y levantar las parrillas calientes hasta que toquen los vasos para grasa. Girar el botón de encendido de las parrillas a alto

(HIGH) y después enciende el interruptor (SWITCH) general. Observar los vasos hasta que el éter empiece a hervir y a condensarse; para evitar fugas del éter hay que tratar de apretar un poco más o revisar la condición de los empaques de los anillos. Una vez que el nivel del éter permanece constante (baja un poco ya que una porción se ha volatilizado y condensado) y se está seguro de que no hay fuga de éter, hay que revisar regularmente cada media hora.

Precaución: El éter es sumamente inflamable y explosivo, evite fumar o producir chispas durante su uso.

El tiempo de extracción puede variar de 4 h, a una velocidad de condensación de 5 hasta 6 gotas de éter por segundo, hasta 16 h de 2 a 3 gotas por segundo. Al final de este tiempo, se apaga totalmente el aparato y se deja enfriar sin cerrar la llave del agua. Una vez que deje de gotear éter de la muestra, se quita ésta junto con el porta dedal y en su lugar se colocan los tubos recolectores.

Se pone de nuevo en su sitio el vaso para grasa, se enciende el aparato y suben las parrillas hasta tocar los vasos. Tan pronto el éter desaparezca del vaso, hay que bajar las parrillas para evitar que el calor pegue la grasa recolectada al fondo del vaso. Se apaga totalmente el aparato y dejarlo enfriar un poco. Los vasos para grasa se quitan y colocan y colóquelos dentro de una campana de extracción en algún lugar bien ventilado hasta que ya no se detecte olor de éter. Siempre use pinzas de metal. El éter recolectado se pone en una botella destinada para éste fin. Una vez que el éter ha desaparecido de los vasos, estos se deben poner en una estufa a 110°C durante 30 minutos. Se sacan y se colocan en un desecador, se dejan enfriando a temperatura ambiente y luego se pesan.

Para calcular el % de extracto etéreo en base seca se utiliza la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de EE (base seca)} = \frac{\text{g de EE}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

Los residuos de la muestra, serán usados para la determinación de fibra cruda.

Determinación de fibra cruda

Equipo

- 1) Un aparato Labconco para determinar fibra cruda y accesorios.
- 2) Equipo para filtrar en vacío
- 3) Papel filtro de poro abierto
- 4) Papel filtro del No. 41

Reactivos

- 1) Solución de ácido sulfúrico al 1.25% ó 0.255 N (1.25g H₂SO₄ 100 ml de H₂O); se puede comprobar la normalidad mediante titulación, si es necesario.
- 2) Solución de hidróxido de sodio al 1.25% ó 0.313 N (1.25 g NaOH/100 ml) disuelto en agua destilada libre de carbonatos. También se puede comprobar la normalidad por titulación, si es necesario.
- 3) Agua destilada
- 4) Alcohol etílico.

Principio

Las muestras deben estar libres de humedad y de grasa. Cualquier material que es digerible con una solución de un ácido o un alcalí débil es removido durante este proceso. La fibra cruda y las cenizas que se quedan, son colectadas en un papel filtro. La fibra cruda es entonces quemada en una mufla y su cantidad se determina por diferencia de peso. La crítica a este método se basa en que parte de los

compuestos que constituyen la fibra, son disueltos en el tratamiento ácido y otra parte se disuelven en el alcalino. Por tanto, este método no puede medir el contenido real de la fibra que posee el alimento; tampoco es posible considerar esta fracción como una entidad química, pues como ya se mencionó, no se mide la totalidad de la fibra.

Procedimiento

Pesar alrededor de 1.5 g de una muestra libre de humedad y de grasa y depositarla en un vaso Berzelius. Agregar 200 ml de H_2SO_4 al 1.25% previamente calentado y se coloca en el aparato manteniendo la temperatura en baja (LOW) o en el número 3. Dejar que la solución entre en ebullición teniendo cuidado de prevenir cualquier exceso y espuma que pueda llevar la muestra hasta el condensador y perderse. Este proceso debe durar 30 minutos, empezando a contar el tiempo desde que se inició la ebullición. Al mismo tiempo, se pone a calentar sosa al 1.25% para acelerar el segundo proceso de ebullición.

Una vez transcurrida la media hora, retirar los vasos del aparato y se agregan 200 ml de agua destilada a cada uno de ellos. Colocar papel filtro de poro abierto perfectamente en el embudo de filtrado y vaciar la muestra cuidadosamente. La porción de muestra que quede en el vaso, se debe llevar hasta el fondo del mismo con la solución caliente de sosa al 1.25%, al igual que aquel residuo pegado al papel filtro. Una vez depositada toda la muestra en el vaso Berzelius, agregar la solución de sosa hasta alcanzar la marca de los 200 ml en el vaso; colocar nuevamente el vaso en el aparato y dejar que proceda la digestión durante otros 30 minutos. Al término de este tiempo, añadir 200 ml de agua destilada y 25 ml de H_2SO_4 al 1.25%, y filtrar a través de un papel filtro No. 41 previamente pesado. La muestra se concentra usando agua destilada y una pizeta y, por último, se añade un poco de alcohol etílico. Al terminar de filtrar, se dobla el papel filtro con la muestra y se pone en un crisol previamente pesado y se mete a la estufa durante 6 a 8 horas pesándose al sacarlos. Después de pesar el crisol con la muestra,

se meten a la mufla durante una hora a 600°C o hasta que se obtienen cenizas blancas, y se pesan después de haberse enfriado en un desecador.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{Pestufa} - \text{Pmufla} - \text{Ppapel}}{\text{Pmuestra}}$$

Dónde: Pestufa= Peso en la estufa.

Pmufla= Peso después de la mufla

Ppapel= Peso del papel filtro

Pmuestra= Peso de la muestra

Determinación de proteína

Método del Macro-Kjeldahl

Equipo

- 1) Aparato de digestión y destilación Macro-Kjeldahl y sus accesorios.
- 2) Matraces Erlen Meyer de 500 ml.
- 3) Bureta de 50 ml.

Reactivos

- 1) Acido sulfúrico concentrado, grado reactivo.
- 2) Solución de hidróxido de sodio al 40% (0.800 g de NaOH/2 L de agua destilada).
- 3) Solución valorada de ácido clorhídrico al 0.1 N (8.3 ml de ácido clorhídrico concentrado/L de agua destilada). Comprobar por titulación.
- 4) Solución de ácido bórico al 4% (40 gL⁻¹ de agua destilada)
- 5) Solución indicadora (20 mg de rojo de metilo + 100 mg de verde de bromocresol y aforar a 100 ml con alcohol etílico al 96% comercial).
- 6) Solución boratada indicadora (a un litro de solución boratada al 4% agregar 7 ml de solución indicadora).
- 7) Mezcla catalizadora (96 g de sulfato de sodio, 3.5 g de sulfato de cobre y 0.5 g de selenio negro).
- 8) Granallas de zinc.

Principio

El método de Kjeldahl para la determinación de proteína- nitrógeno consiste en la conversión de proteína-nitrógeno a sulfato ácido de amonio durante la digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico y calor, en la presencia de un catalizador. Una vez que la materia orgánica se ha desintegrado completamente, la solución se neutraliza con hidróxido de sodio, liberándose amoniaco el cual es destilado por arrastre con vapor dentro de una solución de ácido bórico, para formar un complejo boro-amoniaco (tetraborato de amonio). La cuantificación del nitrógeno se logra cuando una solución de ácido previamente valorado (ácido clorhídrico al 0.1 N) se añade a la solución formando por cada equivalente de boro-amoniaco, un equivalente del sulfato-amoniaco (sulfato de amonio). Aquí, 1 ml del ácido estandarizado neutraliza 0.014 g de nitrógeno en forma de ion amonio.

La exactitud de la determinación de proteína-nitrógeno radica en el peso de la muestra original, el volumen y la concentración del ácido estándar usado. Todas las otras concentraciones, adiciones o manipuleos pueden ser aproximados a los descritos en el procedimiento, pero no tienen que ser exactos.

Digestión

Pesar exactamente una cantidad entre 1 y 2 g de la muestra dependiendo del contenido de nitrógeno estimado, en un papel que se dobla cuidadosamente; identificar la muestra usando lápiz. El uso del papel para envolver la muestra es con el fin de evitar que la muestra quede pegada en el cuello del matraz Kjeldahl al depositarla. Como blancos, usar un pedazo del mismo papel y todos los reactivos. Agregar entre 5-10 g de la mezcla catalizadora y añadir 25 ml de ácido sulfúrico concentrado. Colocar el matraz en las parrillas del digestor y encenderlas, cuidando de poner a funcionar el extractor de gases.

La digestión tarda 50 minutos o hasta que la solución se torna transparente o de un color verde pálido. Cuidar de que toda la materia orgánica sea desintegrada (oxidada), por lo que es conveniente rotar los frascos durante la digestión.

Una vez terminada la digestión se apagan las parrillas y dejar los matraces en posición con el extractor encendido hasta que se enfrien. Precaución: El humo blanco y denso que se observa está formado de trióxido de azufre, el cual es irritante. Cuando los frascos se han enfriado lo suficiente, se añaden 200 ml de agua destilada y se agita el matraz hasta que cualquier material cristalino se disuelva, en caso de formarse. El análisis puede suspenderse en este punto en caso de que sea necesario, pero hay que tener la precaución de taparlos debidamente.

Destilación

Depositar en un matraz Erlen Meyer de 500 ml, 100 ml de la solución boratada indicadora y colocarlo debajo del refrigerante del destilador, teniendo cuidado de que el tubo de hule del refrigerante quede sumergido en la solución. Se adicionan unas cuantas granallas de zinc (8-10), e inmediatamente después, agregar muy lentamente por las paredes del matraz en posición inclinada, 100 ml de la solución de hidróxido de sodio al 40%, de tal manera que se formen dos capas y se debe colocar rápidamente el matraz en las parrillas de destilación y conectarlo al condensador perfectamente. Encender las parrillas y destilar hasta que un mínimo de 300 ml hayan sido recolectados en el matraz Erlen Meyer. Retirar el matraz con el destilado y luego apagar las parrillas (de lo contrario la muestra será sifoneada al matraz de Kjeldahl).

Titulación

Se titula la solución destilada con la solución valorada de ácido clorhídrico al 0.1 N (aproximadamente), anotando la cantidad (ml) del ácido al 0.1 N que se requieran para que el destilado cambie de un color verde a un rosado claro.

Para calcular la cantidad de nitrógeno en la muestra se utilizan los siguientes datos y fórmulas:

- 1) Un ml de HCL al 0.1 N= ml de ácido gastados en la muestra (corregidos = ml de ácidos gastados en el blanco).
- 2) Normalidad del ácido clorhidrico : 0.1 (otros tres dígitos).
- 3) Peso de la muestra.
- 4) El factor de ajuste para nitrógeno que será 0.014 miliequivalentes multiplicado por 100 para sacar el porcentaje.

Así pues, la fórmula quedaría:

$$\% N = \frac{(\text{ml})(\text{Normalidad del ácido})(1.4)}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

y la proteína calculada sería = % N x 6.25

Determinación de proteína

(Método de Microkjeldahl)

Equipo

- 1) Aparato de digestión microkjeldahl.
- 2) Matraces kjeldahl de 30 ml.
- 3) Destilador microkjeldahl.
- 4) Matraces Erlen Meyer de 50 ml.
- 5) Bureta de 25 ml.

Reactivos

- 1) H_2SO_4
- 2) Solución de ácido bórico al 4%.
- 3) Solución indicadora de rojo de metilo y verde de bromocresol (mezclar una parte de solución etanólica de rojo de metilo al 0.2% con 5 partes de solución etanólica de verde de bromocresol al 0.2%).
- 4) Mezcla catalizadora. Mezclar 96 g de Na_2SO_4 , 3.5 g de CuSO_4 y 0.5 g de selenio. Moler finamente en un mortero.
- 5) Solución de NaOH al 40% (en peso), 400 g de NaOH y un litro de H_2O destilada.
- 6) Solución valorada de HCL o H_2SO_4 cercana al 0.1 N.

Principio

Este método tienen el mismo fundamento que el Macrokjeldahl pero tiene varias ventajas ya que usa menor cantidad de reactivos y es de mucha utilidad cuando no se cuenta con suficiente muestra. Sin embargo, el uso de pequeñas cantidades de muestra aumenta las posibilidades de error.

Procedimiento

- 1) Pesar de 0.3 a 0.5 g de muestra y depositarlas en un tubo de vidrio. Doble el papel en donde pese la muestra e introduzcalo en el tubo, para evitar que la muestra se pegue en el cuello del matraz.
- 2) Adicionar 1 g de la mezcla catalizadora y 3 ml de H₂SO₄ concentrado.
- 3) Digerir toda la materia orgánica y enfriar.
- 4) Disolver los sólidos en la mínima cantidad de agua.
- 5) Transferir al destilador el contenido del tubo, lavando éste con la mínima cantidad de agua destilada.
- 6) En el extremo del condensador, colocar un matraz Erlen Meyer de 50 ml con 6 ml de solución de ácido bórico al 4%, cuidando que el extremo del condensador quede sumergido dentro de la solución.
- 7) Adicionar 12 ml de NaOH y destilar hasta obtener 20 ml del destilado, enjuagar el extremo del condensador con la mínima cantidad de agua y retirar el matraz Erlen Meyer.
- 8) Titular el destilado con la solución valorada de ácido al 0.1 N.
- 9) Hacer un blanco siguiendo todo el procedimiento con el papel.

Cálculos: los mismos que con el Macrokjeldahl.

Determinación de cenizas.

Equipo: Mufla, estufa a 110 grados centígrados, crisoles de porcelana (de 49 ó 100ml).con e *Reactivos:* Ninguno.

Principio

Cuando una muestra se somete a una temperatura entre 550 y 600°C, toda la materia orgánica se quema. La materia inorgánica, o cenizas, no se volátiliza a estas temperaturas por lo que queda como residuo.

Procedimiento

Colocar los crisoles que se van a utilizar en una estufa a una temperatura de 100°C durante una hora cuando menos. Sacarlos y ponerlos en un desecador hasta que se enfríen, pesar los crisoles en una balanza analítica tan rápido como sea posible, usando pinzas de metal. Pesar aproximadamente 2 a 5 g de la muestra sobre un papel, transferirla luego a un crisol. Colocar los crisoles en la mufla, y empezar a elevar la temperatura poco a poco hasta que llegue a los 550-600°C y dejarlos durante 12 horas o toda la noche. Dejar que se enfríe la mufla un poco (aproximadamente unos 100°C) y pasar los crisoles a un desecador. Una vez fríos, péselos rápido para prevenir la absorción de humedad.

Para determinar la cantidad de cenizas presentes en la muestra se utiliza la fórmula:

$$\%Cenizas = \frac{(\text{Peso crisol} + \text{muestra}) - (\text{Peso crisol} + \text{cenizas})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Si se van a llevar a cabo determinaciones de minerales éstas muestras no deben desecharse.

Determinación de Paredes Celulares o Fibra Detergente Neutro

Equipo

- 1) Aparato para determinación de fibra cruda marca Labconco y sus accesorios.
- 2) Sistema de vacío múltiple para filtrado.
- 3) Block de aluminio.

Reactivos

- 1) Solución detergente neutro:
 - a) Agua destilada 1 l
 - b) Lauril sulfato de sodio, U.S.P. 30 g
 - c) EDTA, G.R. 18.61 g
 - d) Fosfato ácido disódico, anhidro, G.R. 4.56 g
 - e) Tetraborato de sodio dehidratado, G.R. 6.81 g
 - f) Etilen glicol monoetil éter purificado, 10 ml
- 2) Decahidronaftaleno, G.R.
- 3) Acetona, libre de coloraciones y que no deje residuos después de su evaporación.
- 4) Sulfito de sodio, anhidro, G.R. (solo en muestras que contengan coloraciones como excretas).

Principio

El método del detergente neutro para constituyentes de paredes celulares es un método rápido para determinar la fibra total en alimentos de origen vegetal. Divide la materia seca de los alimentos muy

cerca al punto que separa los constituyentes solubles y nutricionalmente disponibles (98%), de aquellos que son aprovechables de manera incompleta y dependen de la fermentación microbiana.

Para muestras que contienen almidón se usa la enzima alfa amilasa (1,4-alfa-D-glucan-glucano-hidrolasa) que es una enzima que cataliza la hidrólisis de los enlaces alfa 1,4 glucosídicos del almidón produciendo diferentes compuestos de degradación y, como productos finales, maltosa y maltotriosa. Su actividad fue mencionada en 1833 por Payen y Persoz quienes observaron que al actuar la diastasa (amilasa) sobre extractos de malta convertía el almidón en azúcar. Actualmente se puede usar una enzima termoestable llamada alfa-amilasa Takaterm L-340.

Procedimiento

Preparación de la solución detergente neutro: Poner EDTA y el $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Tetraborato) juntos en un vaso de precipitado grande, añadir algo del agua destilada y calentar hasta que se disuelva, agitando ocasionalmente. Agregar a esta solución el lauril sulfato de sodio y el etilen glicol monoetil éter. En otro vaso de precipitado, poner el fosfato ácido disódico, agregar agua destilada y calentar hasta disolverlo; entonces se añade esta segunda solución a la que contiene los otros reactivos. Comprobar que el pH de esta solución final está entre 6.9 y 7.1, mediante una prueba de titulación, en caso necesario ajuste el pH al valor deseado.

- 1) Pesar de 0.35 hasta 1.0 g de muestra seca a 55°C , en la estufa de aire forzado, o al aire y molida en una criba de 1 mm o su equivalente y colocarla en un tubo.
- 2) Añadir, siguiendo exactamente el orden, de 35 hasta 100 ml de la solución detergente neutro (según lo que se pesó de muestra) a temperatura ambiente.
- 3) Añadir 2 ul de decahidronaftaleno y, cuando sea necesario, 0.5 g de sulfito de sodio.

- 4) Calentar la solución más muestra en el digestor a 90°C, cuando empiecen a hervir contar 60 minutos.
- 5) Desde un día anterior se pone el papel filtro Whatman # 541 ó crisoles Gooch a secar en una estufa a 110°C, luego se pesan y ponen en un embudo de filtrado, evitando cualquier espacio por donde se pueda perder algo de muestra.
- 6) Agitar el tubo para suspender los sólidos y llenar el crisol.
- 7) Evite conectar el vacío hasta después que el crisol se llene o hasta que el contenido del tubo se vierta al embudo que contenga el papel filtro.
- 8) Usar una presión de vacío baja que incrementa únicamente si es necesario. Llenar el crisol con agua caliente (90 a 100°C) y filtrar el líquido; repetir el proceso de lavado varias veces. Lavar una vez con acetona del mismo modo y secar por succión con la bomba de vacío.
- 9) Si se usa papel filtro, se debe doblar cuidadosamente y secar a 100°C, durante 8 horas o toda la noche; luego enfriarlos en un desecador y pesar.

Los rendimientos de la fibra detergente neutro recuperada se expresan como porcentaje de constituyentes de la pared celular (CPC). Usar la fórmula A si utiliza crisoles Gooch, o B si usa papel filtro:

$$A) \text{ CPC} = \frac{\text{crisol} + \text{muestra} - \text{crisol}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

$$B) \text{ CPC} = \frac{(\text{papel} + \text{muestra}) - (\text{papel})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Para estimar el material celular soluble (contenido celular), resta el valor de CPC de 100.

Determinación de hemicelulosa o fibra detergente ácido

Equipo

- 1) Aparato para determinación de fibra cruda marca Labconco y sus accesorios.
- 2) Sistema de vacío múltiple para filtrar.
- 3) Block de aluminio.

Reactivos

- 1) Decahidronaftaleno, G.R.
- 2) Acetona. Usar de una pureza que sea libre de coloraciones y que no deje residuos después de su evaporación.
- 3) Solución detergente ácido 1 L.

Ácido sulfúrico grado reactivo estandarizado a 1 N 49.04 g ó 27.17 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Bromuro de cetiltrimetil amonio (CTAB) grado técnico 20.00 g.

Se pesa el ácido sulfúrico y se lleva al volumen deseado con agua destilada a 20 mL de volumen

Principio

El procedimiento de fibra detergente ácido provee un método rápido para determinar lignocelulosa en alimentos. El detergente en este procedimiento disuelve todo el contenido celular y además a la hemicelulosa, por lo que el residuo insoluble está formado por paredes celulares sin hemicelulosa, además de sílica. Por tanto, la diferencia entre los constituyentes de paredes celulares y la fibra detergente ácido es un estimador de la hemicelulosa aunque esta diferencia incluye algo de nitrógeno

adherido a las paredes celulares. La determinación de fibra detergente ácido es utilizada como un paso previo a la determinación de lignina.

Procedimiento

- 1) Pesar 0.35 a 1 g de la muestra seca, se muele hasta pasar por una malla de 1 mm (cuando se use material húmedo, calcular la muestra en un vaso Berzelius).
- 2) Añadir de 35 a 100 ml de la solución detergente ácido.
- 3) Poner a hervir la solución.
- 4) Mantenerlo en esta forma durante 60 minutos contando desde el momento que empiece a hervir; ajustar la ebullición a un nivel bajo.
- 5) Filtrar en un crisol Gooch ó papel filtro previamente pesados y colocarlos en el embudo de filtrado.
- 6) Conectar la bomba de vacío para extraer el agua, usando succión ligera. Deshacer la capa de residuos con un gendarme y lavar dos veces con agua caliente (90-100°C). Enjuagar los lados del crisol de la misma manera.
- 7) Repetir el lavado usando esta vez acetona, deshaciendo los grumos para que el disolvente entre en contacto con todas las partículas de fibra.
- 8) Secar los residuos a 100°C durante 8 horas o toda la noche y luego pesar los crisoles.

Para calcular la fibra detergente ácido se usa la siguiente fórmula:

$$\text{FDA} = \frac{(\text{Peso del papel} + \text{muestra}) - \text{peso del papel}}{100}$$

PS

en donde:

PS = Peso de la muestra secada en la estufa.

Determinación de lignina detergente ácido.

Equipo

- 1) Cisoles Gooch.
- 2) Sistema de vacío múltiple para filtrado.
- 3) Mufla.

Reactivos

- 1) Los requeridos para la determinación de fibra detergente ácido.
- 2) Asbesto.
- 3) Acido sulfúrico, 72% por peso. Calcular los gramos de ácido y agua necesarios en un litro de solución usando las siguientes fórmulas:

$$\frac{100 \times 98.08 \times 12 \text{ moles}}{\text{H}_2\text{SO}_4} = \text{g de ácido necesario}$$



$$(1,000 \times 1.634)^* - \text{gH}_2\text{SO}_4 = \text{g de agua necesarios}$$

* Peso de un litro de H₂SO₄ al 72%

Principio

El procedimiento de la lignina detergente ácido utiliza la determinación de fibra detergente ácido (FDA) como un paso preparatorio. El detergente elimina la proteína y cualquier otro material soluble en ácido, el cual podría interferir con la determinación de lignina. El residuo de FDA consiste de celulosa, lignina, cutina y ceniza insoluble en ácido (principalmente sílica). El tratamiento con ácido sulfurico al 72%

disuelve la celulosa. Calcinando el residuo se determinará la fracción lignina cruda incluyendo cutina. Para la determinación de sílica y separación de cutina y lignina consultar los procedimientos específicos.

Procedimiento

Preparar la fibra detergente ácido como se ha descrito previamente.

Añadir al crisol que contiene la FDA una cantidad de asbesto aproximadamente igual al volumen de fibra. Cubrir el contenido del crisol con H₂SO₄ al 72% frío (20°C) y agitar suavemente con el gendarme para hacer una pasta suave, destruyendo los grumos. Llenar el crisol con ácido hasta la mitad y agitar cada hora si es necesario para que drene el ácido, hasta que complete tres adiciones las cuales son suficientes. Después de tres horas, filtrar tanto ácido como sea posible extrayéndolo con vacío. A continuación se lava el residuo con agua caliente hasta que esté libre de ácido. Enjuagar y secar lo mejor posible agitando el residuo con el gendarme. Secar el crisol a 100°C durante ocho horas o toda la noche; enfriar y pesar. Luego, se calcina la muestra en la mufla a 500-550°C por tres horas, enfriar a 100°C.

Para calcular la lignina detergente ácido se usa la siguiente fórmula:

$$LDA = L \times 100/s$$

Donde: L = Pérdida por calcinación después del tratamiento

con H₂SO₄ al 72%

S = Peso de la muestra secada a la mufla.

Taninos condensados

Breve descripción

Equipo:

- a) Centrifuga.
- b) Espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 25 uv/vis.
- c) Crisol Pirex con fondo de vidrio poroso de 40-60 μm .
- d) Agitador Vortex.
- e) Tubos para centrifuga con tapa de rosca de 50 ml.
- f) Tubos de 20 ml con tapón de rosca.
- g) Embudo de separación de 100 ml.
- h) Frascos ámbar de 50-80 ml de capacidad.
- i) Estufa de aire forzado.
- j) Baño de agua.
- k) Bomba de vacío.
- l) Liofilizadora.

Reactivos:

- a) Solución acetona-agua con ácido ascórbico al 0.1% (1 g L⁻¹ en acetona-agua (70:30)).
- b) Solución dodecil sulfato de sodio (DSS) (10 g L⁻¹ de dodecil sulfato de sodio, 50 g L⁻¹ de 2-mercaptoetanol y 10 mM de tris cloruro, ajustado a pH de 8.0 con NaOH).
- c) Solución butanol-HCL (95:5)
- d) Solución de etanol-agua (80:20)

- e) Sephadex LH-20 en etanol agua al 80% (4g de sephadex mL⁻¹ de etanol-agua)
- f) Solución etanol-agua (95:5)
- g) Solución acetona-agua (50:50)
- h) Acetato de etilo

Procedimiento:

Extracción de taninos condensados libres (TCL)

- a) Por triplicado, se pesa 1 g de muestra (molida con malla de 1 mm), se colocan en tubos para centrifuga con tapa de rosca de 50 ml y se mezcla con 20 ml de la solución de ácido ascórbico al 0.1%, los tubos son agitados en un Vortex durante 3 min y son centrifugados por 15 min a 18 000 x g, este paso se repite 3 veces.
- b) Después de 3 sucesivas extracciones los sobrenadante son combinados en un embudo de separación de 100 ml y se agregan 30 ml de éter etílico, se agita durante 3 min y se deja reposar 15 min.
- c) Después de la separación de las 2 fases, recuperándose la inferior o acuosa a la cual se aplica succión con bomba de vacío 25°C para eliminar los residuos de solventes, y se centrifuga a 18 000 x g por 15 min, para precipitar los compuestos no-taninos.
- d) El sobrenadante diluido a 50 ml con agua destilada y se almacena en frascos ámbar a 5°C, para cuantificar posteriormente el contenido de taninos libres.

Extracción de taninos condensados adheridos a la proteína (TCAP)

- a) A los residuos sólidos de la primera extracción, se adicionan 15 ml de la solución DSS y son mezclados con un agitador Vortex

- b) Se colocan en baño maría a ebullición por 45 min, se retiran los tubos, se enfrían durante 20 min y se centrifugan durante 25 min a 18 000 x g, llevando el sobrenadante a otro tubo de centrifuga de 50 ml, este proceso se repite una vez.
- c) La combinación de sobrenadantes se vuelve a centrifugar a 18 000 x g, durante 15 min, para eliminar los residuos no fenoles.
- d) La solución se diluye a un volumen de 50 ml con la solución DSS, se deposita en frascos color ámbar y se guarda a 5 °C.
- e) Los residuos sólidos obtenidos, se colocan en cajitas de papel o de aluminio, se secan en la estufa a una temperatura de 45°C para su posterior utilización en la extracción y cuantificación de taninos condensados adheridos a la fibra.

Extracción de taninos condensados adheridos a la fibra (TCAF)

- a) Estos son extraídos y cuantificados directamente de los residuos que permanecen de la extracción de los TCAP, como se detalló anteriormente.
- b) Se pesan por duplicado 50 mg de los residuos sólidos, resultado de la extracción de los TCAP, se colocan en tubos de 20 ml con tapón de rosca y se adiciona 1 ml de DSS y 6 ml de butanol-HCL, para cuantificar TCAF.

Cuantificación de TCL, TCAP y TCAF

- a) Para el análisis de la TCL y TCAP, 1 ml de cada extracto adicionan en 6 ml de una solución recién preparada de 1-butanol en un tubo de 20 ml con tapón de rosca,
- b) Los tubos (TCAF, TCAP y TCL) debe agitarse con Vortex y debe ser colocado en un baño de agua hirviendo durante 75min, a fin de romper el los taninos condensados en antocianidinas y desarrollar color.

- c) Los tubos deben dejarse enfriar un poco y las lecturas se realizan en un espectrofotómetro a 550 nm, usando la solución butanol-HCl como blanco.
- d) El contenido de taninos condensados totales (TCT), es la suma de los valores obtenidos de TCL, TCAP y TCAF.

Preparación de estándares

- a) 1 g del forraje elegido (el de mayor concentración de taninos) se adicionan 10 ml de etanol-agua (80:20) y se deja reposar 12 h a 4°C, posteriormente, se filtra a través de un crisol Pirex con fondo de vidrio poroso (40-60 µm) con auxilio de la bomba de vacío. Al líquido obtenido de la filtración se le adicionan 100 ml de una mezcla de sephadex LH-20 en etanol-agua (80:20) agitando suavemente por 3 min, con reposo de 1 h.
- b) La mezcla se lava con etanol-agua al 95%, en un embudo de 1 L con placa de vidrio de porosidad de 15 a 20 µm, con ligera succión al inicio. Los taninos adheridos al sephadex se eluyen con 300 ml de acetona-agua (50:50), la acetona es evaporada con bomba de vacío a 25°C, la solución del tanino se lava tres veces con un volumen igual de acetato de etilo para eliminar los residuos de acetona. El acetato de etilo remanente se evapora al vacío a 25 °C, y los líquidos con los taninos condensados se liofilizan.
- c) Las curvas se realizan empleando los taninos purificados; la concentración de taninos por ml es de 0, 55, 137.5, 275, 402.5, 550 µg, en agua para TCL a partir de una solución patrón de 550 µg mL⁻¹ de taninos. Para cuantificar TCAP y TCAF la curva se elabora con DSS.

Cálculos:

Las ecuaciones de regresión se calculan utilizando los valores obtenidos en las curvas, la absorción es la variable dependiente y la concentración de taninos condensados purificados es la variable independiente.