



Producción y utilización de forraje verde hidropónico en Caprinos

**Autores: Cornelio Contreras S. Gonzalo Burgos K.
Solano Portilla R. Adrián Rojas M. Loreto Rojas L.**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 393



ISSN 0717-4829



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile



Producción y utilización de forraje verde hidropónico en Caprinos

Autores:

Cornelio Contreras S.

Gonzalo Burgos K.

Solano Portilla R.

Adrián Rojas M.

Loreto Rojas L.

INIA INTIHUASI

La Serena, Chile, 2019

BOLETÍN INIA N° 393

ISSN 0717 - 4829



Este documento fue desarrollado en el marco del proyecto “Forraje Verde Hidropónico (FVH) como aporte a la sustentabilidad productiva de los crianceros de la provincia del Limarí”, código Bip 30404133-0. Financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo, a través del Fondo de Innovación para la competitividad (FIC).

Autores:

Cornelio Contreras S. Ing. Agrónomo, INIA Intihuasi
Gonzalo Burgos K. Ing. Agrónomo, INIA Intihuasi
Solano Portilla R. Ing. Agrícola, INIA Intihuasi
Adrián Rojas M. Técnico Agrícola, INIA Intihuasi
Loreto Rojas L. Ing. Comercial, INIA Intihuasi

Comité revisor:

Christian Hepp Kuschel Ing. Agr. M. Phil. Ph.D. INIA Tamel Aike
Claudia Torres Pizarro. Ing. Agr. M.Sc. Universidad de Chile
Érica González Villalobos. Téc. Biblioteca. INIA Intihuasi
Juan Francisco Castellón San Martín. Periodista INIA Intihuasi

Director Responsable:

Edgardo Díaz Velásquez, Ingeniero Agrónomo, Mg.
INIA Intihuasi

Boletín INIA N°393

Cita Bibliográfica correcta:

Contreras, C., G. Burgos, S. Portilla, A. Rojas y L. Rojas. 2019. Producción y utilización de forraje verde hidropónico en caprinos. 61 p. Boletín INIA N°393. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Intihuasi, La Serena, Chile.

© 2019. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Colina San Joaquín s/n, La Serena. Teléfono: (51)2223290 - Región de Coquimbo.

ISSN 0717 - 4829

Autorizada la reproducción total o parcial citando la fuente y/o autores.

Diseño y diagramación: Jorge Berríos V., Diseñador Gráfico
Impresión: Gráfica Andes Ltda.

Cantidad de ejemplares: 500

La Serena, Chile, enero 2019.

Índice de contenidos

Capítulo 1. Introducción.....	5
Capítulo 2. Antecedentes generales de la producción caprina en Coquimbo.....	7
2.1 Masa ganadera.....	7
2.1.1 Situación a nivel País y Región de Coquimbo.	7
2.1.2 Características del criancero y su explotación, Región de Coquimbo.	8
2.1.3 Tamaño y composición del rebaño, Región de Coquimbo.	12
2.1.4 Base alimenticia del ganado caprino.	13
Capítulo 3. Producción y uso de Forraje Verde Hidropónico (FVH).....	15
3.1 Antecedentes generales.....	15
3.2 Infraestructura requerida.....	16
3.2.1 Módulos para producción de 40 bandejas.	16
3.2.2 Módulos para producción de 200 bandejas.	22
3.3 Proceso de producción de forraje verde.....	23
3.4 Producción y composición por especie.....	30
3.5 Efecto del uso FVH de avena en producción de leche.....	33
3.6 Composición del FVH de avena y heno utilizado.....	34
Capítulo 4. Factibilidad de uso de FVH en comparación a otras alternativas de suplemento.....	39
4.1 Simulaciones consideradas para suplementación animal.....	40
4.2 Determinación costo producción.....	41
4.3 Análisis escenarios propuestos (Horizonte evaluación 5 años).....	45
4.4 Cálculo aporte nutrientes según escenario considerado.....	48
4.5 Recomendaciones.....	49
Capítulo 5. Referencias bibliográficas.....	51
Capítulo 6. Anexos.....	53

Capítulo 1.

Introducción

En Chile existe una masa ganadera caprina de 447.141 cabezas (INE, 2017), distribuidas entre la Región de Atacama y la Araucanía. De esta cantidad, 311.000 cabezas (70%) se encuentran en la Región de Coquimbo, reflejando la importancia de esta actividad para la zona.

En general, los sistemas productivos caprinos en la Región de Coquimbo muestran un exceso de carga animal, con un manejo deficiente de los pastizales naturales, escasas alternativas forrajeras que permitan -en el corto plazo- una mejora substancial de la alimentación animal, bajos índices productivos y suelos que tienen un alto grado de erosión. Esta situación conduce, inevitablemente, a sistemas productivos con bajos indicadores de productividad y bajos índices reproductivos.

El recurso alimentario forrajero principal, lo constituye la pradera natural, su producción y calidad depende principalmente de las precipitaciones, su variabilidad entre años y su distribución.

El recurso alimentario principal lo constituyen las praderas naturales, las cuales se desarrollan en función, principalmente, de las condiciones del medio, referidas a la variación en la cantidad de agua caída y la distribución anual de la misma, lo que, unido a la sobreexplotación, determinan productividades de la pradera natural en niveles bajo o muy bajo, Azocar (2007). La Estación Experimental Las Cardas de la Universidad de Chile reporta valores entre 0,2 a 20 t MS/ha, dependiendo de la pluviometría del año y cuya proyección indica que estos valores seguirán disminuyendo en el tiempo, existiendo cada vez menor disponibilidad de forraje para el ganado.

Si bien, se ha observado un proceso creciente de deterioro de la pradera natural en las áreas de secano en donde en más de un 70% de dicha superficie se necesitan más de 6 ha para mantener una unidad animal. No obstante, existen zonas con distinta disponibilidad de agua que pueden ser utilizadas con mayor o menor intensidad, pero con un aprovechamiento eficiente del recurso, a objeto de establecer sistemas productivos viables y más amigables con el medio ambiente.

La situación de escasez hídrica que enfrenta la agricultura y ganadería de la Región de Coquimbo seguirá afectando la sustentabilidad de los sistemas productivos. Ante este escenario, se requiere abordar esta limitante mediante la búsqueda de alternativas que, con el uso eficiente del escaso recurso hídrico, permitan disponer de recursos forrajeros para suplementar a los animales. En este sentido, la producción y utilización de forraje verde hidropónico aparece como una alternativa.

En este documento se resumen las experiencias en la producción y utilización de este complemento alimenticio, información generada en el proyecto financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) "Forraje Verde Hidropónico (FVH) como aporte a la sustentabilidad productiva de los crianceros de la provincia del Limarí", código Bip 30404133-0.

Capítulo 2.

Antecedentes generales de la producción caprina en Coquimbo

Cornelio Contreras S.

Ingeniero Agrónomo.

cornelio.contreras@inia.cl

2.1 Masa ganadera

2.1.1 Situación a nivel País y Región de Coquimbo

Chile, cuenta con una masa ganadera caprina de 447.141 cabezas, distribuidas entre la Región de Atacama y la Araucanía. El 70% de esta masa se concentra en Coquimbo, seguido por las regiones de Valparaíso, Maule y Atacama (**Figura 1**). La masa ganadera caprina nacional, muestra incrementos desde 1955 hasta la década de 1970, donde se registró más de un millón de cabezas. Desde esa época se registra una disminución, llegando el año 2017 a una población de sólo 45% respecto a 1976 (**Figura 2**). Este descenso es producto de los ciclos de sequías que han afectado mayoritariamente a la zona norte del país.

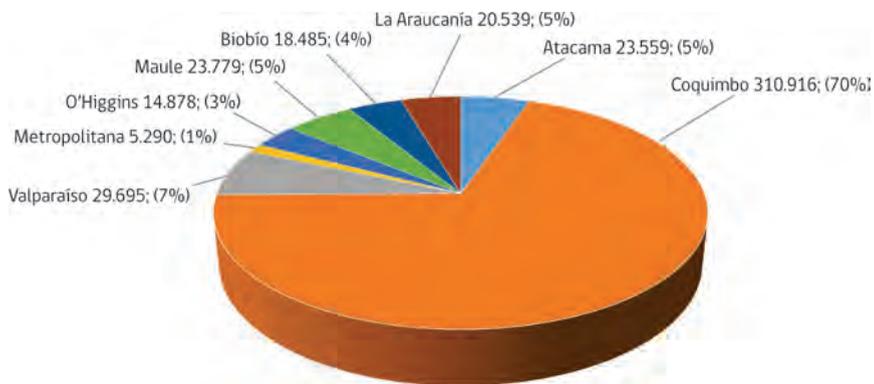


Figura 1. Distribución de la masa caprina a nivel país, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

Coquimbo es la región con mayor cantidad de ganado caprino en el país y su importancia relativa ha aumentado, llegando a tener cerca del 70% del total de la masa en el año 2017 (Figura 2).

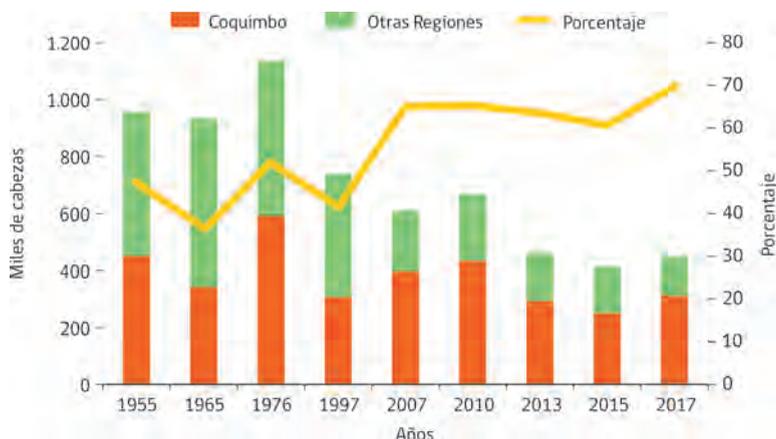


Figura 2. Evolución de la masa caprina a nivel país y Región de Coquimbo, período 1955-2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

2.1.2 Características del criancero y su explotación, Región de Coquimbo

La actividad caprina en la Región de Coquimbo es manejada en dos tercios por hombres y un tercio de las explotaciones por mujeres. Además de ello, la edad de la población se concentra en los estratos sobre los 60 años (66%) (**Figuras 3 y 4**).

En un 85% de los casos, la tenencia de la tierra se encuentra regularizada de alguna forma, o bien en trámite. La mayoría corresponde a propietarios, seguido de comuneros, sucesiones y arrendatarios. Un 10% clasifica como "ocupantes" (**Figura 5**).

Más de un 80% de los productores caprinos son clientes INDAP. Del total, un 48% pertenecen a alguna asociación gremial y en un 60%, también, son parte de una comunidad agrícola (**Figura 6**).

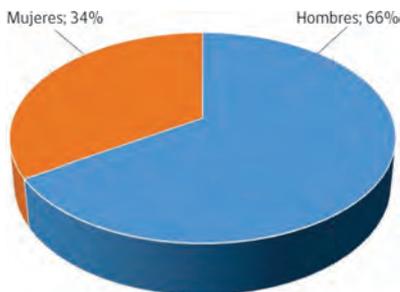


Figura 3. Porcentaje de explotaciones caprinas por género del productor, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

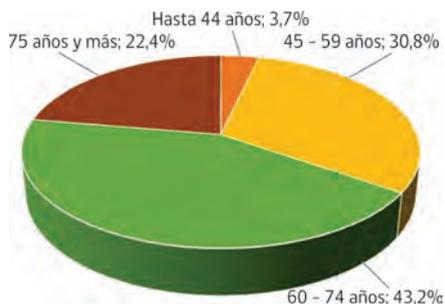


Figura 4. Porcentaje de explotaciones caprinas de acuerdo a la edad del criancero, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

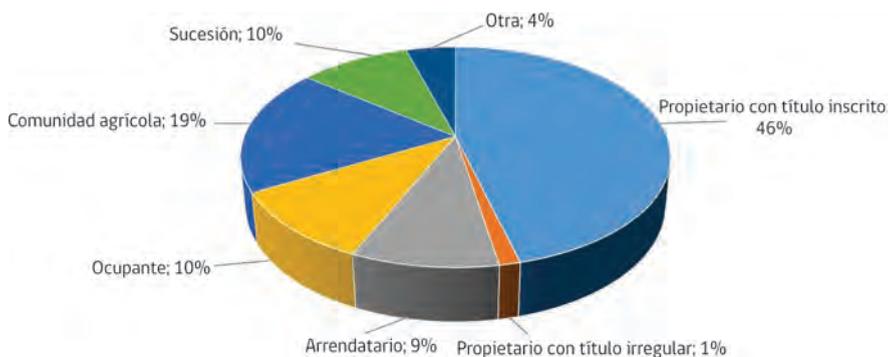


Figura 5. Formas de propiedad predial (%), año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

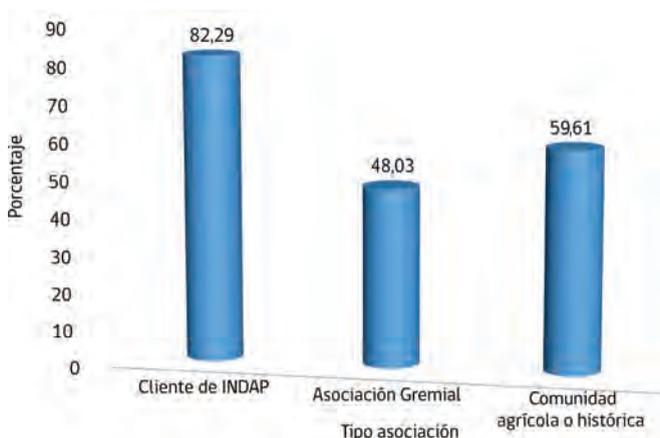


Figura 6. Porcentaje de productores por tipo de agrupación a la que pertenecen, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

Los productores indican que un 36% de sus ingresos dependen en forma exclusiva de lo que genera la actividad agropecuaria que desarrollan. Dentro de las actividades se encuentran la venta de leche, queso y la comercialización de cabritos y animales adultos, (Figuras 7 y 8).

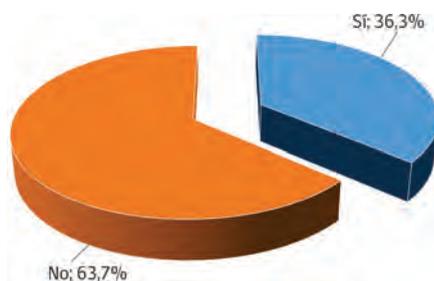


Figura 7. Porcentaje de explotaciones cuyos ingresos provienen exclusivamente de la actividad agropecuaria, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

La producción de leche se inicia el tercer trimestre del año, extendiéndose hasta diciembre para aquellos crianceros que no usan veranadas y hasta marzo, para los que mueven su ganado a estas zonas (Figuras 9 y 10).

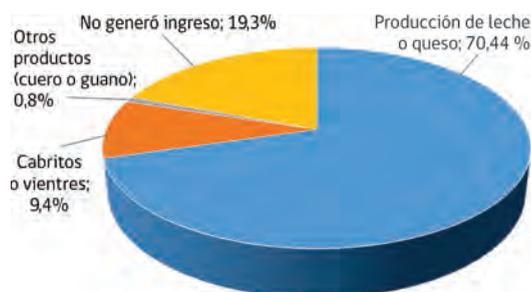


Figura 8. Actividad principal de la explotación, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

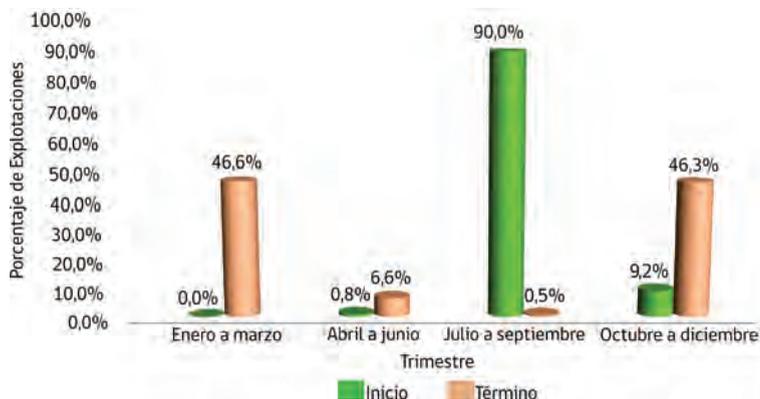


Figura 9. Porcentaje de explotaciones por trimestre de inicio y término de lactancia, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

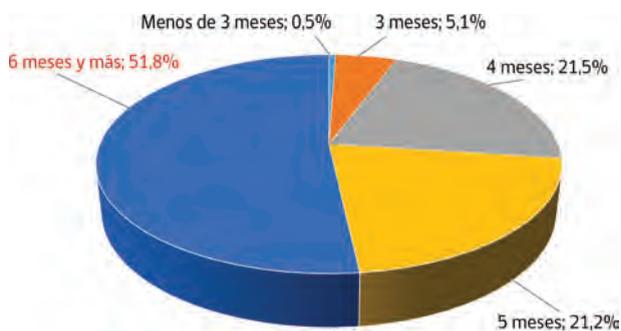


Figura 10. Duración del periodo de lactancia, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

Respecto de la forma de comercialización de los productos generados en las explotaciones, en un 49% de los casos se indica la venta directa a consumidor, seguido por un 30% venta a intermediarios. Llama la atención que, en el año donde se realizó el levantamiento de esta información (2016/2017), casi un 20% de las explotaciones no realizó comercialización y, por ende, no generó ingresos por esta actividad (**Figura 11**).

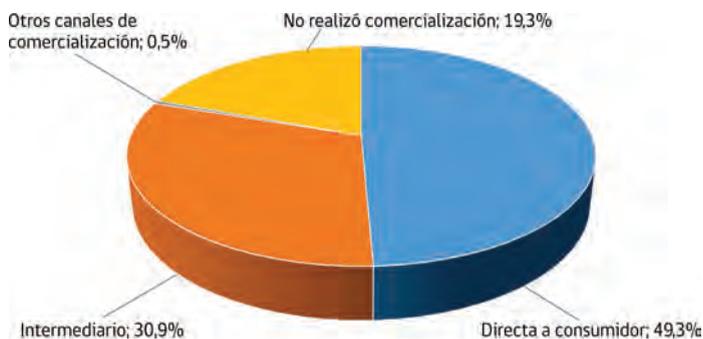


Figura 11. Principales canales de comercialización (porcentaje de explotaciones), año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

2.1.3 Tamaño y composición del rebaño, Región de Coquimbo

La distribución de acuerdo al tamaño del rebaño de cabras por productor se presenta en la **Figura 12**. Se observa que la mayor proporción de crianceros en la Región de Coquimbo, tienen rebaños entre 50 a 199 animales.

El rebaño caprino regional está conformado en un 59% por hembras reproductoras; un 2% machos reproductores; 21% por cabritas de reemplazo y un 18% de cabritos, los que en su mayoría están destinados a la venta como ganado de carne y en una menor proporción como reemplazo de los reproductores. (**Figura 13**).

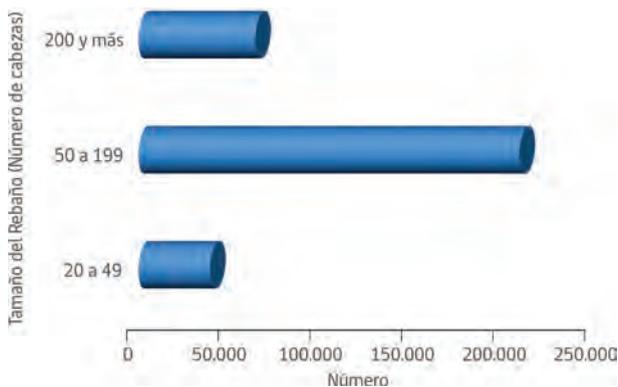


Figura 12. Tamaño de los rebaños caprinos en la Región de Coquimbo, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

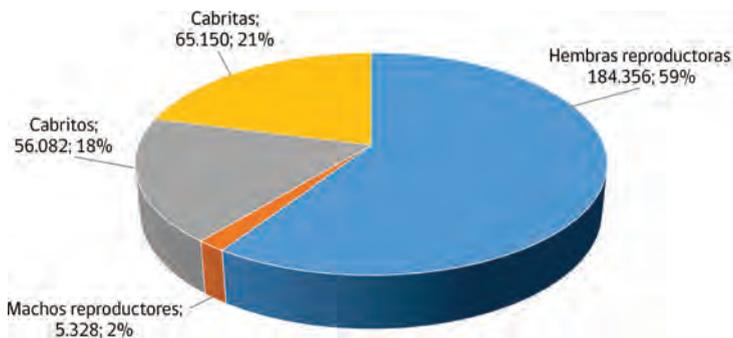


Figura 13. Composición del rebaño caprino en la Región de Coquimbo, año 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

En cuanto a la raza predominante, la mayoría son cabras criollas, seguidos de animales mejorados con razas lecheras, además de aparecer rebaños de cabras Saanen (eminentemente lecheras) y animales de la raza Boer, que están especializados en la producción de carne (**Figura 14**).

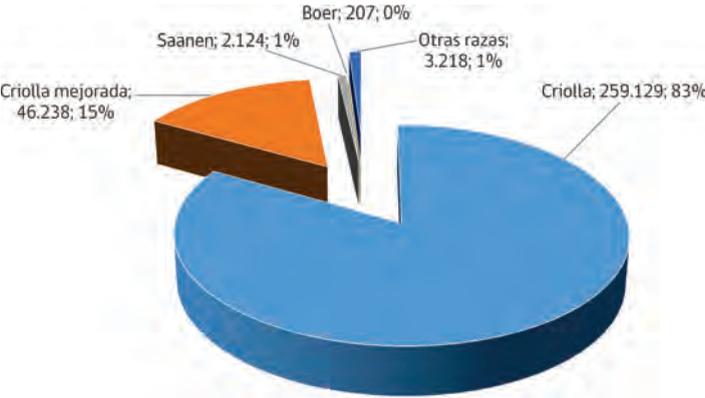


Figura 14. Existencia de ganado caprino por raza, Región de Coquimbo, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

2.1.4 Base alimenticia del ganado caprino

De acuerdo a información INE (2017), los crianceros indican como principales fuentes forrajeras la pradera natural, seguido de arbustos forrajeros, rastrojos, praderas artificiales y mejoradas (**Figura 15**). La pradera natural, sigue siendo la que sustenta esta actividad y, por ende, indica la fragilidad del sistema, ya que la productividad de ésta depende de forma exclusiva de las precipitaciones que se registren año a año.

A los recursos existentes en las explotaciones de los crianceros y el uso de veranadas, se suma el uso de heno de alfalfa, pellet, cubos, como fuentes externas para suplementar a los animales. Llama la atención que más de un 90% de los entrevistados indicó el uso de heno de alfalfa, el que principalmente proviene de la zona centro del país (**Figura 16**). Esto indica la dependencia de esta fuente externa y su impacto económico, sobre todo en épocas de sequía.

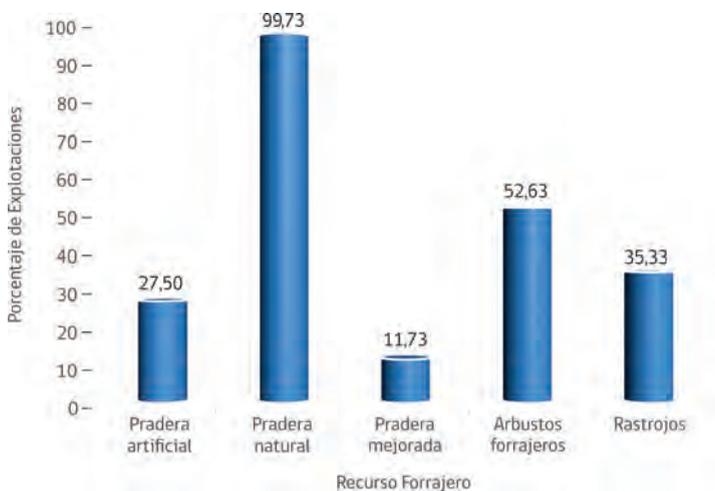


Figura 15. Recursos forrajeros de la explotación agrícola, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

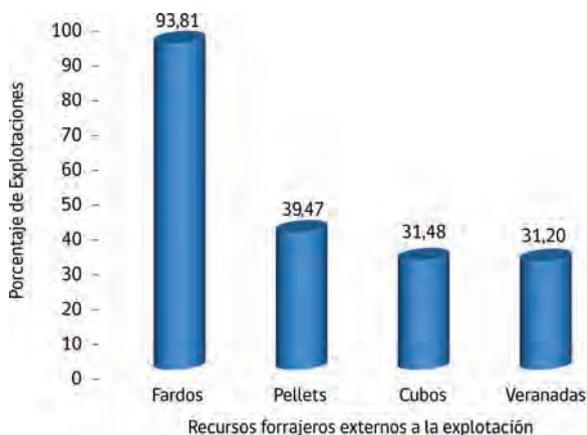


Figura 16. Recursos forrajeros externos de la explotación agrícola, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos INE, 2017.

En época estival, existe un 30% de los crianceros que usan veranadas para alimentar al ganado en este periodo. De esta cifra, un 60% manifiesta realizar esta labor en forma habitual.

Capítulo 3.

Producción y uso de Forraje Verde Hidropónico (FVH)

Cornelio Contreras S.

Ingeniero Agrónomo.
cornelio.contreras@inia.cl

Gonzalo Burgos K.

Ingeniero Agrónomo.

Solano Portilla R.

Ingeniero Agrícola.

Adrián Rojas M.

Técnico Agrícola.

3.1 Antecedentes generales

En capítulos anteriores se ha descrito la realidad de la producción caprina regional, su alta dependencia de las praderas naturales de la zona y la cantidad de lluvia que se registra cada año. Producto de lo anterior, y en la búsqueda de tener mejores condiciones alimenticias para el ganado, cobra importancia evaluar y desarrollar alternativas complementarias a la dieta tradicional, que contribuyan a dar soluciones nutritivas de calidad, especialmente en épocas de escasez de forrajes verdes (octubre-junio), y que además sirvan para suplementar a los animales en épocas claves del ciclo productivo, como lo son el encaste, preñez tardía y lactancia.

La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH), corresponde a la tecnología de producción de biomasa vegetal, que consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo. Usualmente, se utilizan semillas de cereales, debido a la alta digestibilidad y valor nutritivo para la alimentación del ganado, (FAO, 2001).

La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH), representa una alternativa complementaria para la alimentación del ganado en zonas de ganadería extensiva, donde la época seca es prolongada (Dosal, 1987). Es importante señalar que en ningún caso, se plantea esta técnica como competencia de la producción convencional de praderas, sino más bien como un complemento dentro de la dieta.

Múltiples experiencias a nivel mundial han demostrado que la producción FVH presenta alta eficiencia, tanto en aspectos productivos y socio ambientales, como el ahorro de agua, el uso de espacio (intensificación de la actividad productiva), el tiempo de producción (12 a 15 días), la calidad forrajera y valor nutritivo dependiendo de la especie a sembrar, inocuidad y suministro permanente para el ganado. Del mismo modo, se han visualizado ciertas desventajas que apuntan a la desinformación y sobrevaloración del sistema, producto de su inadecuado manejo por falta de capacitación, bajo contenido de materia seca y los costos asociados a la implementación e instalación del sistema.

En cuanto a las variedades forrajeras, se prefieren semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo, dado que en etapa de germinación estos cereales aumentan su valor nutritivo, el contenido de carbohidratos solubles y aminoácidos libres, especialmente durante los primeros 5-7 días de germinación.

3.2 Infraestructura requerida

A continuación, se presentan dos tipos de módulos de producción, pensados para pequeños crianceros de la región. Para ello, se plantea un módulo inicial de 40 bandejas, diseñado en el proyecto que da origen a esta publicación y que se utilizó para fines de investigación y difusión de esta tecnología. Otro módulo será de 200 bandejas, orientado a producción a mayor escala.

3.2.1 Módulos para producción de 40 bandejas

La unidad planteada consiste en una estructura de madera y un sistema de riego que permita automatizar esta labor. La capacidad de esta infraestructura es de 40 bandejas (superficie de siembra de 40 x 30,5 cm, equivalente a 0,122 m²). Los costos respectivos se presentan en el **Cuadro 1**, estimándose el valor de la construcción en \$289.824 (pesos enero 2018), por módulo.

Cuadro 1. Costos construcción módulo 40 bandejas.

Ítem	Valor total (\$)
Electricidad	12.009
Equipo	30.190
Madera	40.280
Polietileno (PE) y Polietileno de alta densidad (HDPE)	41.752
Tubos y fitting de PVC	28.239
Varios	98.912
Imprevistos	8.441
Instalación	30.000

Mayor detalle en **Anexo 1**.

Los pasos a seguir para la implementación de esta estructura son los siguientes:

- Construcción de bastidores.
- Unión de bastidores.
- Instalación de polietileno.
- Instalación de sistema de riego.

Construcción bastidores:

La estructura se compone de tres bastidores elaborados con madera de pino de 2"x 2", los que se unen a través del uso de largueros del mismo material. La **Figura 17**, muestra las medidas de los bastidores utilizados para la construcción del módulo.

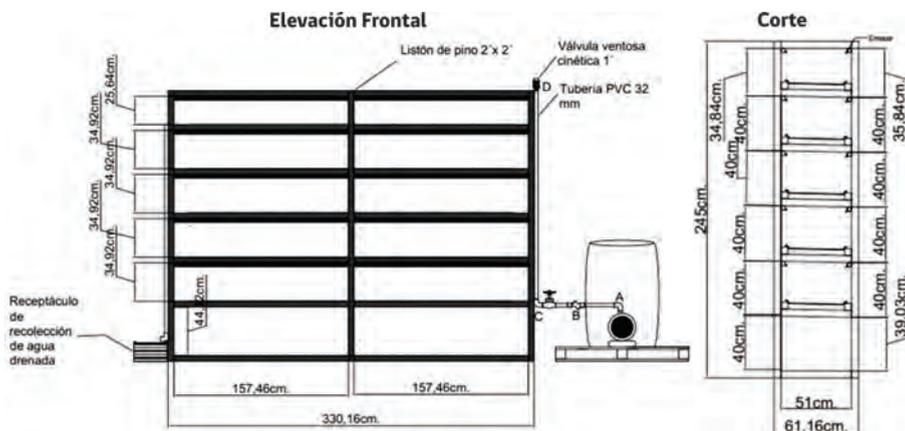


Figura 17. Esquema de bastidores de madera utilizados en la construcción del módulo de producción de FVH.

Unión de bastidores:

En este paso, como su nombre lo indica, se unen los bastidores, pero además se refuerza la estructura por medio de la incorporación de escuadras en las esquinas y cadenas de unión. En la **Figura 18** se muestran los tres bastidores en terreno, listos para ser unidos.



Figura 18. Bastidores armados y dispuestos en terreno para su unión.

El primer paso consiste en la unión de los bastidores usando largueros completos, como se indica en la **Figura 19**.



Figura 19. Bastidores unidos y con escuadras instaladas.

Instalación de polietileno:

El módulo construido contempla el revestimiento con polietileno, espesor de 500 micrómetros y filtro U.V. Para esto se utilizan tablas cubrejuntas (charlatas) por todo el borde del plástico a instalar, sobre las cuales se enrolla el nylon (2 vueltas), para posteriormente ser clavadas a la estructura por medio del uso de clavos de 1 1/2" (**Figura 20**).

Es de gran importancia que el polietileno a instalar quede lo más tenso posible para evitar la rotura del material, producto del movimiento producido por el viento. Es importante destacar que sobre el polietileno se instala una malla Raschel con un cubrimiento de 80%, para dar oscuridad durante los primeros días de desarrollo de las plantas y promover un rápido crecimiento de las mismas (etioloado).



Figura 20. Módulo de producción en proceso de instalación de cobertura de polietileno.

Instalación del sistema de riego:

El sistema de riego está compuesto por un estanque de HDPE con capacidad para 200 litros de agua, además una motobomba con capacidad para impulsar 0,69 metros cúbicos por hora y una presión de 17,5 metros de columna de agua. A continuación de la motobomba se instala un filtro de malla, de 120 mesh, con entradas de 1" H.E. Luego se debe instalar una válvula de compuerta, la que actúa como reguladora de presión. Los elementos nombrados se muestran en la **Figura 21**.



Figura 21. Elementos utilizados para el armado del cabezal de riego del módulo FVH.

Lo anterior deriva en una tubería de PVC de 32 milímetros, que recorre verticalmente el costado del módulo, alimentando las tuberías que distribuye el agua de riego en cada uno de los pisos de cultivo, como se muestra en la **Figura 22**.

En cada piso, la conducción del agua de riego se lleva a cabo con tuberías de polietileno de 16 mm, disponiendo una tubería en la parte anterior y otra en la parte posterior del módulo, como se muestra en las **Figuras 23 y 24**.



Figura 22. Vista lateral del módulo de producción de forraje verde hidropónico, donde se aprecia la tubería de alimentación de agua de riego.

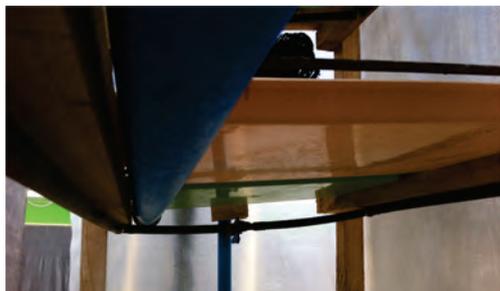


Figura 23 y 24. Disposición de tuberías de polietileno utilizadas para la conducción del agua hacia los emisores.

Sobre las tuberías de polietileno se instalan emisores del tipo nebulizador, con un abanico de 180 grados y un caudal de 23 litros por hora (**Figura 25**).

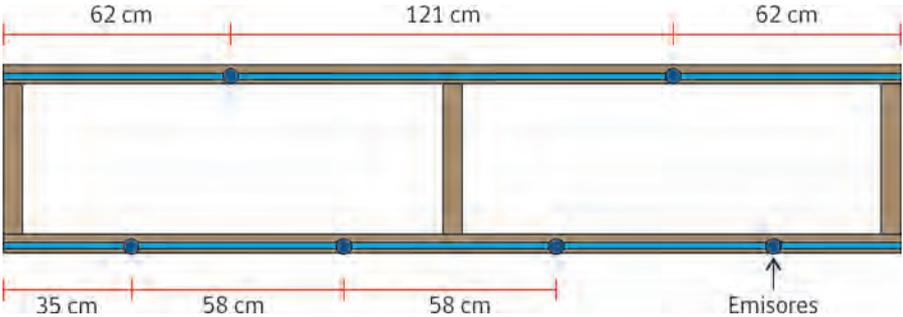


Figura 25. Vista de planta del módulo, indicando la disposición de los emisores.

Por último, en la cara anterior del módulo, se dispone en cada piso una tubería de PVC de 50 mm cortada longitudinalmente, de forma tal que actúa como canaleta recolectora del agua no retenida por el cultivo (**Figura 26**), la que es conducida hacia un manifold que descarga el agua en una batea dispuesta para ello.

La frecuencia de riego, bajo las condiciones de Ovalle, es de pulsos de riego de un minuto.



Figura 26. Disposición de la canaleta de recuperación de agua drenada.



Figura 27. Módulo terminado y listo para la producción de FVH.

3.2.2 Módulos para producción de 200 bandejas

En la búsqueda de un módulo de mayor capacidad y con el fin de realizar economías en la infraestructura, se plantea la construcción de una estructura con una capacidad de 200 bandejas de casino (0,4 x 0,3 m). Este módulo se proyecta en perfiles de acero galvanizado con 5 pisos, y sus dimensiones son: 7,12 m de largo, 2 m de alto y 1 metro de ancho (**Figuras 28 a y b**).

El sistema contempla además el uso de una bomba y programador de riego para automatizar esta labor, por ende, el predio debe contar con una fuente de agua y energía eléctrica. El diseño de este módulo, el listado de materiales y su costo se presenta en las Figuras 28 y **Cuadro 2**.

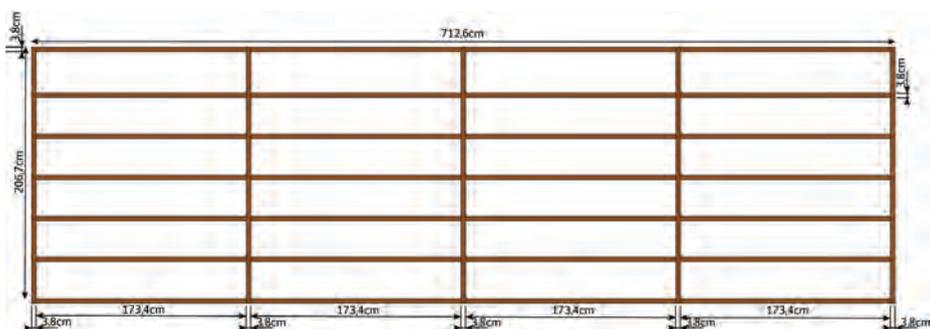


Figura 28 a. Módulo de producción de FVH propuesto, elevación lateral.

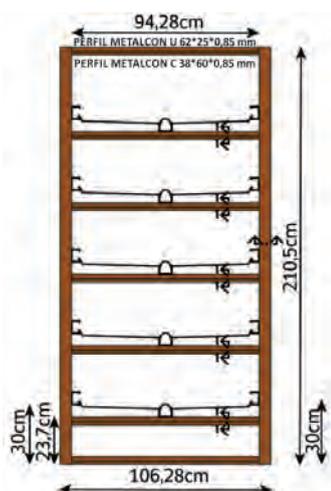


Figura 28 b. Módulo de producción de FVH propuesto, elevación frontal.

Cuadro 2. Costo para un módulo de producción de FVH de 200 bandejas.

Ítem	Valor (\$)
Materiales eléctricos	12.009
Bomba de riego	117.990
Instalación (Mano de obra)	60.000
Perfiles de acero galvanizado	89.277
Tambor de 200 L	15.000
Tubería y fitting de PVC	237.398
Varios (bandejas de casino, otros)	413.557
Total	945.231

Mayor detalle en Anexo 2.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Proceso de producción de forraje verde

El primer paso del proceso de producción tiene relación con la elección de las especies a cultivar. Para ello, se debe considerar la disponibilidad de las semillas a nivel local, además de su valor y porcentaje de germinación, ya que estos factores afectan directamente el costo de producción del FVH.

La oferta de semillas y su valor, tomando como referencia la disponibilidad de semillas en Ovalle y el precio de éstas en la feria modelo de esa comuna, se presentan en el **Cuadro 3**. Dados estos valores, se puede indicar que la especie de menor costo es avena, seguido de maíz y trigo.

Cuadro 3. Valor comercial de semillas en el mercado de Ovalle en febrero 2018.

Nombre especie	Valor (\$/kg)		
	Sin IVA	IVA	Total
Alpiste	1.008	192	1.200
Avena	252	48	300
Cebada	1.261	239	1.500
Chícharo	1.849	351	2.200
Lenteja	1.849	351	2.200
Maíz rojo	504	96	600
Maíz amarillo	336	64	400
Poroto blanco	1.849	351	2.200
Poroto rojo	1.849	351	2.200
Poroto plomo	1.849	351	2.200
Trigo blanco	504	96	600
Trigo candeal	588	112	700

Fuente: Elaboración propia.

El establecimiento y desarrollo de un cultivo de forraje bajo el sistema de hidroponía puede ser separado en las siguientes etapas:

- a) Remojo y limpieza de semillas.
- b) Desinfección.
- c) Germinación.
- d) Establecimiento.
- e) Aplicación preventiva contra hongos.
- f) Riego.
- g) Cosecha.

Antes de proceder con los pasos descritos, hay que responder a la siguiente pregunta: *¿Qué dosis de semillas se debe utilizar por unidad de superficie?*. Para ello, se tomaron 20 semillas de cada especie (4 repeticiones), se colocaron

en una placa Petri sobre papel húmedo y se revisó la cantidad de semillas que germinaron transcurridas 48 horas. Con este valor, se calcula el porcentaje de semillas germinadas y luego, en base a este valor se calcula una dosis ajustada que en este caso se presenta por bandeja y por m².

Llama la atención el bajo porcentaje de germinación observado, para poroto rojo, alpiste, avena y cebada. Estos datos, ratifican la necesidad de la prueba de germinación, ya que, sin ella, se podría establecer una cantidad insuficiente de semillas, obteniéndose una menor producción (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Porcentaje de germinación observado y dosis de semilla por especie.

Especie	Porcentaje germinación	Dosis ajustada (g/bandeja 0,12 m ²)	Dosis (kg/m ²)
1 Alpiste	58,7	430	2,7
2 Avena	71,2	499	3,1
3 Cebada	72,5	600	3,8
4 Chícharo	97,5	605	3,8
5 Lenteja	98,7	479	3,0
6 Maíz amarillo	91,2	678	4,3
7 Maíz rojo	88,7	631	4,0
8 Poroto blanco	95,0	616	3,9
9 Poroto plomo	81,2	789	5,0
10 Poroto rojo	67,5	973	6,1
11 Trigo blanco	97,5	528	3,3
12 Trigo candeal	96,2	530	3,3

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida la cantidad de semilla el proceso tiene las siguientes etapas:

- a) **Remojo y limpieza de semillas:** el remojo y limpieza de las semillas se hace en un contenedor que permite cubrirlas con agua, como se muestra en la **Figura 29**.

Cuando las semillas son cubiertas con agua, una parte de éstas quedan en el fondo del contenedor y otra parte flotando en la superficie. Las semillas que flotan (semillas en mal estado o vanas y que no germinan) y cualquier otro ele-



Figura 29. Contenedor con semillas en remojo.

mento distinto debe ser removido utilizando un colador. Una vez hecho esto, se deben mantener las semillas en remojo por un período comprendido entre 6 y 13 horas, dependiendo de la especie a establecer.

- b) **Desinfección:** una vez cumplido el tiempo de remojo, las semillas se desinfectan por medio del uso de hipoclorito de sodio (cloro), disuelto al 1%, en una proporción de 10 cc por cada litro de agua. Una vez aplicado, se debe dejar reposar por 3 a 5 minutos y luego se elimina el agua con cloro y se enjuagan muy bien las semillas para eliminar todo el excedente.
- c) **Germinación:** luego de la desinfección de las semillas, se procede con la germinación. Para lograr una adecuada germinación, las semillas deben encontrarse en un ambiente que proporcione humedad estable, temperatura, aire e idealmente una baja incidencia de luz. Estas condiciones se logran guardando las semillas en un saco con algo de porosidad, como un saco harinero o el mismo utilizado en la venta de semillas. Éste mantendrá una condición de humedad, temperatura y semioscuridad, permitiendo, a su vez, que el exceso de humedad drene libremente fuera del contenedor (**Figura 30**).

Luego de transcurrido el tiempo de remojo y depositadas las semillas en el saco, éstas deben permanecer por un período entre 36 y 48 horas, de acuerdo a la velocidad de germinación, hasta que la semilla emita una radícula de 5 a 10 milímetros de longitud (**Figura 31**).



Figura 30. Saco con semillas remojadas en su interior.



Figura 31. Semillas con la radícula formada, listas para su siembra.

- d) **Establecimiento:** una vez que las semillas ya presentan la radícula formada, se procede a establecerlas sobre la bandeja en forma uniforme, asegurando un correcto traslape y cubrimiento de la bandeja (**Figura 32**).
- e) **Aplicación preventiva contra hongos:** para prevenir la incidencia de hongos, a los siete días después de siembra, se aplica una solución de cal con agua, en una proporción de 50 gramos de cal por cada 8 litros de agua, lo que provoca un aumento del pH en la zona de cultivo, generando condiciones desfavorables para el desarrollo de hongos. Esta aplicación se puede llevar a cabo con el uso de un pulverizador manual o una bomba de espalda (**Figura 33**).



Figura 32. Bandejas de cultivo con las semillas dispuestas para la producción.



Figura 33. Pulverizadores que pueden ser utilizados para la aplicación de solución cal-agua.

- f) **Riego:** el riego es aplicado mediante aspersión, con dos emisores del tipo microjet de 360° y un caudal de 23 L/h. El número de riegos diarios dependerá del tiempo que las semillas se mantengan húmedas (en el sector de Potrerillos Alto, Ovalle, en período de máxima demanda se realizaron dos riegos, de un minuto cada uno, al día).
- g) **Cosecha:** a los 14 días después de la siembra o cuando se presenta un amarilleo de las puntas de las hojas del FVH, se retira el pan de forraje de la bandeja y se deja secar en un lugar donde no le llegue luz directa, idealmente esté expuesto a una corriente de aire (**Figura 34**). Si se quiere entregar el forraje directamente a los animales, se debe dejar secar por un día, pero si el objetivo es secar y guardar el forraje, se debe secar por al menos cuatro a cinco días, buscando alcanzar un contenido de humedad similar a la que presenta un fardo (13 - 15% de humedad).

En resumen, los pasos a seguir para asegurar el éxito en la obtención de FVH considera las siguientes etapas claves una vez seleccionada la especie a establecer, estas etapas son: remojo y limpieza de la semillas; desinfección de semillas con hipoclorito de sodio al 1% por 3 a 5 minutos (importante lavar después de la



Figura 34. Disposición de los panes de forraje para su secado.

desinfección); Germinación de semillas 36 a 48 horas; establecimiento de acuerdo a la dosis por especie (2 a 3 kg/m²); aplicación preventiva de cal; crecimiento y riego; y cosecha que se efectúa entre los 12 a 15 días (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Cronograma de etapas y días destinados a la producción de FVH.

Etapas Producción FVH	Días														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Remojo y limpieza de la semillas															
Desinfección de semillas															
Germinación de semillas															
Establecimiento															
Aplicación preventiva de cal															
Crecimiento y riego															
Cosecha															

3.4 Producción y composición por especie

La producción registrada (materia verde y seca) por especie se presenta en el **Cuadro 6**, se observan rendimientos entre 357 a 2.599 g de materia verde por bandeja (0,12 m²) para alpiste y chícharo respectivamente. Al expresar los rendimientos en materia seca, las especies más productivas son trigo candeal, cebada y avena.

Cuadro 6. Producción obtenida por distintas especies cultivadas.

Especie	Materia verde (g/bandeja)	Porcentaje Materia Seca	Materia Seca (kg/bandeja)
Avena	2.000	28,0	0,5
Alpiste	357	24,9	0,1
Lenteja	1.503	9,3	0,1
Chícharo	2.560	13,5	0,3
Trigo blanco	1.435	29,5	0,4
Trigo candeal	2.297	29,3	0,6
Cebada	2.481	24,5	0,6
Maíz amarillo	1.129	36,1	0,4
Maíz rojo	960	37,6	0,3

Fuente: Elaboración propia.

La selección de un suplemento en una dieta animal involucra varios factores, como el valor nutricional (nutrientes que aporta) y el costo asociado. Generalmente, los suplementos interesan por su aporte de proteína y/o energía metabolizable, y por su disponibilidad y oportunidad de acceso al producto. Técnicamente, el factor que debiera primar es el valor nutricional del alimento, no obstante, la mayoría de las veces juega un rol decisivo el costo y la facilidad de acceder a los productos, sobre todo en zonas rurales alejadas de centros urbanos, que es la característica de las explotaciones caprinas regionales.

Cuando se habla de forraje para la alimentación de ganado, se debe entender como un conjunto de nutrientes, que son utilizados para suplir las necesidades del ganado para su mantención y producción, ya sea de leche o carne, de acuerdo con el propósito que busca el criancero. Para ello se cuantificó el aporte nutricional de cada especie.

El análisis químico se hizo a muestras homogenizadas lo que correspondió a una masa de un kilogramo por cada especie. Estas muestras fueron sometidas a un secado a 60°C por 48 horas en una estufa de aire forzado, para luego ser embaladas y enviadas al laboratorio de suelos y forrajes de INIA REMEHUE, en Osorno. Los resultados de los análisis realizados a las diez alternativas forrajeras se muestran en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Resultados de análisis químico de diez alternativas forrajeras establecidas bajo el sistema FVH.

Especie	MS (%)	Pt (%)	Digestibilidad "In vitro" (%)	Energía metabolizable (Mcal/kg)
Alpiste	25,0	23,6	68,5	2,4
Avena	28,0	13,9	45,8	1,7
Chícharo	13,6	32,1	93,0	3,2
Cebada	4,6	17,2	66,1	2,3
Lenteja	9,4	34,7	80,0	2,8
Maíz amarillo	36,1	8,1	89,3	3,2
Maíz rojo	37,7	7,6	89,4	3,1
Trigo blanco	3,0	22,6	68,4	2,4
Trigo candeal	29,4	27,3	74,4	2,6
Heno de alfalfa	85,1	16,2	57,1	2,1

MS: Materia Seca; Pt: Proteína Total.
Fuente: Elaboración propia

Se observan diferencias entre especies de acuerdo a lo que se expone a continuación:

Para proteína total, se observan valores extremos de 34,7% en el caso de la lenteja y 7,6% para el maíz rojo. Con respecto a la lenteja y chícharo, si bien presentan un elevado contenido proteico, es importante indicar, que estos porcentajes son excesivamente altos para alimentación animal y podrían constituir solo una fracción de la dieta diaria, como suplemento. Por otra parte, dentro de las forrajeras no leguminosas, el trigo candeal presenta el mayor contenido proteico (27,3%), superando al heno de alfalfa (16%) utilizado como testigo.

Para Energía Metabolizable (Mcal/kg), el mayor valor lo presenta el maíz amarillo (3,2 Mcal/kg) y el menor la avena (1,7 Mcal/kg). Al contrastar el aporte energético con la digestibilidad, relación que implica un mayor aporte al animal, los mayores valores de energía y de digestibilidad se observan con maíz rojo y maíz amarillo. Una vez analizado el contenido de cada nutriente por parte de las diferentes alternativas forrajeras, se puede determinar el costo de cada unidad de nutriente. Esta información permitirá la elección de la alternativa más adecuada en la relación costo/aporte nutricional para la elaboración de una ración, de acuerdo a los requerimientos de los animales.

A continuación, se presenta la valorización de cada unidad de nutriente de las diez alternativas forrajeras analizadas (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Costo unitario de los nutrientes aportados por cada una de las alternativas forrajeras analizadas.

Especie	\$/kg MS ¹	Proteína total (\$/kg)	Energía metabolizable (\$/Mcal)
FVH Avena	349	2.398	201,1
FVH Alpiste	4.563	19.554	1.922,5
FVH Lenteja	7.033	19.755	2.620,9
FVH Chícharo	4.017	12.713	1.286,2
FVH Trigo blanco	776	3.500	337,4
FVH Trigo candeal	505	1.783	204,0
FVH Cebada	1.107	7.722	541,7
FVH Maíz amarillo	838	10.391	268,9
FVH Maíz rojo	1.486	19.055	500,4
Heno de alfalfa	332	2.049	161,2

¹ Para un módulo de 40 bandejas, no considera costo de mano de obra.
Fuente: Elaboración propia.

Dada la composición nutricional de las especies analizadas, su costo de producción y/o adquisición y el valor por nutriente, la alternativa de mayor viabilidad, desde el punto de vista económico lo constituye el heno de alfalfa, no obstante, si se busca generar producción propia de forraje con recursos hídricos limitados, como complemento a la producción de la pradera natural, serían alternativas los cultivos de forraje verde hidropónico de avena, seguido del trigo y trigo blanco.

3.5 Efecto del uso FVH de avena en producción de leche

Dadas las alternativas utilizadas en alimentación del ganado, se planteó el reemplazo en distintos porcentajes de una dieta en base a heno de alfalfa, con forraje verde hidropónico de avena y su efecto sobre el peso vivo y la producción de leche de cabras, este ensayo se realizó en el sector Huampulla, perteneciente a la comuna de Río Hurtado (309082.00 E; 6632244.00 S) El periodo de evaluación abarcó desde el 1 de julio al 30 de noviembre del año 2017.

Para esta evaluación se utilizaron cabras criollas de similar número de parto (n=12, 4 repeticiones por dieta) y misma fecha de parición. Estos animales se dividieron en tres grupos, a los que se les proporcionó en forma diaria una dieta, compuesta exclusivamente por heno de alfalfa, otra de 25% forraje verde hidropónico (FVH) avena y 75% heno de alfalfa y la tercera 50% de cada ingrediente de la dieta ya indicada (en base a materia seca). En forma diaria y en comederos independientes se entregó la cantidad de heno de alfalfa y FVH por tratamiento y animal (**Figuras 35 y 36**).



Figura 35. Consumo de forraje verde hidropónico.



Figura 36. Animales utilizados en el ensayo.

Los animales se mantuvieron desde parición, hasta el término del ensayo, en corrales individuales, donde se les suministró la dieta y con acceso a agua.

El FVH de avena, fue producido en el mismo predio y una vez cosechado, se dejó secar un día para luego ser pesado y suministrado en el comedero de cada animal. El heno de alfalfa fue adquirido a un proveedor local.

3.6 Composición del FVH de avena y heno utilizado

En el **Cuadro 9**, se aprecia la composición nutritiva del FVH de avena (**Figura 37**) (incluye parte aérea, raíz y granos no germinados) y heno de alfalfa utilizados. Se puede indicar al respecto que el FVH, presenta un valor que puede ser considerado medio de proteína y energía, altos niveles de fibra y un bajo nivel de lignina y celulosa, lo que lo convierte en una alternativa de buen valor nutricional.

Cuadro 9. Composición nutricional del FVH de avena.

Variable	FVH Avena	Heno alfalfa
M.S 105°C (%)	90,5	85,1
Proteína total (%)	12,2	16
Digestibilidad "in vitro" (%)	55,7	57,1
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	1,98	2,06
Fibra Detergente Ácido (%)	30,1	44
Fibra Detergente Neutro (%)	58,4	56
Cenizas (%)	5,2	7,95
Energía neta de lactancia (Mcal/kg)	1,22	1,30
Lignina (%)	6,1	11
Celulosa (%)	1,96	29

Fuente: Elaboración propia.



Figura 37. Forraje verde hidropónico de avena utilizado.

Consumo de materia seca:

El consumo de materia seca bordeó los 2 kg/animal/día, siendo mayor en aquellas dietas que incorporan FVH.

El consumo de alimento disminuyó en el periodo 60 a 90 días, pudiendo atribuirse a que en ese periodo se realizó el destete. Estadísticamente consumieron mayor materia seca aquellos animales alimentados con un 75% de heno de alfalfa y un 25% de FVH de avena (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Consumo de alimento (g Materia Seca/ Animal).

Días Lactancia	Solo Heno Alfalfa	75% Heno Alfalfa + 25% FVH	50% Heno Alfalfa + 50% FVH
1 a 30	1.668 a	1.720 a	1.609 b
30 a 60	2.148 a	2.187 a	2.051 b
60 a 90	1.732 b	1.854 a	1.842 a
90 a 120	2.037 b	2.138 a	2.124 a
120 a 150	2.201 b	2.250 a	2.271 a
Media	1.957 b	2.030 a	1.979 a

Fuente: Elaboración propia

En forma diaria, se colectó la cantidad de alimento no consumido por los animales y por diferencia respecto de lo entregado, se estableció el rechazo de cada dieta. Se observa que el heno de alfalfa registró mayores valores de rechazo, ya sea como ingrediente único de la dieta o en combinación con el FVH. A mayor porcentaje de FVH se observó un mayor valor del rechazo por heno, lo que presumiblemente estaría indicando cierta preferencia de los animales por el FVH en desmedro del heno de alfalfa (**Cuadro 11**).

Cuadro 11. Rechazo de alimento (%).

Días Lactancia	50% heno alfalfa + 50% FVH		75% heno alfalfa + 25% FVH		Solo heno alfalfa
	heno	FVH	heno	FVH	
1 a 30	17,9	8,2	9,0	5,5	12,4
30 a 60	17,4	5,0	9,9	2,0	13,6
60 a 90	29,5	5,7	22,4	3,6	24,7
90 a 120	10,2	3,5	6,8	3,6	11,4
120 a 150	0,8	1,9	0,6	4,0	4,3
Media	15,2	4,9	9,7	3,8	13,3

Fuente: Elaboración propia

Peso vivo:

Durante los dos primeros meses del ensayo se evaluó el peso de las cabras y se procedió a calcular su variación en dicho periodo. La ganancia de peso diario promedio fue de 150 g/día, sin diferencias significativas entre los grupos. En promedio, las cabras aumentaron entre 27-31% su peso vivo desde el inicio del ensayo (**Figura 38**).

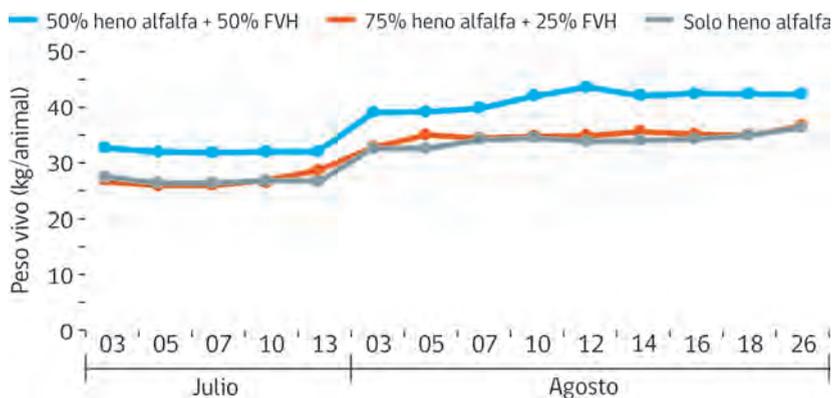


Figura 38. Peso vivo de las cabras según dietas de alimentación.

Producción de leche:

La producción de leche total del periodo (150 días) osciló entre 125 a 132 litros, no existiendo diferencia entre los grupos de animales alimentados con las distintas dietas (**Cuadro 12**).

Cuadro 12. Producción de leche por tratamiento de alimentación evaluado.

Tratamiento	Leche (L/animal)	Rango (L/animal)
50% Heno Alf. + 50% FVH	129,1 a	95 a 180
75% Heno Alf. 25% FVH	124,9 a	84 a 208
Solo Heno Alfalfa	131,2 a	106 a 170
Pr>F	0,982	
C.V. (%)	37,12	

Fuente: Elaboración propia

Si bien la inclusión de FVH de avena, no provoca un incremento en la producción de leche, sí se observa un efecto en la persistencia de la producción, sobre todo en la dieta que recibió un 50% de FVH, en donde se observa una producción más estable en el tiempo, no registrando la merma productiva que se aprecia en las otras dietas desde los 90 días de lactancia en adelante (**Figura 39**). Esto tiene un efecto positivo, ya que permite un mayor volumen de leche hacia el final de la lactancia y, por ende, existe una mayor cantidad de materia prima para la elaboración de quesos, cuando la oferta de este producto tienda a disminuir. Con esta información se puede indicar que es factible reemplazar hasta un 50% del heno de alfalfa por FVH de avena, sin afectar la producción.

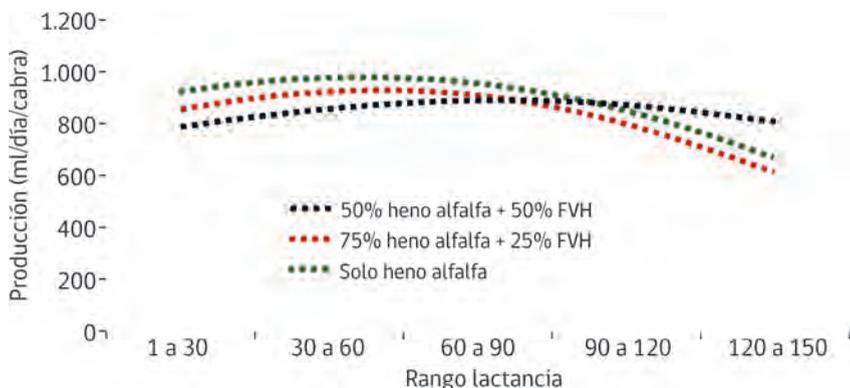


Figura 39. Curvas ajustadas de producción de leche por dieta utilizada.

Capítulo 4.

Factibilidad de uso de FVH en comparación a otras alternativas de suplemento

Cornelio Contreras S.

Ingeniero Agrónomo.
cornelio.contreras@inia.cl

Gonzalo Burgos K.

Ingeniero Agrónomo.

Loreto Rojas L.

Ingeniero Comercial

Se ha planteado la utilización del forraje verde hidropónico (FVH) de avena como alternativa de suplementación alimenticia para cabras, demostrándose la factibilidad técnica de su producción y la calidad nutricional de este alimento. Sin embargo, no existe información sobre la factibilidad económica de su uso y es por ello que se plantea la evaluación del costo del uso de esta tecnología, considerando los siguientes escenarios:

- a) Alimentación exclusiva en base a pradera natural.
- b) Alimentación en base a pradera natural, más la elaboración y uso de forraje verde hidropónico como suplemento por 225 días y su efecto en producción de leche y carne, en condiciones de un año seco.
- c) Alimentación en base a pradera natural, más la compra y uso de heno de alfalfa entregado como suplemento por 225 días y su efecto en producción de leche y carne, en condiciones de un año seco.
- d) Alimentación en base a pradera natural, más la compra y uso de avena grano como suplemento y su efecto en producción de leche y carne, en condiciones de un año seco.

Todos los escenarios a describir consideran pradera natural como base de la alimentación del ganado y el uso de los suplementos en tipo, cantidad y tiempo de suplementación para tres de ellos según el siguiente detalle (**Cuadro 13**):

Cuadro 13. Detalle de escenarios considerados en la evaluación.

Ítem	Solo pradera natural	Producción y uso de FVH	Heno alfalfa	Avena grano
Número de cabras (a)	50	50	50	50
Días a suplementar ¹ (b)	0	225	225	225
Cantidad de suplemento (kg MS/día/cabra) (c)	0	0,675	0,550	0,300
Cantidad total MS (kg) (a*b*c)	0	7.594	6.188	3.375

¹ 30 días antes del encaste, 45 días antes del parto y 150 días de lactancia.

Fuente: Elaboración propia.

4.1 Simulaciones consideradas para suplementación animal

Supuestos y requerimientos:

- La producción de FVH solo puede ocurrir en aquellos predios con disponibilidad de agua y energía eléctrica.
- Para la producción de FVH se requiere una inversión inicial por criancero de \$4.254.194, que debe ser solventada con recursos propios o por terceros (PDI INDAP u otros).
- Se requiere compromiso, rigurosidad y constancia en el uso de esta tecnología (trabajo diario).
- Para la compra de heno o avena grano, se deben disponer recursos del criancero u otra fuente de financiamiento en forma permanente.

4.2 Determinación costo producción

a) Uso de pradera natural

No se cuenta con los elementos necesarios para poder estimar un valor del kilogramo de materia seca producido por la pradera natural, ya que esta no es manejada (regada y/o fertilizada). Además, los animales son los que colectan directamente el forraje. Este escenario simularía la condición de los crianceros cuando hay sequía sin uso de suplementos y que involucra bajas tasas reproductivas, producción y altos riesgos de mortalidad de parte del rebaño.

b) Elaboración y uso de FVH de avena como suplemento

Antecedentes:

Dada la disponibilidad de agua, la capacidad de producción y un porcentaje de inclusión en la dieta de un 30% de FVH, y considerando los supuestos detallados en el Cuadro 13, se deben producir en forma diaria 128 kg de materia verde de FVH, lo que equivale a 33,75 kg de MS/día para poder suplementar 50 animales (**Cuadro 14**).

Cuadro 14. Antecedentes para la estimación del costo de producción del FVH de avena.

Número de cabras	50
Porcentaje de inclusión FVH en la dieta	30
Kilogramo de MS de FVH animal/día	0,675
Kilogramo de MS FVH plantel/día	33,75
Días suplementación	225
Porcentaje de MS FVH Avena	28
Número de bandejas requeridas /día	60
Kilogramo de semillas por bandeja	0,38
Módulos de producción requeridos (200 bandejas)	5

Fuente: Elaboración propia.

Inversión requerida:

Para lograr entregar la suplementación deseada se requiere construir y operar cinco módulos con una capacidad de 200 bandejas plásticas tipo casino. Lo anterior se debe a que se requieren sembrar y cosechar en forma diaria 60 bandejas. La estructura se proyecta en acero galvanizado de 5 pisos, y sus dimensiones son de 7,12 m de largo por 2 m de alto y 1 m de ancho.

Además de lo anterior, el sistema contempla el uso de una bomba y programador de riego para automatizar esta labor, por ende, el predio debe contar con una fuente de agua y energía eléctrica.

En el **Cuadro 15**, se presenta el resumen de las inversiones requeridas para la producción y utilización de FVH.

Cuadro 15. Detalle de Inversiones.

Ítem	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Total (\$)
Módulo 200 bandejas	5	827.241	4.136.204
Electrobomba Pedrollo modelo CPm-130, 0,37 kW	1	117.990	117.990
Total			\$4.254.194

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de una cosecha de Forraje Verde Hidropónico, se contempla un período de 14 días, desde el remojo de la semilla hasta la cosecha. Para la operación durante el periodo considerado (225 días) de los módulos descritos, los costos de mano de obra por día, considerando la siembra y cosecha de 60 bandejas, son los que se indican en el **Cuadro 16**, tomando como referencia un valor de jornada/hombre de \$19.000.

Para la operación y mantención de los módulos de FVH se requiere de \$6.657.021 por año, valorizando la mano de obra requerida para las distintas labores.

Cuadro 16. Valorización mano de obra (\$/día) para un sistema productivo que suplementa a un plantel de 50 cabras.

Actividad	Horas	Días	Costo (\$/día)
Siembra y remojo	1,5	0,19	3.563
Riego, desinfección	0,7	0,09	1.781
Cosecha y limpieza	6,0	0,75	14.250
Total	8,3	1,03	19.594

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17. Costos producción (\$) total periodo de suplementación.

Ítem	Cantidad	Valor Unitario	Total
Semillas avena (kg)	5.145,55	300	1.543.665
Cal (kg)	0,12	121	15
Cloro (L)	17,60	800	14.079
Electricidad	5,55	150	833
Agua (m ³)	13,16	80	1.053
Mantenimiento infraestructura (unidad)	5,00	50.000	250.000
Depreciación infraestructura	5,00	82.724	413.620
Depreciación motobomba	1,00	11.799	11.799
Mano de obra (JH) (1,03*225 días)	232,73	19.000	4.421.958
Total			6.657.021

Fuente: Elaboración propia.

En el **Cuadro 18** se indican los rendimientos obtenidos expresados en materia seca y el costo por kilogramo, considerando o no, el valor de la mano de obra.

Cuadro 18. Rendimiento y costo, con y sin mano de obra (MO).

Producción (kg MS/año)	Costo (\$/kg MS) con ¹ M.O.	Costo (\$/kg MS) sin M.O. ²
7.594	877	294

¹ Costo Total/Producción; ² (Costo Total- Valor M.O.) /Producción.

Fuente: Elaboración propia.

c) Compra y uso de heno de alfalfa

Para poder estimar el valor del fardo, se efectuaron comunicaciones personales con profesionales de INDAP de los programas PADIS y PRODESAL. Además, se revisó información de gastos por compra y entrega de forraje realizados en el programa capacitación y mejoramiento de sistemas caprinos de comunas rezagadas. La información recolectada es estimativa y permitió establecer los siguientes supuestos:

- Costo por fardos de heno puesto en un punto de entrega a definir dentro de la comuna.
- El peso promedio de cada fardo se estima en 25 kg, con un contenido de humedad del 15%.
- Costo flete, se considera el valor potencial que pudiera desembolsar el beneficiario de estas entregas de heno de alfalfa, por concepto de flete desde el lugar de entrega en la comuna, hasta cada predio.
- Se considera realizar tres compras en el año previo al encaste, en preñez tardía y lactancia.

En el **Cuadro 19**, se resumen los antecedentes y los valores considerados. Se estima que el costo por kilogramo de materia seca de heno de alfalfa comprado y trasladado al predio es de \$341.

Cuadro 19. Antecedentes estimación costo entrega de heno de alfalfa.

Costo fardo puesto en terreno (\$)	6.728
Peso Fardo (kg)	25
Porcentaje de MS Fardo	85
Flete y mano de obra criancero para carga y traslado (3 entregas) (\$)	150.000
Costo total kilogramo de MS	341

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de mercado.

Costo kg MS heno alfalfa entregado

$$\$/kg \text{ MS} = ((\text{valor fardo}) / (\% \text{ MS} * \text{kg Fardo}) + (\text{Flete y M.O. Criancero})) / (\text{kg MS Totales})$$

$$\$/kg \text{ MS} = ((6.728 / (0,85 * 25)) + ((150.000) / 6.188)) = 341$$

d) Compra y uso de avena en grano como suplemento

Este escenario considera la compra de avena por parte del criancero y su entrega directa a los animales. El valor de la avena en grano se obtuvo de la feria modelo de Ovalle.

Cuadro 20. Antecedentes estimación costo compra grano avena.

Costo saco avena kg	7.500
Peso saco (kg)	25
Porcentaje de MS avena	89
Flete y mano de obra criancero (3 compras) (\$)	150.000
Costo total (\$) por kilogramo de MS	378

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Mercado Ovalle.

Costo kg MS avena grano adquirido

$$\$/kg \text{ MS} = ((\text{valor saco avena}) / (\% \text{ MS} * \text{kg saco avena}) + ((\text{Flete y M.O. Criancero})) / (\text{kg MS Totales}))$$

$$\$/kg \text{ MS} = ((7.500 / (0,80 * 25)) + ((150.000) / 3.806)) = 378$$

4.3 Análisis escenarios propuestos (Horizonte evaluación 5 años)

La situación de dependencia exclusivamente de la pradera natural, es el escenario que tiene los peores indicadores reproductivos, productivos y por ende menores ingresos.

Según Santibáñez (2016), los eventos climáticos extremos generan los mayores problemas en zonas áridas, como, por ejemplo, la megasequía que se presentó entre los años 2008–2015 y que sus efectos aún continúan en la Región de Coquimbo, la cual ha roto varios récords históricos:

- Ha coincidido con los años más cálidos de los últimos 100 años.
- Ha registrado el mayor número de años consecutivos con precipitaciones deficitarias.
- Registra el mayor número de años consecutivos con déficit hídrico (PP-ETP) superior a los 1.000 mm/año.
- Registra un aumento de la evapotranspiración que la ha elevado desde los 1.150 mm por año en 1.900 a más de 1.300 mm/año en los años recientes.

Las proyecciones dadas por el mismo autor, respecto al escenario al que nos estamos enfrentando en los próximos años, señalan que el número de días de lluvia continuará descendiendo durante las próximas décadas y aumentará la temperatura del orden de 0,5 a 0,6°C, provocando cambios en la agricultura, tanto del riego como del seco.

El escenario que considera como única fuente de alimentación la pradera natural, los valores a percibir, sin considerar el valor de la mano de obra, no alcanzan a un ingreso mínimo mensual (noviembre de 2018) y tienden a disminuir en el tiempo, producto de la menor cantidad de animales y menor producción (**Cuadro 21**).

Cuadro 21. Indicadores económicos del escenario solo pradera.

Indicador	Solo pradera				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos queso (M\$)	1.867	1.458	1.283	992	758
Ingresos venta cabrito (M\$)	500	350	250	150	50
Ingresos por venta animales desecho(M\$)	-	-	-	-	-
Ingresos totales (M\$)	2.367	1.808	1.533	1.142	808
Margen bruto sin mano de obra (M\$)	2.367	1.808	1.533	1.142	808
Ingreso mensual líquido (sin mano de obra M\$)	197	151	128	95	67

Mayor detalle en **Anexo 3**.

Por lo tanto, es necesario implementar sistemas alternativos de producción de forraje que permitan la mayor eficiencia del uso del agua, que ocupen poca superficie, de ciclo corto para estar disponibles en los períodos con falta de alimento y detener la producción cuando la pradera supla los requerimientos y además, que sean factibles de manejar por la fuerza del trabajo familiar.

Dados los supuestos, la suplementación de los animales, mejora su condición productiva, disminuye las pérdidas por mortalidad, generando ingresos superiores a un ingreso mínimo mensual.

De las alternativas con suplementación, la compra de heno y la producción y uso de FVH registrarían ingresos similares, si no se considera el potencial uso alternativo de la mano de obra en otras actividades económicas y que pudieran generar ingresos extra o intraprediales y que por el hecho de dedicarse a la producción de FVH pudieran dejar de percibirse. Además de la alta variabilidad anual del precio del heno de alfalfa y la dependencia del transporte, sobre todo a zonas alejadas (**Cuadro 22**).

Cuadro 22. Indicadores económicos del escenario con suplementación.

	FVH Avena		Heno		Avena grano	
	Año 1	Año 2 a 5	Año 1	Año 2 a 5	Año 1	Año 2 a 5
Ingresos queso (M \$)	5.023	5.023	4.843	4.843	3.588	3.588
Ingresos venta cabrito (M\$)	1.225	1.225	1.225	1.225	1.050	1.050
Ingresos por venta animales desecho(M\$)	-	150	-	150	-	150
Ingresos totales (M\$)	6.248	6.398	6.068	6.218	4.638	4.788
Costos totales suplementación sin mano de obra (M\$)	1.810	1.810	2.109	2.109	1.438	1.438
Costos totales suplementación con mano de obra (M\$)	6.657	6.657				
Margen bruto sin mano de obra (M\$)	4.438	4.588	3.959	4.109	3.200	3.350
Margen bruto con mano de obra (M\$)	-410	-260				
Margen bruto mensual (sin mano de obra M\$)	370	382	330	342	267	279

Fuente: Elaboración propia. Mayor detalle en **Anexo 3**.

4.4 Cálculo aporte nutrientes según escenario considerado

Junto con el análisis económico, se estima el aporte de estos suplementos respecto de las necesidades de proteína cruda y energía metabolizable por animal, a lo largo del ciclo productivo anual. Para lo anterior se considera, un animal con un peso vivo medio de 50 kg. En el **Cuadro 23**, se presentan los requerimientos diarios de proteína cruda y energía metabolizable, considerando mantención, periodo de gestación y producción de leche para el tipo de animal ya descrito.

En el **Cuadro 24**, se presentan los datos de producción de leche estimada por animal y lactancia en los distintos escenarios. Se estima que la suplementación con FVH provoca rendimientos similares al heno de alfalfa, con valores diarios medios entre 0,75 a 1,5 litros.

De acuerdo a las estimaciones, al suplementar con FVH de avena, se estarían cubriendo los requerimientos de proteína cruda en un 66%, al usar solo heno se cubre un 61% y con avena grano el aporte a las necesidades es de un 26%.

Para el caso de los requerimientos de energía metabolizable, la simulación indica que usar FVH de avena, permite aportar un 34% de lo requerido, valores que en el caso de solo usar heno alcanzan a 35% y al usar avena grano se cubre un 26% de los requerimientos.

Cuadro 23. Requerimientos de proteína cruda y energía metabolizable.

Requerimientos	Pc (g)	EM (Mcal)
Mantención	77	2,253
Gestación	81	0,7
Producción (3%MG/l)	58	1,26

Pc: Proteína Cruda. EM: Energía Metabolizable.
Fuente: University Alabama, 2018; Elizondo 2008.

Cuadro 24. Producción de leche por escenario.

Escenario	Producción leche	
	(L/Lactancia)	Rango día
Solo Pradera	100	0,3-0,75
FVH Avena	210	0,75-1,5
Heno alfalfa	202	0,75-1,5
Avena grano	150	0,5-1,25

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro25. Requerimientos de proteína cruda (g/día/animal) y energía metabolizable (Mcal/día/animal) por escenario de suplemento considerado.

	FVH	Heno	Avena
Requerimiento de proteína cruda (g/cabra/día)	149,1	147,50	136,22
Aporte de proteína suplemento FVH de avena (g)	97,9	88,00	35,10
Porcentaje requerimientos proteína aportado	66	61	26
Requerimiento energía metabolizable (Mcal/cabra/día)	3,47	3,33	3,19
Aporte energía suplemento FVH avena (Mcal)	1,17	1,13	0,83
Porcentaje requerimientos E.M. aportado	34	35	26

Fuente: Elaboración propia. Mayor detalle en **Anexos 4 y 5**.

4.5 Recomendaciones

Producir y usar FVH de avena para suplementar el ganado caprino, bajo todos los supuestos expuestos, constituye una alternativa viable, siempre y cuando se cumplan a cabalidad todos los requerimientos descritos. Además de ello, el margen bruto disminuye si se considera la mano de obra del criancero, pero este valor puede ser considerado parte de la remuneración que este recibe, considerando que con la última encuesta caprina (INE 2017), el 36% de los crianceros declara que la actividad caprina es su única fuente de ingreso, por lo que, asegurar la mantención y producción de esos animales se hace imperativo.

Utilizar heno de alfalfa o avena grano, demanda menos trabajo al criancero, pero requiere de capital de trabajo permanente para la adquisición y traslado de este insumo, que para este caso oscila entre M\$ 1.400 a M\$ 2.080 para la compra de avena y heno. En el caso de la adquisición de insumos para la producción de FVH se requiere un capital operacional anual de M\$2.300. También demanda tener infraestructura de bodega para proteger la semilla de la humedad, pájaros y roedores, que pueden provocar grandes pérdidas económicas.

Los resultados económicos de adquirir y utilizar heno de alfalfa, dependerá de la disponibilidad y las condiciones de mercado de este forraje y por ende, de las fluctuaciones en el precio.

Utilizar solo avena de grano, es una alternativa, que tendría menor efecto que suplementar con heno de alfalfa o FVH, dadas las limitaciones de usar granos en mayores cantidades a las expuestas en este documento (riesgo de acidosis).

Otro aspecto importante ligado con la alimentación es el agua de bebida para los animales, que pasa a ser un factor crítico, ya que cada animal consume a diario aproximadamente entre 7 y 10 litros diarios dependiendo de la temperatura ambiente, si bien en el proyecto no fue un factor de producción, empíricamente el FVH de avena es una alternativa que permite disminuir el consumo de agua por parte de los animales, lo que también se debe considerar en las situaciones extremas, donde los municipios invierten muchos recursos en el traslado de agua para consumo humano y de uso general.

Para validar el uso de FVH de avena, antes de promover su uso masivo, se plantea la posibilidad de establecer módulos pilotos, para ver operatividad a mayor escala, adopción y permanencia de la tecnología a nivel de criancero.

Capítulo 5.

Referencias Bibliográficas

- Abarca, P. et al. 2014.** Forraje verde hidropónico. Construcción de estructura de madera para producción de forraje hidropónico. Informativo INIA Rayentué N° 51. 8 p.
- Azocar, P. 2007.** Praderas de la zona forrajera de secano norte. Disponible En: http://www.uchile.cl/documentos/praderas-de-la-zona-forrajera-del-secano-norte_58311_11_5339.pdf.
- Dosal, A., J.J.M. 1987.** Efecto de la dosis de siembra, época de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile. 106 p.
- FAO, 2001.** Manual Técnico. Forraje verde hidropónico. "Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA". Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. 68 p.
- Elizondo, J.A. 2008.** Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. I. Energía metabolizable. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/5028/4835>.
- Gómez, M.I. 2007.** Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. Tesis de Grado previa la obtención de título de Ingeniera Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 75p.
- INE. 2017.** Encuesta de ganado caprino 2017. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/ExistenciaCaprinos2017.xlsx>.

Alabama Cooperative Extension System. 2018. Nutrient requirements of sheep and goats, Disponible En: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0812/ANR-0812.pdf>.

OPIA, 2016. Programa Desarrollo Caprino 2016. Observatorio Para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 96 p.

Santibáñez, F., M.T. Varnero, P. Santibáñez, C. Caroca, P. González, P. Perry, N. Gajardo, J. Franchi, C. Melillán y P. Coronado. 2018. Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido. Regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana Chile. 138 p. Disponible en file:///C:/Users/Cornelio%20Contreras/Desktop/Climate%20Change%20Atlas_Smallsize.pdf.

Yáñez, L. 2018. Región de Coquimbo, Información regional 2017. 15 p. Oficina de Desarrollo y Planificación, ODEPA. Santiago, Chile.

Capítulo 6.

Anexos

Anexo 1. Listado de materiales necesarios para la construcción de un módulo de producción de forraje verde hidropónico de 40 bandejas.

Descripción	Nº	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Pino verde dimensionado 2" x 2" x 3,2 m	22	u.	790	17.380
Cubrejuntas pino 3 cm x 6 m	10	u.	2.090	20.900
Pallet de madera	1	u.	2.000	2.000
Tambor 200 L. HDPE	1	u.	15.000	15.000
Tubería PE cerrada 16 mm	0,6	rollo 50 m	8.795	5.277
Codo 90° PE 16 mm	10	u.	500	5.000
Tee PE 16 mm	5	u.	500	2.500
Grommit con goma 16 mm	5	u.	107	535
Llaves PE 16 mm	5	u.	1.290	6.450
Filtro de malla 120 mesh PE 1"	1	u.	6.990	6.990
Tubería PVC C6 50 mm, tira 6 m	2	u.	5.790	11.580
Tubería PVC C6 32 mm, tira 6 m	2	u.	2.512	5.024
Salida de estanque 1"	1	u.	1.229	1.229
Terminal PVC HI 1" x 32 mm	3	u.	364	1.092
Unión americana 32 mm cementar	2	u.	1.290	2.580
Terminal 32 mm x 1" HE	4	u.	133	532
Codo 90° PVC 32 mm	2	u.	256	512
Válvula de aire cinética 1"	1	u.	5.690	5.690
Electrobomba Humboldt Periférica 0,5 HP	1	u.	30.190	30.190
Interruptor	1	u.	906	906
Caja estanca	1	u.	990	990
Conductor 3 x 1,5 mm	10	m.	477	4.770
Caja chuqui sobrepuesta	1	u.	790	790

Continuación de Anexo 1.

Descripción	Nº	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Tapa ciega	1	u.	590	590
Conduit 20 mm (tira 6m)	3	u.	1.061	3.183
Codo conduit 20 mm	4	u.	120	480
Cachimba conduit 20 mm	2	u.	110	220
Salida caja PVC conduit	2	u.	40	80
Teflón 1/2"	1	u.	310	310
Llave de compuerta 1" bronce HI	1	u.	4.390	4.390
Clavo corriente 4"	1	kg.	818	818
Clavo corriente 1 1/2"	1	kg.	2.090	2.090
Polietileno de cobertura	7,3	kg.	2.500	18.250
Malla raschel 80% cubrimiento	19,74	m ²	542	10.699
Rollo de huincha aisladora	0,3	rollo 10 m	1.450	435
Abrazadera metálica 16 mm	6	pack 5 unidades	1.190	7.140
Tornillo volcánita 8 x 3"	1	caja 250 u.	10.090	10.090
Tornillo volcánita 6 x 1"	1	caja 200 u.	2.290	2.290
Nebulizador pinchado 180°, 28 L/h	30	u.	80	2.400
Bandejas de casino	40	u.	1.000	40.000
Maestro	2	J.H.	15.000	30.000
Imprevistos				8.441
Subtotal inversión				289.824

Anexo 2. Listado de materiales y costos para un módulo de producción de FVH con capacidad de 200 bandejas.

Descripción	Nº	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Tiras tabique montante económica 38 x 38 x 0,5	56	u.	1.227	68.706
Tiras tabique montante normal 60 x 38 x 6 x 0,5 x 3 m	13	u.	1.429	18.571
Pallet de madera	1	u.	2.000	2.000
Tambor 200 L. HDPE	1	u.	15.000	15.000
Filtro de malla 120 mesh PE 1"	1	u.	6.990	2.575
Tubería PVC-p 50 mm x 6 m	0,5	Tira 6 m	5.150	2.050
Tubería PVC-p 32 mm x 6 m	1	u.	2.050	12.500
Tubería PVC-p 20 mm x 6 m	10	u.	1.250	2.395
Cadena plástica para bajada de agua	3	m.	798	2.234
Codo 90° aquapluv.	2	u.	1.117	6.990
Bajada unión canaleta aquapluv	5	u.	403	2.575
Canaleta PVC 4 m aquapluv	9	u.	4.790	2.050
Tee 50 mm cem.	1	u.	455	12.500
Codo PVC 50 mm cem.	2	u.	305	2.395
Red. PVC 50 x 32 cem.	2	u.	520	2.234
Codo PVC 32 mm cem.	2	u.	209	2.017
Tee 32 mm x 1" hi	10	u.	1.290	43.110
Tee 32 mm x 1/2" hi	10	u.	1.150	455
Terminal 20mm x 1/2" hi	10	u.	82	610
Tee PVC 20 x 1/2"	75	u.	890	1.040
Niple he-he 1/2"	75	u.	200	418
Porta emisor hi 1/2"	75	u.	408	12.900
Válvula de bola PVC 20 mm cem .	10	u.	2.190	11.500
Terminal PVC HI 1" x 32 mm	2	u.	335	820
Terminal 20 mm x 1/2" he	10	u.	84	66.750
Tapa gorro hi 1/2"	10	u.	102	15.000
Unión americana 20 mm cementar	10	u.	2.090	20.900
Válvula de aire cinética 1"	2	u.	5.690	11.380
Electrobomba Pedrollo modelo CPm-130, 0,37 kW	1	u.	117.990	117.990

Continuación de Anexo 2.

Descripción	Nº	Unidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Interruptor	1	u.	906	906
Caja estanca	1	u.	990	990
Conductor 3 x 1,5 mm	10	m.	477	4.770
Caja chuqui sobrepuesta	1	u.	790	790
Tapa ciega	1	u.	590	590
Conduit 20 mm (tira 6 m)	3	u.	1.061	3.183
Codo conduit 20 mm	4	u.	120	480
Cachimba conduit 20 mm	2	u.	110	220
Salida caja PVC conduit	2	u.	40	80
Teflón 1/2"	1	u.	310	310
Llave de compuerta 1" bronce HI	1	u.	4.390	4.390
Remaches pop 4 x 12	1.000	u.	13	12.610
Discos de corte 4 1/2" inox	5	u.	303	1.513
Plancha policarbonato transparente 2,10 x 2,90 4 mm	5	u.	33.605	168.025
Tornillo autoperforante 12 x 2	200	u.	46	9.244
Tornillo autoperforante 12 x 3"	30	u.	89	2.670
Rollo de huincha aisladora	0,3	rollo 10 m	1.450	435
Abrazadera metálica 16 mm	6	pack 5 unidades	1.190	7.140
Tornillo zinc lath lenteja 8 x 1/2"	2	caja 250 u.	610	1.220
Nebulizador pinchado 360°, 28 L/h	75	u.	80	6.000
Bandejas de casino	200	u.	1.000	200.000
Maestro	2	J.H.	15.000	30.000
Ayudante de maestro	2	J.H.	15.000	30.000
Total				945.231

Anexo 3. Resumen parámetros productivos y económicos de los escenarios analizados. Horizonte de 5 años.

	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5			
	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano
Número de cabras	50	50	50	50	40	50	50	50	35	50	50	50	35	50	50	50
Porcentaje cabras preñadas	80	90	90	90	80	90	90	90	70	90	90	90	60	90	90	90
Porcentaje cabras paridas	80	90	90	90	70	90	90	90	70	90	90	90	60	90	90	90
Número de cabras lactantes	32	41	41	41	22	41	41	41	17	41	41	41	13	41	41	41
Número de cabras muertas	5	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0
Producción de leche (L)	100	210	202,5	150	100	210	202,5	150	100	210	202,5	150	100	210	202,5	150
Producción de leche total (L)	3.200	8.610	8.302,5	6.150	2.500	8.610	8.303	6.150	1.700	8.610	8.303	6.150	1.300	8.610	8.303	6.150
Kilogramo queso	533	1.435	1.384	1.025	367	1.435	1.384	1.025	283	1.435	1.384	1.025	217	1.435	1.384	1.025
Precio kg queso (M\$/kg)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Continuación de Anexo 3.

Año 1		Año 2				Año 3				Año 4				Año 5		
Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	Solo pradera	FVH	heno	Avena grano	
Ingresos queso (M \$)	1.867	5.023	4.843	3.588	1.458	5.023	4.843	3.588	1.283	5.023	4.843	3.588	992	5.023	4.843	3.588
Prolificidad (crías/cabra paridas)	1,1	1,5	1,5	1,35	1,1	1,5	1,35	1,1	1,1	1,5	1,5	1,35	1,1	1,5	1,5	1,35
Crías nacidas	35	62	62	55	28	62	62	55	24	62	62	55	19	62	62	55
Mortalidad crías	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
Crías de reemplazo	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Crías para venta	20	49	49	42	14	49	42	42	10	49	49	42	6	49	49	42
Valor venta cabritos (M\$)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Ingresos venta cabrito (M\$)	500	1.225	1.225	1.050	350	1.225	1.050	1.050	250	1.225	1.225	1.050	150	1.225	1.225	1.050
Ingreso venta animales desecho						10	10	10		10	10	10		10	10	10

Anexo 4. Cálculo porcentaje aporte de proteína de las distintas suplementaciones respecto de los requerimientos calculados.

FVH	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Encaste
Proteína cruda (g/cabra/mes)	77,0	77,0	158,0	158,0	158,0	164,0	164,0	149,5	135,0	135,0	120,5	77,0
Aporte suplemento FVH Avena			97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	97,9	
Porcentaje requerimientos proteína			62	62	62	60	60	65	73	73	81	
Heno:												
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Encaste
Proteína cruda (g/cabra/mes)	77,0	77,0	158,0	158,0	158,0	164,0	164,0	149,5	135,0	135,0	120,5	77,0
Aporte suplemento heno			88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	
Porcentaje requerimientos proteína			56	56	56	54	54	59	65	65	73	
Avena Grano:												
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Lactancia	Encaste
Proteína cruda (g/cabra/mes)	77	77	158	158	158	149,5	135	135	120,5	106	106	77
Aporte suplemento avena			35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1	
Porcentaje requerimientos proteína			22	22	22	23	26	26	29	33	33	

Anexo 5. Cálculo porcentaje aporte de energía metabolizable de las distintas suplementaciones respecto de los requerimientos calculados.

FVH	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Encaste
Energía metabolizable (Mcal/cabra/mes)	2,25	2,25	2,95	2,95	2,95	4,14	4,14	3,83	3,51	3,51	3,20	2,25
Aporte suplemento FVH avena	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Porcentaje requerimientos E.M.	40	40	40	40	40	28	28	31	33	33	37	37
Heno:												
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Encaste
Energía metabolizable (Mcal/cabra/mes)	2,25	2,25	2,95	2,95	2,95	4,14	4,14	3,83	3,51	3,51	2,25	2,25
Aporte suplemento heno	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Porcentaje requerimientos E.M.	38	38	38	38	38	27	27	30	32	32	50	50
Avena Grano:												
Estado fisiológico	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Preñez	Lactancia	Encaste
Energía metabolizable (Mcal/cabra/mes)	2,25	2,25	2,95	2,95	2,95	3,83	3,51	3,51	3,20	2,88	2,88	2,25
Aporte suplemento avena grano	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Porcentaje requerimientos E.M.	28	28	28	28	28	22	24	24	26	29	29	29



Boletín INIA / N° 393
www.inia.cl

