

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

UNIDAD LAGUNA.

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.



**“GANANCIA DE PESO EN CABRITOS DE RAZA ALPINA
SUPLEMENTADOS CON FVH DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA”**

POR:

OSCAR IVÁN VENTURA MIJANGOS

TESIS.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

MÈDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

TORREÓN COAHUILA, MÈXICO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
UNIDAD LAGUNA.
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.



GANANCIA DE PESO EN CABRITOS DE RAZA ALPINA SUPLEMENTADOS
CON FVH DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA

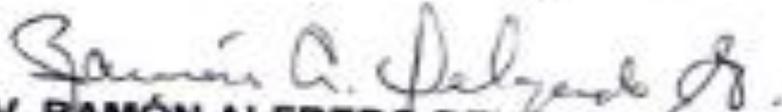
POR:

OSCAR IVÁN VENTURA MIJANGOS.

TESIS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA.

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN,
PRESIDENTE DEL JURADO.


MCV. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL.



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
UNIDAD LAGUNA.
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.



TESIS

POR:

OSCAR IVÁN VENTURA MIJANGOS

GANANCIA DE PESO EN CABRITOS DE RAZA ALPINA SUPLEMENTADOS
CON FVH DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORIAS Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN,
PRESIDENTE DEL JURADO.

PhD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE,

VOCAL 1.

MVZ. JESÚS GAETA COVARRUBIAS,

VOCAL 2.

MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ,

VOCAL SUPLENTE.

TORREÓN, COAH. MÉXICO.

JUNIO 2014

DEDICATORIAS

A MIS PADRES. GREGORIO VENTURA CRUZ Y GEORGINA MIJANGOS CRUZ, A quien le debo todo lo que soy, y que con su apoyo incondicional han hecho de mí una persona de bien, que a pesar de las adversidades nunca hubo señal de flaqueza y con sus buenos ejemplos supieron encaminarme a mí y a mis hermanos hacia el buen camino.

A MIS HERMANOS. GEOVANNI Y FELISA FIBILEYDI. Por haberme brindado su apoyo incondicional, su amor y tantos momentos de felicidad que se quedaron grabados en mi mente y corazón. Por ser un ejemplo digno para esta nación y haber mostrado valor ante la adversidad.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA CARRERA Y DE TODA LA VIDA, ENEDINO, GERARDO Y PEPE, Por haber compartido momentos de dicha y tristeza, por haber sido una familia cuando me encontraba lejos de mi hogar, y brindarme todo su apoyo incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Por haberme permitido la existencia y la fortuna de tener unos padres tan amorosos y valientes, y dos hermanos que siempre están presentes en mi corazón, por todos los buenos y malos momentos porque gracias a todo ello he aprendido a ser una persona sensible y fuerte a la vez. Y por permitirme tener la dicha de culminar mi carrera.

A MIS PADRES a quienes amo y les agradezco todos sus desvelos, sus esfuerzos y la lucha incesante del día a día, quienes jamás se dieron por vencidos y supieron brindarnos lo mejor para mí y mis hermanos, que siempre le estaremos agradecidos y muy orgullosos por tener estos padres.

A MI UNIVERSIDAD A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haber sido mi hogar en estos cinco años y haberme brindado la oportunidad de instruirme y formar parte de esta noble universidad que ha hecho de mí un ciudadano útil para la sociedad. A TODOS MIS MAESTROS Que gracias a sus conocimientos me guiaron por el camino correcto, y por su dedicación y esmero por formar profesionistas y personas de bien. A mis maestros a quienes admiro y respeto infinitamente.

A MI ASESOR Y SINODALES Dr. Fernando Ulises Adame de León (Asesor Principal), el Dr. Juan David Hernández Bustamante, MVZ. Jesús Gaeta Covarrubias, MVZ.J. GUADALUPE MARTINEZ RODRÍGUEZ, quienes me guiaron en la elaboración de mi tesis.

Contenido

Página

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	Páginaiv
I.RESUMEN:	v
II. INTRODUCCIÓN	1
III. JUSTIFICACIÓN.....	2
IV. OBJETIVOS:	3
V. HIPÓTESIS.....	3
VI. REVISIÓN DE LITERATURA:	4
6.1 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	4
6.2 CARACTERÍSTICAS DE FVH DE MAÍZ.....	4
6.3 SISTEMA DIGESTIVO.....	5
6.4 MICROORGANISMOS DEL RUMEN.....	6
6.5 CARACTERÍSTICAS DEL RUMEN:	8
El rumen es un sistema de fermentación más o menos continuo, que requiere de un equilibrio entre las sustancias que entren vía dieta o saliva y las que se producen por fermentación. Un buen ambiente ruminal debe reunir las siguientes características:	8
6.6 FERMENTACIÓN DE CARBOHIDRATOS:.....	8
6.7 FERMENTACIÓN Y SÍNTESIS DE PROTEÍNA:	9
6.8 FERMENTACIÓN DE LÍPIDOS:.....	9
6.9 ALIMENTACIÓN:	11
6.9.1Calidad de los forrajes y la producción:	12
6.9.2 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:.....	15
6.9.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN:.....	17
6.9.4 ALIANZAS Y ENFOQUE COMERCIAL:	17
6.9.5 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:.....	18
VII. MATERIALES Y MÉTODOS:	19
7.1 Localización	19
7.2SELECCIÓN DE SEMILLA:	20
7.3LAVADO Y DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA:	20
FIG.2 LAVADO Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA.....	21
7.4SIEMBRA EN LAS CHAROLAS:.....	21
7.5 Frecuencia de riegos:.....	22
7.6Alimentación de cultivos:	22
7.7Sanidad del cultivo:.....	23
7.8COSECHA:	24

VIII. RESULTADOS:	25
GRAFICA 1. COMPARACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO ANTES Y DESPUÉS DE DAR FVH	25
IX. ANALISIS DE LOS RESULTADOS:.....	26
BIBLIOGRAFIA	27

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Página

CUADRO 1 Clasificación funcional de las bacterias ruminales.....	10
CUADRO 2 componentes bromatológicos de la avena grano	15
FIGURA 1 Selección de semilla.....	20
FIGURA 2 Lavado y desinfección de semilla.....	21
FIGURA 3Siembra de charolas.....	21
FIGURA 4Frecuencia de riegos.....	22
FIGURA 5 Sanidad de cultivo.....	23
FIGURA 6Cosecha.....	24

I.RESUMEN:

El estudio precisó la técnica de producción de forraje verde hidropónico (FVH) y su aceptación en ganado caprino. La producción se realizó en un invernadero con capacidad para 1 440 charolas de 40 x 60 cm. La semilla de maíz y las charolas se desinfectaron. Incluidas en estantes verticales. Las charolas se regaron por goteo, dos minutos cada dos horas.

Se concluye que la técnica empleada es adecuada para obtener una buena producción de FVH que no es rechazada por el ganado caprino obteniendo resultados satisfactorios.

Palabras clave: forraje verde hidropónico, invernadero, semilla de maíz, ganado caprino, uso eficiente del agua.

II. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción Caprina sustentan sus prácticas alimenticias en el componente forrajero, elemento que es considerado como el insumo de menor costo a través del cual es posible suplir gran parte de las demandas nutricionales de los animales en producción.

Como una alternativa importante, se gesta la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) que se trata de una tecnología de producción de Biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

La hidroponía se basa en la producción de plantas en soluciones nutritivas líquidas en lugar de utilizar el suelo como sustrato.

Fuente de alimentación y el componente animal, factores que conjugados determinan la complejidad de los sistemas de explotación ganadero, y requieren de periodos prolongados para comprobar la respuesta a cualquier cambio que permita adecuar la oferta forrajera de acuerdo a las demandas de la explotación y el aumento en el valor de las tierras se han encargado de desplazar las explotaciones pecuarias hacia sectores donde se reduce el potencial de producción forrajero aunado a lo antes mencionado.

La necesidad de intensificar y mejorar la eficiencia en las prácticas de producción animal de una manera sostenible, el decremento de productos alimenticios, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la erosión del suelo y la contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han dirigido la investigación hacia la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos.

III. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es realizada con la finalidad de determinar algunos parámetros nutricionales locales ya que no se cuenta con información actual de estos.

Entonces este trabajo tiene la finalidad de calcular la ganancia de peso en cabritos alimentándolos con FVH (maíz). Ya que es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo. Y el sistema de producción, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido al gran rendimiento y bajo costo que representa su producción de materia verde como seca, así como los kilogramos de proteína producida en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes cantidades de agua.

IV. OBJETIVOS:

- Dar a conocer una alternativa de producción de forraje a los productores, con bajos recursos económicos, de las regiones áridas.
- Obtener ganancia de peso en cabritos adicionando a la dieta FVH (maíz).
- Obtener una adecuada conversión alimenticia con el uso del forraje verde hidropónico de maíz de manera más económica.
- Obtener forraje verde hidropónico en poco espacio, gastar poca agua, menor inversión económica y aprovechar los beneficios principalmente de proteína del forraje.

V. HIPÓTESIS

Cuando se suplementan cabritos con FVH y por su alto valor nutritivo, se asume que debe haber un aumento de ganancia de peso.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA:

La palabra hidroponía se deriva de dos palabras griegas, *hidro*, significa agua y *ponos*, que significa labor o trabajo; literalmente “trabajo en agua”. Inicialmente se limitó principalmente a la cultura del agua sin el uso del medio del arraigado sin embargo actualmente existen diferentes sustratos para usar hidroponía (Carrasco, et al; 1996).

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o de hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico Irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivo en agua.

Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de grano utilizando agua de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960, Ñiguez, 1988).

6.1 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

El forraje verde hidropónico es un pienso o forraje vivo para alimento de animales de engorda para producción de carne o de leche. Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del micro-clima para poder producirlo aún en condiciones adversas del clima. Sirve para producir cereales y gramíneas. Puede sustituir por completo o gran parte del alimento procesado para animales y es económico y fácil de producir (Sánchez, 2000).

6.2 CARACTERÍSTICAS DE FVH DE MAÍZ

Los efectos benéficos del consumo de FVH en la salud del ganado han sido atribuidos generalmente a su contenido de proteínas, minerales y vitaminas (Sneath y McIntosh, 2003). Sin embargo, en las plantas existen compuestos fotoquímicos con reconocida bioactividad como lo son los compuestos fenólicos (Drago et al. 2006), los cuales no han sido evaluados en forrajes hidropónicos. Estos compuestos representan un amplio grupo de sustancias químicas consideradas metabolitos secundarios de las plantas (Javanmardi et al, 2003),

los cuales se relacionan con el mejoramiento del valor nutritivo y efectos benéficos sobre la salud animal (Reed, 2000) debido a que estos compuestos reducen la degradación de proteínas en el rumen, permitiendo una mayor absorción a nivel intestinal (Makkar, 2003).

Se ha reportado que concentraciones de CF menores a 5 % en base seca limitan el consumo y la digestibilidad del forraje, mientras que a niveles inferiores estos compuestos han presentado propiedades antioxidantes, además de activar el sistema inmune del ganado y ayudar a incrementar la absorción de proteína en rumiantes (Barry y McNabb, 2003). En algunas especies forrajeras el contenido de CF depende del tipo de fertilización aplicada orgánica o convencional (García, 2005).

La concentración de proteína cruda en el forraje verde hidropónico de maíz sin fertilizar el día 14 de germinación 17.75% de proteína cruda, obteniendo en el forraje verde hidropónico fertilizado hay una concentración de proteína cruda de 17.79% al mismo tiempo de la germinación.

La materia seca y el contenido de proteína cruda del forraje son los mejores indicadores de la calidad, ya que regulan la digestibilidad y por lo tanto la producción de rumiantes (Mejía, 2002). Mayor contenido de proteína cruda en la etapas iniciales que a los 16 días, su disminución se debe a la maduración de la planta (Taiz y MülleryZeiger, 2003; et al, 2006).

6.3 SISTEMA DIGESTIVO

En los animales adultos alimentados en condiciones normales, no funciona la gotera esofágica, los alimentos y el agua llegan al retículo y rumen. Los alimentos se mezclan con abundantes cantidades de saliva, en primer lugar durante la digestión, y posteriormente durante la rumia. La cantidad de saliva producida al día es del orden de 150 l en el ganado vacuno y 10 l en el ganado ovino.

Por término medio, el contenido del rumen incluyen 850-930g de agua/kg, suele encontrarse en dos fases: una inferior, líquida, en la que se encuentran

en suspensión las partículas de menor tamaño de los alimentos, y otra superior, menos acuosa, en que se sitúan los productos sólidos más groseros.

La degradación química del retículo-rumen se lleva a cabo por las enzimas segregadas, no por el propio animal si no por los microorganismos. El retículo-rumen proporciona un sistema de cultivo continuo para bacterias anaerobias y protozoos (así como algunos hongos).

Los alimentos y el agua llegan al rumen, donde aquellos son particularmente fermentados, dando lugar, principalmente a ácidos grasos volátiles, células microbianas, y los gases de metano y dióxido de carbono. Los gases se eliminan por eructación, y los ácidos grasos volátiles se absorben, en su mayor parte, a través de la pared ruminal. Las células microbianas, pasan al abomaso e intestino delgado, acompañando a los alimentos no la degradados; allí, son digeridas por las enzimas segregadas por el animal hospedador, absorbiéndose los productos de la digestión. Shimada (2009).

6.4 MICROORGANISMOS DEL RUMEN

La población bacteriana en el contenido ruminal, es del orden de 10^9 - 10^{10} por ml. Se indica que el ácido succínico es un producto final importante, se convierte en ácido propiónico por otras bacterias como las *Selemonas ruminantium*. Las interacciones entre microorganismos incluyen una característica importante de la fermentación del rumen.

La población total de bacterias, así como la población relativa de cada especie en particular, varía con la ración consumida por el animal.

Los pre-estómagos son cámaras de fermentación. La fermentación se refiere al metabolismo microbiano en ausencia de oxígeno y le brinda a los rumiantes las siguientes ventajas:

-Permite el consumo de alimentos muy fibrosos.

-Permite la síntesis de proteína microbiana de alto valor biológico a partir de:

- Proteína vegetal de bajo valor biológico.

- Nitrógeno no proteico de la dieta.
- Reciclaje de productos metabólicos de desecho (urea)
- Provee todas las vitaminas del complejo B.

Sin embargo, la fermentación también tiene desventajas para el animal:

-Cerca de 8 horas al día deben dedicarse a la rumia

-Debe haber acceso a alimento adecuado a intervalos regulares.

Mecanismos para mantener el rumen trabajando:

- Adición regular de grandes cantidades de saliva.
- Movimientos de mezclado poderosos en los comportamientos pre gástricos.
- Mecanismos para:
 - La eliminación de los gases de la fermentación (eructo)
 - La regurgitación (rumia).
 - La absorción de los productos finales de la fermentación.
 - El paso hacia el omaso de partículas no digeridas.
- Las rutas de metabolismo intermediario deben ser capaces de utilizar a los productos finales de la fermentación: los ácidos grasos volátiles (AGV).
- La fermentación pre gástrica no es un proceso eficiente energéticamente porque la energía que las bacteria gastan para su mantenimiento aparece como calor y es energía que el animal pierde.

6.5 CARACTERÍSTICAS DEL RUMEN:

El rumen es un sistema de fermentación más o menos continuo, que requiere de un equilibrio entre las sustancias que entren vía dieta o saliva y las que se producen por fermentación. Un buen ambiente ruminal debe reunir las siguientes características:

-Potencial de óxido-reducción bajo.

-pH entre 5.5 y 7.0.

-Osmolaridad dentro de límites estrechos.

-Gases: CO₂, CH₄, N₂ Y O₂.

-Población mixta e interdependiente de bacterias, protozoarios y levaduras:

a.- Bacterias primarias: celulolíticas y amilolíticas.

b.- Bacterias secundarias: utilizadoras de lactato y metano-génicas.

c.- Protozoarios, que se alimentan de las bacterias, de gránulos de almidón y ácidos grasos poliinsaturados.

6.6 FERMENTACIÓN DE CARBOHIDRATOS:

La fermentación de celulosa, hemicelulosa, fructosanos y pectinas la realizan las bacterias celulolíticas y es lenta porque las bacterias celulolíticas tienen una tasa metabólica baja (sus números se duplican cada 18 horas). La fermentación de almidón y azúcares simples la realizan las bacterias amilolíticas y es más rápida porque estas bacterias se duplican cada 15 min a 4 horas.

Los productos de esta actividad fermentativa son ácidos orgánicos de cadena corta, CO₂, metano e hidrógeno. Los principales ácidos orgánicos son acético, propiónico y butírico, cuya concentración total varía entre 60 y 120 mmol/l.

Los AGVs se absorben a través del epitelio ruminal. El ácido butírico se metaboliza en el epitelio ruminal o en el hígado transformándose en β -hidroxibutirato. Cerca del 30% de ácido propiónico se transforma en ácido láctico en la pared ruminal; el resto es metabolizado a glucosa en el hígado. La mayor parte del ácido acético llega al hígado y de ahí a los tejidos, que lo utilizan para formar Acetil CoA.

6.7 FERMENTACIÓN Y SÍNTESIS DE PROTEÍNA:

Las bacterias proteolíticas representan de 12 a 38.5 % de las bacterias ruminales totales. Pueden convertir a la proteína y a los compuestos no proteicos en proteína microbiana y este proceso permite la conservación de nitrógeno y del agua que se hubiera necesitado para la excreción urinaria de urea. Sin embargo, el exceso de proteína en la dieta puede conducir a una sobreproducción de amoníaco, lo que aumenta el riesgo de una intoxicación.

6.8 FERMENTACIÓN DE LÍPIDOS:

Los microorganismos ruminales rápidamente hidrolizan a los lípidos en la dieta, saturando en gran medida a los ácidos grasos insaturados. Valores por arriba de 5% de lípidos en la dieta afectan de manera adversa la palatabilidad del alimento y la actividad celulítica.

Cuadro 1.- Clasificación funcional de las bacterias ruminales (Relling y Mattioli, 2003).

Grupos de bacterias.	Característica funcional.	Principales productos finales de su metabolismo.
Celulolítica.	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetatos).
Amilolíticas.	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón).	AGV (propionato).
Sacrolíticas.	Fermentan hidratos de carbono simples (azúcares).	AGV (butirato).
Lactolíticas.	Metabolizan el lactato.	AGV (propionato).
Lipolíticas.	Metabolizan las grasas.	Ácidos grasos libres AGV (especialmente propionato).
Proteolíticas.	Degradan las proteínas.	AGV y amoníaco (NH ₃).
Matanògenas.	Producen metano.	Metano (CH ₄)
Ureolíticas.	Hidrolizan la urea.	CO ₂ Y NH ₃ .

6.9 ALIMENTACIÓN:

La cabra es muy versátil en cuanto a su alimentación, razón por la cual se domesticó con rapidez. El ganado caprino utiliza los forrajes de una forma mucho más eficiente que otros animales.

En general los animales de zonas áridas son los que utilizan el agua en forma más eficiente. La cantidad y calidad de agua tienen gran incidencia en el consumo del alimento, dependiendo de la época del año los caprinos consumen diariamente entre un 5 a un 10% de su peso. Las variaciones de consumo se producen ya sea por la temperatura y la humedad del ambiente, como por la condición fisiológica en que se encuentre el animal, llegando a su máximo durante la lactancia.

Se utilizan los forrajes de una manera más eficiente, su alimentación debe alcanzar un buen balance de proteínas y de energía para permitir un nivel deseable de producción. Este balance se obtiene de las praderas de pastoreo. La lactancia requiere una cuidadosa alimentación para permitir niveles de producción adecuados y evitar que la cabra sufra mal nutrición. En este caso es necesario aumentar la cantidad de proteínas usando bloques de urea, sales minerales y vitaminas para que el animal pueda utilizar eficientemente el heno y desechos de cosecha. (FAO).

Las cabras alimentadas tienen mayor capacidad de adaptación, debido a varios factores:

- Poseen mayor capacidad de aceptación de los sabores amargos.
- Casi el 50% de su dieta se compone de arbustos y hierbas, deciduas o perenes, los ovinos que consumen más zacates; esto les permite tener una mejor nutrición a través del año, ya que muchas de estas plantas son leguminosas que contienen más proteínas y vitaminas.
- Ingieren grandes cantidades de flores, tanto de los pastos como de las hierbas.
- Tienen mayor capacidad de digerir alimentos de baja calidad.

- Consumen mayores cantidades de plantas que contienen taninos.
- En situaciones de subalimentación prolongada, son capaces de adaptar su metabolismo para reducir hasta un 40% sus necesidades de mantenimiento.

Las cabras también emplean para el control de plantas indeseables, habiéndose demostrado si están de sabor aceptable y se sobre pastorean en forma intencional, llegan a erradicarse totalmente.

Los animales que se explotan en agostadero ingieren regularmente sustancias tóxicas que contienen las plantas, como son los aceites esenciales y taninos. Los primeros son perjudiciales para el crecimiento normal de la microbiota del rumen, mientras que los taninos atan o inhiben la actividad de algunas enzimas, con lo que se reduce su digestibilidad de las plantas que contienen compuesto. Cuando están presentes en niveles de 2 a 3% de la materia seca, por una parte se unen a las proteínas alimenticias con lo que inhiben su degradación microbiana y favorecen el sobrepaso ruminal, y reducen la posibilidad de aparición de timpanismo.

6.9.1 Calidad de los forrajes y la producción:

Una de las metas principales de los productores de ganado caprino en el manejo del forraje, es mantener la calidad del mismo en un nivel que puedan mantener los parámetros deseados de ganancia de peso o de producción de leche.

Los forrajes participan, en la alimentación de los rumiantes entre un 40% y 60% del alimento total, que dependiendo de su calidad aportan los nutrientes comunes como los carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, además de la fibra.

La calidad desde el punto de vista nutricional es la relación que existe entre el valor nutritivo del forraje y la habilidad de los animales de convertirlos en leche, carne o grasa.

Los valores que proporcionan más información acerca del verdadero valor nutritivo de un forraje y por lo tanto su calidad son su digestibilidad y el efecto que provoca en el animal que lo consume, lo cual se mide en la producción de leche o en crecimiento (Herrera, 1999).

Valor nutritivo. Convencionalmente se clasifica por los nutriólogos en tres componentes generales: la digestibilidad, el consumo de alimento y la eficiencia energética.

Un forraje con un valor nutritivo de FDA de 41% y FDN de 53% tiene un índice de 100. Contra este valor se pueden comparar otros forrajes. Cuando un forraje tiene un valor arriba de 100%, no necesariamente es de calidad.

Van Soest y Robertson (1976) la definen como el material estructural en las plantas resistentes a la acción de las enzimas digestivas de los animales, pero que pueden ser digeridas por los microorganismos del rumen. Hay una relación entre el rendimiento en materia seca, material digerible y etapa de crecimiento de la planta. La disminución de la digestibilidad al madurar la planta hace que la producción óptima de materia digestible se presente mucho antes que la producción máxima de materia seca Van Soest (1994).

El forraje de la alfalfa se compone de una cierta porción de hojas (alta calidad) y de tallos (baja calidad) (Piccioni, 1970; Del pozo, 1976). En lo que se refiere al contenido en carotenos el tallo es aproximadamente 8 veces inferior que las hojas (Morrison, 1969; Piccioni, 1970). Durante el transcurso de las diferentes fases de desarrollo de la planta, se produce un aumento de la celulosa bruta y un descenso de la digestibilidad y del valor nutritivo de la planta, ya que la celulosa bruta reduce la digestibilidad de los restantes componentes (Morrison, 1969; Piccioni, 1970, pozo, 1976).

Esto es debido a un aumento en el contenido de paredes celulares a medida que la planta madura, y una disminución en el contenido celular, (Arias, 1990).

Su proteína es altamente soluble y rica en aminoácidos esenciales en forma equilibrada, únicamente la metionina y la cistina se encuentran en proporciones muy limitadas (Piccioni 1970; Del Pozo, 1976). Peter J. Van Soest (1994),

desarrolló una alternativa para los análisis aproximados, es ampliamente usado para analizar forrajes.

Este método químico reconoce la distinción entre la pared celular y contenido celular, involucra la extracción de una muestra de forraje con una solución de detergente neutro: las solubles son primeramente los contenidos celulares, y los insolubles residuos (fibra detergente neutro NDF) es un excelente estimación de los constituyentes estructurales totales, o pared celular (celulosa, hemicelulosa, y lignina).

Fibra (medida por FDA o FND) en particular es un fuerte predictor de calidad de forraje, ya que es la porción pobremente digerible de la pared celular. Los componentes digeribles. Las pruebas estándar del heno incluyen PC, FDA, FDN, y MS

Avena:

El grupo forrajero denominado cereales inmaduros o cereales de invierno para forraje, comprende a todas aquellas plantas pertenecientes a la familia de las gramíneas que se cultivan. Representan el 30% de la superficie total destinada a la producción forrajera. Constituyen un alimento de un valor energético alto (FEDNA, 2004).

El valor nutritivo depende, en alto grado, de la relación existente entre la cascarilla y el grano. La proporción de glumas en los granos enteros depende de la variedad, medio ambiente, y estación, la avena con alto contenido de alto contenido de cascarilla es más rica en fibra bruta y menor valor de energía metabolizable; La proteína de la avena es de baja calidad, siendo deficiente en los aminoácidos esenciales metionina, histidina y triptófano.

Cuadro 2.- componentes bromatológicos de la avena grano.

Proteína.	5.5 %
Extracto etéreo	27.4%
Fibra cruda.	27.8%
Ceniza	7.0%
Calcio	.22%

6.9.2 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:

Entre las ventajas que presenta el forraje verde hidropónico se puede decir que: permite un suministro constante durante todo el año, se puede emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de leche (Aron, 1998).

-Ahorro de agua. En el sistema de producción de F.V.H. las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional de especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca.

Alternativamente, la producción de 1 kilo de F.V.H. requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez, 1997; Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000).

-Eficiencia en el uso de espacio. El sistema de producción de F.V.H. puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

-Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de F.V.H. apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por

estrategia el manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del F.V.H. (Bonner y Galston, Koller, Simon y Meany, Fordham et al, citados por Hidalgo, 1985).

-Calidad del forraje para los animales. El F.V.H. es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del periodo de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, citado por Pérez, 1987).

-Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, citado por Resh, 1982; Chen, Chen, Wells y Fordham, citados por Bravo, 1988).

-En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el F.V.H. (3.200 kcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en F.V.H. son ampliamente variables (Pérez, 1987).

-Inocuidad. El F.V.H. producido representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del F.V.H. los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente (Sánchez, 1997).

6.9.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN:

Las inversiones necesarias para producir F.V.H. dependerán del nivel y de la escala de producción. Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el F.V.H. es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente. Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del F.V.H. es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio (ejemplo: la producción de conejos alimentados con F.V.H. integrada a horticultura intensiva (Sánchez, 1997y 1998).

Diversificación e intensificación de las actividades productivas. El uso del F.V.H. posibilita intensificar y diversificar el uso de la tierra. Se estima que 170 metros cuadrados de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para F.V.H., equivalen a la producción convencional de 5 Has. De forraje convencional de corte que pueden ser destinadas a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo (Melipilla, 1998).

6.9.4 ALIANZAS Y ENFOQUE COMERCIAL:

El F.V.H. ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas

o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleristas, cabañas de reproductores, tambos, locales de internada, ferias, locales de remates, áreas de caballos, cuerpos de caballería.

6.9.5 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:

Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de F.V.H. preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente.

Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Asimismo el F.V.H. es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar (Marulanda e Izquierdo, 1993).

Costo de instalación elevado. Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1996, 1997) que utilizando estructuras de invernaderos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS:

MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE FVH

7.1 Localización

El experimento se realizó en el Centro Caprino, del departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, localizadas en las coordenadas latitud Norte 26°23', longitud oeste 104°47'; ubicada en el Periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe, en la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

El FVH se produjo en un invernadero de 3 x 6 m ubicado dentro de las mismas instalaciones.

Charolas de 60 x 40.

Para los corrales se utilizaron mallas metálicas valencia.

Semilla de maíz.

Hipoclorito de sodio.

Jabón detergente líquido.

7.2 SELECCIÓN DE SEMILLA:

Se consiguió grano de maíz criollo proveniente de Cuencamé Durango en buen estado a bajo costo y sin haber sido tratada con fungicidas u otros químicos.



FIG.1 SELECCIÓN DE SEMILLA

7.3 LAVADO Y DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA:

Se lavó con agua limpia el grano de maíz y se retiraron todas las impurezas encontradas y los granos que flotaban se retiraron, ya que estos granos no germinan, se lavó el grano por segunda vez y posteriormente se desinfectó con cloro diluido en 10 litros de agua (1ml de cloro al 6% por litro de agua) sumergiendo el maíz en un tiempo no menor a 30 segundos y no mayor a 3 minutos, posteriormente se retiró el cloro y se dejó remojando el grano en agua limpia por 12 horas; transcurridas las 12 horas se retiró el agua y se dejó reposar por 1 hora para que se oxigenará, y después se le agregó agua limpia y se dejó remojando durante 12 horas.



FIG.2 LAVADO Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA

7.4SIEMBRA EN LAS CHAROLAS:

En la siembra se utilizaron charolas de 36 cm por 60 cm que fueron lavadas previamente con detergente y agua, posteriormente se desinfectaron con cloro para evitar cualquier tipo de contaminación. Transcurridas las últimas 12 horas del remojo de la semilla se pasó a las charolas colocando una capa uniforme de 1.5 cm de espesor. Se taparon con charolas por 48 horas para impedir que entrara la luz e inducir a la germinación uniforme del grano. Pasado el tiempo indicado se destaparon las charolas y el grano se encontró germinado entre el 97 y 100%.



FIG.3 SIEMBRA DE CHAROLAS

7.5 Frecuencia de riegos:

Usando un envase de plástico con la tapa perforada. Del día 1 al 3 de inicio el proceso, se regó el cultivo cada 4 horas, en este tiempo la charola está cubierta de la luz y hay poca evaporación. Dependiendo de la temperatura ambiental, es recomendable regar cada 2 o 4 horas. El día del primer riego se realizó a las 07:00 am y por la noche es suficiente regar después de la 21.00 hrs el ultimo riego, lo más adecuado es regar cuando el cultivo lo requiera.

Un indicador práctico que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas al igual que su respectiva masa radicular (Sánchez, 1997, corona, 2011)

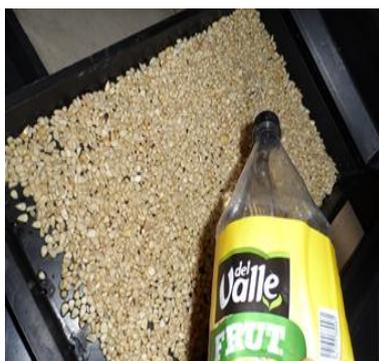


FIG.4 FRECUANCIA DE RIEGOS

7.6 Alimentación de cultivos:

Durante su desarrollo, el FVH no necesita la aplicación de fertilizantes para completar el ciclo de los 10 días, sin embargo, los cultivos que reciben fertilizantes disueltos en agua de riego a partir del cuarto o quinto día de establecidos desarrollan alrededor de 20% más talla y peso que los que solo reciben agua para su crecimiento (100mg por litro de unidades; nitrógeno, fósforo y potasio) (Tania 2012).

Se disolvió una mezcla de fertilizante comercial consistente en 17% de nitrógeno, 17 de fósforo y 17 % de potasio a razón de 175 mg de cada

elemento por litro de agua. La mezcla de fertilizante comercial acarreó también los microelementos.

7.7 Sanidad del cultivo:

Un problema serio en la producción de FVH es la contaminación de los cultivos con hongos y bacterias que se actúa en la época de calor, se hace manifiesto alrededor del 5 y 7 día de cultivo. Los microorganismos aparecen en la zona de la raíz, hacen que el agua se torne lechosa, olor desagradable. Se genera principalmente por la mala calidad del agua, además de un drenado ineficiente, mala desinfección de la semilla, falta de ventilación.



FIG.5 SANIDAD DE CULTIVO

7.8 COSECHA:

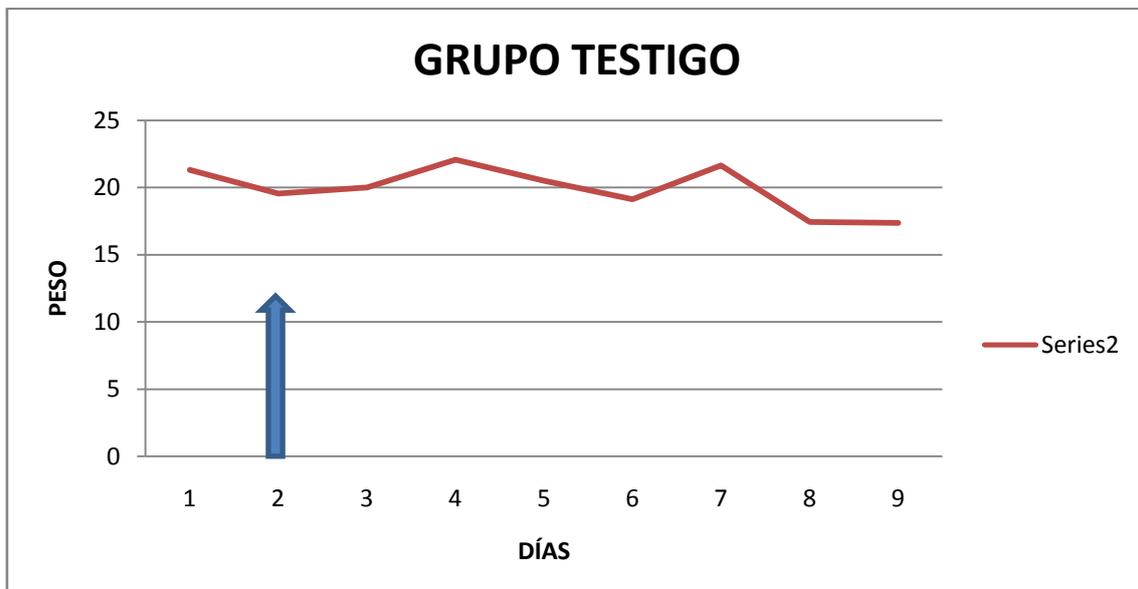
Se realizó la cosecha entre el día 6 y el día 14 obteniendo 6.5 a 9 kilos de forraje por charola, en este periodo el forraje se encuentra en sus mejores niveles de nutrientes.



FIG.6 COSECHA

VIII. RESULTADOS:

GRAFICA 1. COMPARACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO ANTES Y DESPUÉS DE DAR FVH



IX. ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, la ganancia de peso de los cabritos del lote experimental se modificó significativamente cuando se alimentó con FVH.

El lote de cabritos alimentados con forraje verde hidropónico tuvo una ganancia de peso de 22.4 y el grupo testigo 19.7 esto significa que hubo un incremento de 2.7 kilos por cada 3 días suplementándolos con FVH.

Cuando se comparan las medias para determinar diferencias estadísticas entre los datos de ambos lotes, se observa una diferencia significativa ($P < .05$) entre el crecimiento de los cabritos suplementados con FVH, comparados con los que no recibieron el tratamiento (Tukey 2012).

La aceptabilidad de Forraje Verde Hidropónico (FVH) adicionados a la dieta Produjeron ganancia de peso significativa. Estos resultados confirman la importancia de la aceptación de esta sobre el consumo de materia seca y rendimiento de ganancia de peso (Nunes et al. 2007). Una prueba que hicieron Romero, Córdova, Hernández (2009), donde nos habla que en definitiva el FVH es muy bien aceptado por el ganado lechero.

En pruebas de crecimiento de conejos alimentados con FVH y comparados contra los alimentados con alimento balanceado comercial, no se encontraron diferencias significativas el ganancia de peso de conejos california durante 4 semanas (Torres Rocha, 2012).

En una prueba realizada en conejos suministrando FVH la dieta se obtuvo un aumento de peso de los animales por más tiempo (Nava, et al, 2005).

BIBLIOGRAFIA

Arano, C.1998. Forraje Verde Hidropónico y otras técnicas de cultivos sin tierra. Editado por el propio autor. Buenos aires, argentina.

Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach, 2004,Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos,Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 70 p.

Carrasco, G; Izquierdo. J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: La Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante (“NTF”). FAO- Univ. De Talca. Santiago, Chile.

Corona R, L, A, 2011. Producción de forraje verde en la mixteca poblana una alternativa nutricional para el época de sequía. Sistema Estatal de Extensionismo Rural, Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla (México)

FAO, 2001. Manual técnico, Forraje Verde Hidropónico, mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los centros de desarrollo. Oficina regional de la FAO para América latina y el caribe. 1 edición.

García, E. El manejo del agua en la laguna, México. Instituto de Desarrollo del campo Recursos naturales.

García-Salas P.L. Esparza R.J.R, Preciado R. P y Romero P. J,2013, producción y calidad fisicoquímica de leche de cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz, producción y calidad fisicoquímica de la leche de cabras suplementadas, UAAAN, APG, UJED, ISSN: 1021-7444,N DE PAG, 8.

Herrera, R y S.1999. La importancia de la calidad en los maíces y sorgos seleccionados para forraje y su efecto en la producción y costos de alimentación. V ciclo internacional de conferencias de nutrición y manejo. Grupo industrial LALA.

Hidalgo. M.L.R. Producción de forraje en condiciones de hidroponía y evaluaciones preliminares en avena y triticale. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales de la universidad de concepción, Chile.

Huterwal, G 1992. Hidroponía. Edit. .Albatros, Buenos Aires, Argentina

Javanmardi, J. Stushnoff C, Locke, E, Vivanco, L, M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian ocinum accessions, J. Food Chem. 83:547-550

Lomelí, Z, H. 2000Agrocultura. México.

Marulanda, C, Izquierdo, J. 1993. Manual Técnico “la huerta hidropónica popular”. FAO-PNUD. Santiago, Chile.

Makkar HPS (2003) Chemical, protein precipitation and bioassays for tannins, tannin levels and activity in unconventional feeds, and effects and fate of tannin. En Quantification of tannins in Tree and shrub foliage. Kluwer. Dordrecht, Holanda.

Morales, O.A.F. 1987. Forraje Hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos destetados. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales de la universidad de concepción. Chile.

McDonald, P, Edwards, RA, Greenhalgh, JFD. Morgan, C, D. Nutrición animal. Granos de cereales y sus subproductos, Avena. 6ª edición. Editorial ACRIBIA, S.A. Pág., -487.

Nava, N, J; Nava, Z, J; Córdova, I, A. 2005. Alimento balanceado forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos. Revista electrónica de veterinaria REDVERT.

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía

Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la sustitución del concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una crianza Artificial de Terneros. Facultad de ciencias agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Romero, V, M, Córdova, G, Hernández G, E. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su aceptación en ganadero lechero.

Rodríguez, S. 2000. Hidroponía Agricultura y bienestar. Colección de tetos universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua.

Rodríguez, S. 2000. Hidroponía. Una solución de producción en chihuahua, México. Boletín informativo de la red hidroponía N°9. Lima, Perú.

Rodríguez Ramírez, H. E. C. Rodríguez M., A. Flores M., I. Sánchez E. y A. Grado A. 2003. Utilización del forraje verde hidropónico como suplemento para vacas lactantes durante la sequía. Hidroponía. Lo más cerca del futuro 147-149

Sánchez, A. 1996-1997. Informes técnicos de estadía. Informes internos de la dirección nacional del empleo (DINAE- Ministerio de trabajo y seguridad social) Montevideo, Uruguay.

Sánchez, A. 2000. Una experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú.

Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Shimada, M, A.2009 Nutrición Animal, Alimentación de cabras. 2ª edición. Ed. Trillas. Pág.

Torres, R, J, E. 2012 Comportamiento de Conejos California alimentados con Forraje Verde Hidropónico proveniente de diferentes granos comparando contra alimento balanceado.

Van S. P. 1994. Nutrition ecology of the ruminant. Comstock, Cornell university prees. Second edition 373 p.