



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“Características nutrimentales del forraje
de haba ensilado”**

TRABAJO FINAL ESCRITO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL
SUPERVISADA EN EL EXTRANJERO EN LA MODALIDAD DE
NUTRICIÓN DE BOVINOS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

Einar Vargas Bello Pérez



Asesor: MVZ MSc. Arturo Olguin y Bernal

MEXICO, D. F.

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de mi familia.

Además va dedicado a la memoria de mi abuelita y a Lucio quienes formaron parte de este gran esfuerzo.

A Odín y Milky por sus travesuras.

Porque la familia es el pilar que sostiene los sueños de un estudiante, gracias!

Porque siempre existirá una energía cósmica que me impulse a seguir mi vuelo...

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, por la oportunidad de ser parte de ella.

Al profesor Arturo Olguin y Bernal por su apoyo y amistad.

A los profesores Cristina Escalante y Ciro Ruiz por facilitar el intercambio al extranjero.

Al profesor Arif Mustafa por su paciencia y amistad.

A Kazue por su cariño y apoyo.

A mis amigos Valeria, Victor, Juan, Gabriel, Botarate, Stephanie, por divertirme durante la carrera.

A Joelle Zeitouny por su amistad, además de ayudarme en las traducciones.

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición químico proximal del haba en diferentes presentaciones.....	6
Cuadro 2. Valor nutrimental del haba comparado con el de otras legumbres y alimentos.....	7
Cuadro 3. Composición química del haba antes de ser ensilada (día 0).....	20
Cuadro 4. Composición química del haba a los 45 días de ser ensilada.....	20

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Aparato de digestión ANKOM Technology – 8 / 98 para análisis de fibra.....	4
Figura 2. Extractor Soxtec System HT6.....	5
Figura 3. El haba.....	7
Figura 4. Cultivo del haba en Montreal, Canadá, en el mes de septiembre.....	10
Figura 5. 9 de septiembre del 2004, día del corte del haba (Swift Machine and Welding, Swift Current, SK, Canada).....	17
Figura 6. Elaboración de un mini ensilado.....	17
Figura 7. Lectura del pH del ensilado.....	18
Figura 8. Estufa.....	19
Figura 9. Molino Wiley (A.H. Thomas, Philadelphia, PA.).....	19
Figura 10. Material utilizado para el análisis de degradación ruminal <i>in situ</i>	22
Figura 11. Retiro de las bolsas de nylon.....	22

CONTENIDO

	Página
Lista de cuadros.....	IV
Lista de figuras.....	V
1.-Resumen.....	1
2.-Introducción.....	2
3.-Capacitación en el laboratorio.....	3
4.-Perfil agronómico del haba.....	6
4.1 Familia, nombre científico y nombres comunes.....	8
4.2 Domesticación.....	8
4.3 El haba en Europa.....	9
4.4 El haba en Latinoamérica.....	9
4.5 El haba en Norteamérica.....	9
4.6 Utilización.....	11
4.7 Ecología.....	12
4.8 Dietas para bovinos.....	12
4.9 Clima y suelo.....	14
4.10 Siembra.....	14
4.11 Fertilización.....	15
4.12 Rendimiento.....	15
5.-Trabajo en el laboratorio.....	16
5.1 Condiciones de campo.....	16
5.2 Análisis químicos de laboratorio.....	18
5.3 Degradabilidad ruminal <i>in situ</i>	21
6.-Análisis de la información.....	23
7.-Discusión.....	24
8.-Literatura citada.....	25
9.-Anexo.....	28
Cuadro A. Área, rendimiento y producción del haba en diferentes países en 1981.....	28
Cuadro B. Análisis químico proximal de la paja del haba caballar.....	29
Cuadro C. Contenido en fósforo y calcio de los principales cereales y semillas empleados en la nutrición animal.....	30

1. RESUMEN

VARGAS BELLO PÉREZ, EINAR. Características nutrimentales del forraje de haba ensilado. (bajo la supervisión de: MVZ., MSc. Arturo Olguin y Bernal)

Se realizó la PPS en el campus de MacDonald de la Universidad de McGill, en el departamento de Ciencia Animal, bajo la supervisión del Ph. D. Arif Mustafa, en el periodo que comprende del 1o de septiembre del 2004 al 20 de diciembre del 2004. Dicha estancia fue realizada en el laboratorio de nutrición para rumiantes del departamento de Ciencia Animal y se participó en un proyecto de investigación, el cual contempló la utilización de técnicas de laboratorio para la caracterización de alimentos para rumiantes, con el propósito de obtener los valores nutrimentales de diferentes variedades del haba y así determinar la posible utilización de esta leguminosa como fuente alternativa de forraje. Estos trabajos constituyeron sólo una parte de la investigación, que posteriormente será publicada como un artículo científico en una revista especializada. Además, se obtuvo una experiencia personal en lo que concierne al trabajo en un laboratorio de análisis de alimentos para rumiantes y en el conocimiento de cómo se desarrolla una investigación científica.

2. INTRODUCCION

La Universidad Nacional Autónoma de México, en su compromiso insoslayable con la sociedad mexicana de proporcionar a sus estudiantes el mejor nivel académico, implementa a través de sus facultades y escuelas programas de estudio que contemplen los conceptos teóricos y actividades prácticas necesarias para una formación óptima, todo con el propósito de egresar los mejores profesionistas de México. La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ha establecido como opción de terminación de carrera la Práctica Profesional Supervisada (PPS), la cual consiste en que los alumnos al final de la Licenciatura asistan, bajo la supervisión de profesionistas reconocidos, a diversas regiones del país para realizar prácticas, tanto en el área clínica como en la zootécnica, que les confieran las habilidades necesarias para su desempeño profesional óptimo. Actualmente, este panorama se ha ampliado al haber signado convenios con diversas universidades de Estados Unidos y Canadá, con el fin de que los alumnos tengan estancias de investigación e intercambios académicos, así como la posibilidad de realizar la PPS en el extranjero.

La importancia de realizar investigaciones sobre las características de ensilado, composición química y degradabilidad ruminal de un forraje, y del haba en este caso, contribuyen al conocimiento de su valor nutricional para considerarse como alternativa para la alimentación animal.

3. Capacitación en el laboratorio

Durante las primeras dos semanas de la estancia se realizó una capacitación de las técnicas de laboratorio que posteriormente se llevaron a cabo durante la investigación.

Para poder obtener toda la información nutrimental acerca del haba como alimento para rumiantes es necesaria la realización de técnicas de laboratorio para su análisis. Las técnicas de laboratorio constituyen la metodología más económica y rápida de evaluar nutrimentalmente a un alimento. La respuesta animal a una dieta específica sería la forma más precisa de caracterizarlo, pero también es la más costosa y laboriosa, además de que cada animal responde de diferente manera.¹

La elección de las variables a analizar dependerá del propósito que se persiga. En general, existen requerimientos específicos para cada especie y etapa de producción animal. Existen numerosas técnicas para evaluar distintos componentes:¹

Materia seca (MS):

Expresa el contenido de lo que resta de un alimento después de haber extraído la humedad. La MS de un alimento se obtiene secando la muestra en una estufa con circulación forzada de aire a 60°C, para eliminar el contenido de agua. Su valor es importante, pues los resultados de todas las demás determinaciones se expresan en base seca.¹

Fibra detergente neutro (FDN):

Es la porción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente neutro (método de los detergentes de Van Soest). Está básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se le denomina pared celular. Se correlaciona inversamente con el consumo voluntario de MS¹ (Figura 1).

Fibra detergente ácido (FDA):

Es la porción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente ácido (método de los detergentes de Van Soest). Está básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice. La importancia de la misma radica en que está inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje.¹



Figura 1. Aparato de digestión ANKOM Technology – 8 / 98 para análisis de fibra.

Lignina detergente ácido (LDA):

Su extracción se realiza a partir del residuo de forraje insoluble en detergente ácido, con ácido sulfúrico al 72%. La lignina es un compuesto no glúcido de la pared celular, que dificulta la accesibilidad de los microorganismos del rumen a la celulosa y la hemicelulosa, limitando la digestibilidad de esos componentes.¹

Extracto etéreo (EE):

Es la fracción que identifica a las grasas. Se determina haciendo una extracción de la muestra con éter de petróleo durante un tiempo determinado. No sólo se solubilizan los lípidos sino también todos aquellos compuestos solubles en el disolvente. El extractor utilizado en esta estancia fue un Soxtec¹ (Figura 2).



Figura 2. Extractor Soxtec System HT6

Cabe señalar que todos los valores de los análisis químicos están expresados en % de materia seca.¹

4. Perfil agronómico del haba

Los forrajes son un elemento insustituible en las dietas de ganado bovino productor de leche y productor de carne. En el este de Canadá, el maíz y la cebada son los cereales más comunes utilizados para ensilar, mientras que la alfalfa es la leguminosa más utilizada para la realización de ensilados junto con el trébol rojo.^{2,3} Sin embargo, constantemente se llevan a cabo investigaciones con el propósito de conocer la opción de utilizar forrajes de producción anual, como el haba, la soya y el chícharo, que por su resistencia al invierno, pueden ser integrados a las dietas animales en todo tiempo. El haba, como la mayoría de las leguminosas, es mayormente utilizada como fuente de semilla (Cuadro 1). Se utiliza como fuente de forraje cuando por cuestiones climáticas se compromete a las semillas.⁴

Cuadro 1. Composición químico proximal del haba en diferentes presentaciones.⁵

ALIMENTO	MS %	TDN %	PC %	EE %	FC %	FDA %	Cenizas %	Ca %	P %
Haba con cascarilla	87.3	78.8	29.2	1.5	8.8	11	4	0.15	0.62
Haba molida	88.4	73.4	29.2	1.6	4.4	6	4	DND	DND
Haba sin cascarilla	88.3	77	33.1	2.2	0.9	1	3	DND	DND

MS= Materia seca, TDN= Total de nutrientes digestibles, PC= Proteína cruda, EE= Extracto etéreo, FC= Fibra cruda, FDA= Fibra detergente ácida, DND= Dato no disponible.

El haba presenta un perfil nutrimental similar al de otras leguminosas, equiparable en proteína a productos de origen animal y similar en aporte energético a los cereales (Cuadro 2).⁶

Cuadro 2. Valor nutrimental del haba comparado con el de otras legumbres y alimentos.⁷

Alimentos	Calorías (por 100 g)	Proteína (%)	Calcio (mg/ 100 g)	Hierro (mg/ 100 g)
1. Haba	343	23.4	90	3.6
2. Frijol	341	22.1	137	6.7
3. Garbanzo	358	20.1	149	7.2
4. Lentejas	346	24.2	56	6.1
5. Carne	198	19.0	11	2.3
6. Huevos	163	12.4	50	2.5
7. Leche	360	36.0	1123	0.9
8. Trigo (harina)	370	10.9	16	1.0
9. Maíz (harina)	360	9.3	6	1.8

El haba (Figura 3) utilizada como legumbre anual es una opción como fuente de proteína y almidón; sin embargo, es importante determinar su valor alimenticio como forraje en la alimentación de vacas destinadas a la producción de leche.⁸



Figura 3. El haba

4.1 Familia, nombre científico y nombres comunes.

El haba pertenece a la familia de las leguminosas. Su nombre científico es *Vicia faba* y tiene muchos nombres comunes: faba bean, kurmoujje de la haba panosa, de Windsorbean, de Tickbeans (tipos pequeños), de Bakela (Ethopia), de Bobby (Rusia), masri de Faveira (Portugal), Ful (Sudán), Fève (francés) y Yeshil Bakla (Turquía).⁹

El haba tiene otra clasificación según Muratova (1931), que la divide en dos subespecies: *paucijuga* y *eu-faba*. Dentro de la subespecie *eu-faba* hay tres variedades conocidas como *major* (semilla larga), una intermedia (*equina*) y *minor* (semilla pequeña).⁹

4.2 Domesticación

Linnaeus, en su trabajo *Species Plantarum* (1753), indica que este frijol tiene su origen en Egipto. Aunque existen otros autores que señalan que el origen es en Norte América, Abadía, en 1979, indica que el frijol es egipcio.

El reporte más antiguo que se tiene sobre la existencia del haba es un texto cuneiforme de Sumeria al principio del segundo milenio a.C. El dios de los campos y del agua fresca, "Enki", es descrito como el hombre que trajo desde un campo perenne pequeños y grandes frijoles, haciendo alusión a las especies *major* y *minor*, aunque no se han encontrado restos arqueológicos anteriores al año 500 d.C.⁹

4.3 El haba en Europa

El haba era el único frijol conocido antes del descubrimiento de América en este continente. Del nuevo mundo se introdujo el frijol. Por su alto rendimiento, su capacidad para mantenerse en buenas condiciones durante el almacenaje y las propiedades que tenía para mejorar las tierras, el haba ha tenido muy buena aceptación en la agricultura moderna hasta nuestros días.⁹

4.4 El haba en Latinoamérica

El haba es bien conocida en Centro y Sudamérica, con un área total de cultivo que rebasa las 300 000 ha. Se cultiva en regiones elevadas, que sean muy frías, lo cual es muy importante para estos frijoles. En algunas regiones andinas el haba es reemplazada por el lupino, pero sólo a pequeña escala, según lo describe Heiser en 1973.¹⁰ De acuerdo con las estadísticas de la FAO (Anexo, cuadro A), casi el 60% del haba cultivada se encuentra en Brasil. A pesar de que Brasil tiene la mayor producción, tiene el más bajo rendimiento en el mundo. Otros productores importantes de América Latina son México, Guatemala, Ecuador, Paraguay y Perú. A lo largo de estas regiones, la mayoría de las habas son utilizadas como siembras de temporal con especies de semillas largas, las cuales son las más importantes. La mayor parte de la siembra se utiliza para consumo humano y en algunos países se incrementó el interés por exportarla desde los años 80's.⁹

4.5 El haba en Norteamérica

Con excepción de algunas regiones de California y en algunos estados, como Montana, el haba raramente se cultiva en los Estados Unidos. Sin embargo, en Canadá (Figura 4) ha recibido mayor atención recientemente. La mayor parte de la producción se encuentra en las provincias de Manitoba, Saskatchewan y Alberta, donde las especies *minor* y la *equina* se cultivan para consumo animal y

se exportan para consumo humano. En Manitoba se cultiva en época de lluvias; en algunas partes de Saskatchewan en su cultivo se utiliza el riego, y casi todas las cosechas de Alberta también son irrigadas. La siembra del haba también se utiliza para ensilar; en los años 80's, entre 2000 y 5000 ha de cultivos de haba fueron ensiladas en Alberta, según Slinkard y Buchan.⁹



Figura 4. Cultivo del haba en Montreal, Canadá, en el mes de septiembre

El haba ha sido diseminada desde regiones templadas hasta subtropicales en todo el mundo; puede ser encontrada también en partes altas en algunas regiones de Etiopía y el norte de los Andes. Existe una gran diversidad de variedades; el uso de la especie *minor* predomina en el norte de Europa, Valle del Nilo, Etiopía, Afganistán, India y Norteamérica. En la mayoría de los países del Mediterráneo, Oeste de Asia, China y Latinoamérica las variedades de *major* son las más importantes. En los países desarrollados, la mayoría de la producción se destina para el consumo animal, mientras que en los países en desarrollo sigue siendo utilizada para el consumo humano.⁹

Las variedades *minor* y *equina* son generalmente cortadas cuando están secas, mientras que algunas variedades de *major* se cortan verdes para el consumo del vegetal. Se puede consumir en fresco, pero se puede congelar o enlatar para poder conservarla. En algunas partes del mundo el haba se utiliza como abono verde; esta práctica data de hace miles de años y la utilización como forraje se ha incrementado en los últimos años.⁹

El haba ha jugado un papel muy importante en la agricultura de muchas regiones en el pasado. Su capacidad de aportar proteína, la necesidad de diversificar la agricultura y, tal vez lo más importante el rápido crecimiento de las poblaciones ha contribuido al renacimiento del haba. A pesar de tener problemas con la estabilidad de sus rendimientos, el haba puede ser una buena alternativa tanto de forraje para la elaboración de ensilados, como de forraje fresco, abono verde o vegetal de consumo humano.⁹

4.6 Utilización

El haba se utiliza como alimento para consumo humano en países en vías de desarrollo y como pienso, principalmente para los cerdos, los caballos, las aves de corral y las palomas en países industrializados (Anexo, Cuadro B). Es un alimento común en el Oriente Medio, región mediterránea, China y Etiopía.¹⁰ Los platos más populares del haba son sopa de Medamis (habas guisadas), de Falafel (goma frita con especias), de Bissara (goma frita) y de Nabet (habas germinadas hervidas).¹¹ El valor nutrimental del haba es alto, y se considera en algunas áreas superior a los chícharos forrajeros o a otras legumbres. Es una de las cosechas más importantes de invierno para el consumo humano en el Oriente Medio. El haba se ha considerado como un suplemento o sustituto de la carne y como sustituto de la leche desnatada. Como medicina popular, puede ser utilizada como diurética, expectorante o tónica.¹⁰

4.7 Ecología

El haba requiere una estación fresca para su mejor desarrollo. Se cultiva anualmente en el invierno en áreas templadas y subtropicales calientes; los cultivos de la región mediterránea toleran temperaturas del invierno de -10°C sin lesión seria, mientras que los cultivos europeos pueden tolerar hasta -15°C .¹² Puede ser cultivado en cualquier sitio y sobreviven al invierno. Se ha adaptado muy bien a la región del Canadá Occidental. Tolerancia casi cualquier tipo de suelo. Es necesaria una fuente moderada de humedad.¹³ El haba es más tolerante a las condiciones del suelo ácido que la mayoría de las leguminosas. Las estaciones de crecimiento deben tener poco o nada de calor excesivo; las temperaturas óptimas para la producción se encuentran entre los 18°C y 27°C ($65-85^{\circ}\text{F}$)¹³. La precipitación de 650-1000 mm por año distribuida uniformemente es ideal¹⁴. El período de la madurez (floración) se alcanza a partir de 90-220 días, dependiendo de los cultivos o variedades y de las condiciones climáticas.¹⁰

4.8 Dietas para bovinos

Las habas contienen, en promedio, 25% de proteína, 47-49% de extracto libre de nitrógeno y escasa cantidad de grasas y de fibra bruta. Este alimento, producido en cantidad en la Italia centro-meridional, es utilizado exclusivamente en forma de harina en la alimentación de los bovinos destinados a la producción de carne. La experiencia práctica ha demostrado que las habas, por su riqueza en proteínas, son un alimento óptimo para el ganado joven y para los reproductores, mientras que se presta menos para el engorde. A las vacas productoras de leche no debería dárseles más de 1.5- 2 kg al día para no alterar el sabor de la leche.¹⁵

Los chícharos (*Pisum sativum*), habas (*Vicia faba*) y vezas (*Vicia sativa*) se cultivan en ocasiones para forraje en verde. Si el forraje se cosecha al comienzo de la floración, el valor nutritivo es comparable al de otras leguminosas. Desde el punto de vista nutritivo, todas las *Vicias* son semejantes, siendo buenas fuentes de proteína, con alto contenido de lisina, buenas fuentes de energía y fósforo, pero bajo contenido en calcio (Anexo, Cuadro C). Las habas no aportan caroteno ni

vitamina C, aunque pueden contener cantidades importantes de tiamina, niacina y riboflavina. Existen numerosas variedades de haba, que pueden incluirse en dos clases, de invierno y de primavera. Las variedades de invierno superan en rendimiento a las variedades de primavera, con niveles del orden de 3.4 y 3.0 toneladas /hectárea, respectivamente. Sin embargo, las variedades de primavera suelen contener más proteína que las de invierno, aproximadamente 270 frente a 230 g/kg MS, con menor cantidad de fibra, 69 frente a 78 g/kg MS. Estas cantidades son superiores a las que se encuentran en los cereales comunes, con excepción de la avena. El contenido de extracto etéreo de las variedades de primavera e invierno es bajo, aproximadamente 13 g/kg de MS, pero incluye una elevada cantidad de los ácidos linoleico y linolénico. El contenido en minerales de las habas es semejante al de los cereales y harinas de semillas de oleaginosas, con alta cantidad de fósforo y baja cantidad de calcio. Contienen poca cantidad de sodio y cloro y son malas fuentes de manganeso.¹⁶

Se considera a las habas como suplementos proteicos, cuya calidad es relativamente buena. La composición en aminoácidos se caracteriza por su alto contenido en lisina, comparable al de la proteína de la harina de pescado, y por su bajo nivel de cistina y metionina, que es inferior al de los suplementos proteicos de origen vegetal y animal. Además de ser una buena fuente de proteína, las habas aportan una buena cantidad de energía, ya que el contenido en energía metabolizable es de 3224.41 kcal EM/ kg para los rumiantes, 2866.15 kcal EM/kg para las aves y 3176.65 kcal EM/ kg para los cerdos.¹⁶

Las habas pueden incluirse en todas las raciones de todos los animales criados por el hombre. Los niveles en las raciones para terneros hasta los tres meses de edad suelen ser del orden de 150 kg/ton, pudiendo aumentar considerablemente a partir de esa edad; en la engorda intensiva de novillos, se han utilizado mezclas que contenían hasta 250 kg/ton, con buenos resultados. Las habas suelen quebrarse, aplastarse o molerse groseramente, aunque parece que las habas enteras son adecuadas para los rumiantes adultos, que se adaptan rápidamente a masticarlas. Los concentrados para vacas lecheras pueden

contener 150-200 kg /ton de haba, habiéndose comprobado en trabajos recientes que con niveles de hasta 350 kg /ton se ha mantenido la producción.¹⁶

La mayoría de las especies de leguminosas contienen factores antitripsina, pero no se ha demostrado que el haba caballar, tal como se cultiva, tenga ninguna actividad antitripsica significativa.¹⁶

4.9 Clima y suelo

Las habas de invierno son más tolerantes a las heladas que las de primavera (las de mayor resistencia soportan temperaturas de hasta -15°C). Ambos tipos se comportan mejor en las áreas donde prevalece un invierno relativamente ligero, seguido por una primavera tibia y seca y un verano con lluvia moderada. El rendimiento de las habas de primavera se ve reducido notablemente por las sequías estivales prolongadas. No obstante, los días soleados durante la floración aumentan los rendimientos. El pH del suelo debe estar por encima de 6.5. Los suelos deben estar muy bien drenados, pero sin que sean susceptibles a la desecación en verano, ya que las habas de primavera son afectadas gravemente por este factor. Los suelos arcillosos o calizo-arcillosos son ideales. No deben sembrarse en suelos muy ligeros o los de alto contenido de humus. Las habas de primavera se cultivan en una variedad muy extensa de suelos; los ligeros permiten hacer una siembra temprana.¹⁷

4.10 Siembra

Las habas necesitan una cama de siembra similar a la del trigo, con profundidad adecuada pero sin ser menor a los 7.5 cm. Las siembras de invierno deben concluirse a finales de octubre, de modo que las plantas tengan tres a cuatro hojas antes de las primeras heladas. Las habas de primavera deben sembrarse lo antes posible a partir del 15 de febrero, de modo que las plantas puedan desarrollarse con rapidez antes de que se presenten las condiciones de sequía en el suelo. La siembra después de mediados de marzo suele dar por resultado una reducción grave en los rendimientos. La siembra se debe hacer a

una profundidad mínima de 7.5 cm cuando se utiliza simazina (herbicida), misma que debe aplicarse dentro de los 7 días siguientes a la siembra; con cualquier otro herbicida la profundidad puede ser de 2.5 a 5.0cm. La anchura del surco puede variar de 15 a 50 cm y tiene poco efecto en el rendimiento de las habas; muchos agricultores prefieren surcos de 36 cm, ya que permiten trabajar a los tractores cuando se necesitan algunas operaciones agronómicas posteriores al brote de las plántulas. Existen pocas pruebas en lo que se refiere a poblaciones óptimas de cultivo: en el caso de las habas de invierno, que producen varias ramificaciones en su base, parece que basta una cantidad de 45 a 50 plantas / m², mientras que en el caso de las de primavera, que no se ramifican, son necesarias de 50 a 60 plantas / m². Se deben sembrar de 250 a 285 kg/ ha de las habas de invierno y de 275 a 300 kg / ha de las habas grandes de primavera, según el tamaño.¹⁷

4.11 Fertilización

Las plantas de *Vicia faba* no responden al nitrógeno, que no debe aplicarse bajo ninguna circunstancia, ni siquiera en las camas más pobres.¹⁷

Las proteínas de producción nacional tienen mayor aplicación actualmente que en épocas pasadas, especialmente las harinas de colza, de lino, de plumas hidrolizadas, las habas y los chícharos que tienden a sustituir a fuentes importadas de proteína, tales como la harina de soya, girasol y algodón.¹⁸

4.12 Rendimiento

El promedio es de 2.5 ton / ha. Los buenos cultivos son de 3.8 ton / ha o más. Se obtienen de 3.2 a 5.0 ton / ha de paja.¹⁸

5. Trabajo de laboratorio

5.1 Condiciones de campo

Cuatro diferentes variedades de haba, Compass (C), Cresta (Cr), Scirocco (Sc) y Quattro (Qr), fueron sembradas en 22 parcelas el 7 de junio del 2004 en Ste. Anne-de-Bellevue, Montreal, Québec, Canadá (45° 25' 45" N lat., 73° 56' 00").

En la región, el suelo es arcilloso, con un pH de 5.5, 3.1% de materia orgánica y con niveles de P y K de 155 y 270 kg /ha, respectivamente. Cada parcela fue sembrada con dimensiones de 0.6 m x 2.7m (1.62 m²). El corte (a 7 cm de altura) se realizó el 9 de septiembre del 2004 (Figura 5) en un día soleado, utilizando una máquina de corte (Swift Machine and Welding, Swift Current, SK, Canada). El haba se encontraba en estado de floración. Se tomaron muestras de 500 g de cada parcela (6 de Compass, 6 de Cresta, 5 de Scirocco y 5 de Quattro) y se depositaron en bolsas de plástico, posteriormente en el laboratorio se congelaron las muestras a -70°C. Además se recolectaron 1000 g de forraje de cada parcela y se depositaron en mini silos, hechos de tubo PVC (7.6 cm de diámetro y 25 cm de largo; capacidad de 1 kg). La compactación se realizó de forma manual, utilizando una "T" de madera (Figura 6). Los mini silos llenos fueron almacenados en la bodega del laboratorio a temperatura ambiente y se dejaron ensilar por 45 días.



Figura 5. 9 de septiembre del 2004, día del corte del haba (Swift Machine and Welding, Swift Current, SK, Canada).



Figura 6. Elaboración de un mini ensilado.

5.2 Análisis químicos de laboratorio

Después del tiempo de ensilaje, los mini silos fueron abiertos y homogeneizados por un minuto para obtener 25 g de forraje ensilado, en un vaso de precipitados, con 250 ml con agua destilada. El pH del agua fue inmediatamente medido, utilizando un potenciómetro digital (Denver Instrument Company, Mansfield, TX, USA.) (Figura 7).

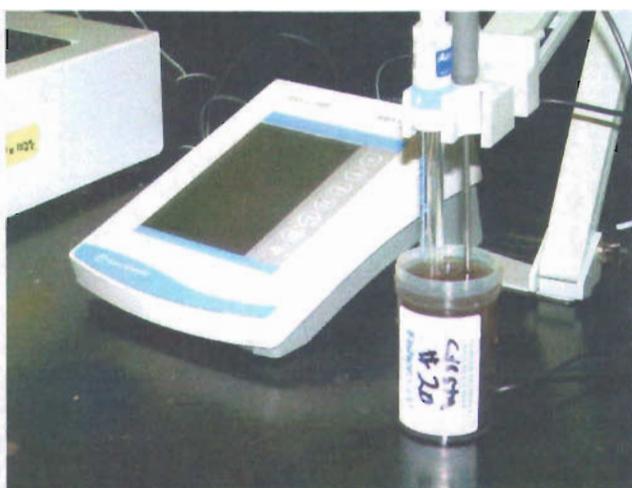


Figura 7. Lectura del pH del ensilado.

Para la medición de la materia seca se realizó un re-pesaje de los mini silos llenos antes y después del ensilaje de 45 días.

Las submuestras (500 g) de la muestra en fresco (día 0) y del forraje ensilado (45 días) fueron secados en una estufa a 55°C por 48 horas (Figura 8) y después molidas para pasar una malla de 1 mm utilizando un molino Wiley (A.H. Thomas, Philadelphia, PA.) (Figura 9). Las muestras de forraje molido fueron analizadas para obtener la humedad, ceniza, LDA, FDA y FDN, de acuerdo con los procedimientos de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC).¹⁹ Los cuadros 3 y 4 presentan las características químicas del haba antes y después de

ser ensilada. Estos datos se tomaron de un trabajo realizado por Mustafa y Seguin.⁹



Figura 8. Estufa.



Figura 9. Molino Wiley (A.H. Thomas, Philadelphia, PA.)

Cuadro 3. Composición química del haba antes de ser ensilada (día 0).⁸

Análisis	Resultados
Materia Seca (MS g kg ⁻¹)	258
Ceniza (g kg ⁻¹ MS)	106
Fibra detergente neutra (g kg ⁻¹ MS)	457
Fibra detergente ácida (g kg ⁻¹ MS)	305
Almidón (g kg ⁻¹ MS)	29
Proteína Cruda (g kg ⁻¹ MS)	200
Proteína Soluble (g kg ⁻¹ PC)	288

Cuadro 4. Composición química del haba a los 45 días de ser ensilada.⁸

Análisis	Resultados
Materia Seca (g kg ⁻¹)	261
Ceniza (g kg ⁻¹ de MS)	106
Fibra detergente neutra (g kg ⁻¹ de MS)	428
Fibra detergente ácida (g kg ⁻¹ de MS)	313
Lignina ácido detergente (g kg ⁻¹ de FDN)	110
Almidón (g kg ⁻¹ de MS)	44
Proteína Cruda (g kg ⁻¹ de MS)	222
Proteína Soluble (g kg ⁻¹ PC)	460

5.3 Degradabilidad ruminal *in situ*

Porciones iguales (200 g) del ensilado seco de 45 d fueron trabajadas para obtener una muestra por cada variedad de haba. Muestras por duplicado de cada variedad fueron pesadas (aproximadamente 3 g) y colocadas en bolsas de nylon (10 x 20 cm, ANKOM Technology). Las bolsas de nylon (Figura 10) fueron incubadas en el rumen en dos vacas Holstein en lactación (8 bolsas por periodo por vaca), introducidas por medio de una cánula flexible ruminal, por 0, 3, 6, 12, 24, 48 horas.²⁰ Las vacas fueron alimentadas con una ración 50:50 forraje: concentrado. La dieta consistía (en BS) de 20% de ensilado de maíz, 20% de ensilado de alfalfa, 10% de heno de pasto bromo y 50% de mezcla de concentrado. La composición nutrimental de la dieta fue de 6.9% de ceniza, 2.5% de extracto etéreo, 17.9% de proteína cruda, 16.2% de FDA y 29.6% de FDN. Las bolsas fueron removidas de cada vaca y lavadas con agua fría hasta alcanzar la claridad del agua. La hora cero fue estimada lavando las bolsas de la misma manera. Los residuos de las bolsas de nylon de cada incubación fueron analizados para FDN²¹ (Figura 11).



Figura 10. Material utilizado para el análisis de degradación ruminal *in situ*.



Figura 11. Retiro de las bolsas de nylon.

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Dado que sólo fue una pequeña estancia de investigación y que sólo se participó en los primeros análisis, no se tienen resultados, ya que el proyecto todavía se encuentra en la etapa experimental. Por lo tanto, no se cuenta con cuadros que permitan establecer comparaciones cuantitativas entre las cuatro diferentes variedades de haba. Sin embargo, en el desarrollo de la estancia se pudieron observar algunas diferencias en valores obtenidos en los diferentes análisis realizados, pero por cuestiones de autoría no es posible incluirlos en este reporte.

A pesar de esta limitante, es importante enfatizar que durante el desarrollo del trabajo experimental se obtuvo una visión somera de lo que se puede aprender en estancias de este tipo.

En lo personal, obtuve una capacitación interesante, a través de la cual aprendí a realizar análisis de alimentos para bovinos en un laboratorio. Tuve la oportunidad de desarrollar habilidades técnicas, las cuales me ayudarán en mi desarrollo profesional y aprendí que la toma de decisiones debe basarse tanto en consideraciones prácticas como teóricas. Además, se despertó en mí el interés en el área de investigación y por realizar estudios de posgrado.

7. DISCUSIÓN

La Práctica Profesional Supervisada en la Universidad de McGill cumplió con las expectativas planteadas, por lo que considero que se concluyó de manera exitosa, ayudándome a desarrollar las habilidades y destrezas deseables en el pasante de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Las actividades académicas y de laboratorio en todo momento estuvieron bajo la supervisión de personas capacitadas. Durante esta vivencia se descubrieron diferentes puntos de vista y expresiones culturales, al convivir con personas de muchas partes del mundo que definitivamente considero enriquecen la formación del alumno.

Dentro del trabajo en el laboratorio se tuvo la oportunidad de realizar personalmente los análisis dirigidos a establecer las características nutrimentales de la leguminosa en estudio, actividad que me proporcionó conocimientos adicionales y experiencias novedosas. Algo que resaltar y que considero coadyuvó en forma importante en el dominio de estas técnicas, fue el contar con el apoyo de todos los estudiantes de maestría y doctorado, ahí trabajando. Además, se hizo más clara mi idea de lo que implica el desarrollo de un estudio con un diseño experimental, es decir, las responsabilidades que se adquieren al realizar una investigación científica.

En lo que respecta a la posible utilización del haba como forraje alternativo, de acuerdo con los resultados parciales de este estudio, su uso es promisorio; sin embargo, su utilización en la alimentación animal está determinada por la diferencia de niveles económicos en distintas regiones del mundo, por lo que no resulta viable su cultivo en algunos países en vías de desarrollo para utilizarlo con este propósito.

8. LITERATURA CITADA

- 1.- Cuadro de Composición Química de los Alimentos. Consultado en octubre del 2004. Disponible en URL <http://www.produccionbovina.com>
- 2.- Khorasani, G.R., E. K. Okine, J.J. Kenelly and J.H. Helm 1993. Effect on whole crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* 76: 3536- 3546.
- 3.- Mustafa, A. F., D. A. Christensen, and J.J. Mc Kinnon. 2000. Effects of pea, barley, and alfalfa silage on ruminal nutrient degradability and performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83: 2859 – 2865.
- 4.- Sheaffer, C.C., Orf, J.H., Devine T.E. and Jewett, J.G. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron. J.* 93: 99- 106.
- 5.- Bath, D., Dunbar, J., Olbrich, S. 2001. Byproducts and unusual feedstuffs. *Feedstuffs Reference Issue and Buyers Guide.* Vol. 73. No. 29 Pag. 32.
- 6.- Mustafa, A.F. , Seguin, P., Ouellet, D.R. and Adelye, I. 2002. Effects of cultivars on ensiling characteristics, chemical composition and ruminal nutrient degradability of pea silage. *J. Dairy Sci.*85: 3411-3419.
- 7.- Valor Nutritivo del haba. Consultado en febrero del 2005. Disponible en URL <http://www.ceprobol.gov.bo>

- 8.- Mustafa, A. F. and Seguin , P. 2003. Characteristics and in situ degradability of whole crop faba bean, pea and soy bean silages. *Can. J. Anim. Sci.* 83 : 793-799.
- 9.- P.D. Hebblethwaite .The Faba Bean (*Vicia faba L.*). Ed. Butterworths. Toronto, Canadá, 1983. Págs. 3 – 20.
- 10.- Bond, D.A., D.A. Lawes, G.C. Hawtin, M.C. Saxena, and J.S. Stephens. 1985. Faba Bean (*Vicia faba L.*). p. 199-265. In: R.J. Summerfield and E.H. Roberts (eds.), *Grain Legume Crops*. William Collins Sons Co. Ltd. 8 Grafton Street, London, W1X 3LA, UK.
- 11.- Jambunathan, R., H.L. Blain, K.H. Dhindsa, L.A. Hussein, K. Kogure, L.Li-Juan, and M.M. Youssef. 1994. Diversifying use of cool season food legumes through processing. pp. 98-112. In: F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser (eds.), *Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- 12.- Robertson, L.D., K.B. Singh, W. Erskine and Ali M. Abd El Moneim. 1996. Useful genetic diversity in germplasm collections of food and forage legumes from West Asia and North Africa. *Germplasm Resources and Crop Evolution* 43:447-460. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- 13.- Duke, J.A. 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York. p. 199-265.
- 14.- Kay, D. 1979. *Crop and Product Digest No. 3-Food legumes*. London: Tropical Products Institute. UK. p.26-47.
- 15.- Borgioli, Elvio. *Alimentación del Ganado*.8va edición. Ediciones GEA, Barcelona 1995.

- 16.- Mc Donald , P. Nutrición Animal. 5ta edición.Ed. Acribia, España, 1995.
- 17.- Halley, R.J. Manual de Agricultura y Ganadería. 4ta edición. Ed. LIMUSA. México, 1996.
- 18.- Chamberlain, A.T. y Wilkinson, J.M.Alimentación de la vaca lechera. Ed. ACRIBIA, España, 2002.
- 19.- Association of Official Analytical Chemist. 1990.
Official methods of analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- 20.- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Camb.) 92: 499- 503.
- 21.- Seguin , P. and Mustafa, A. F. 2003. Chemical composition and ruminal nutrient degradabilities of fresh and ensiled Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.) Can. J. Anim. Sci. 83 : 577- 582.
- 22.- Crampton, E.W. Nutrición Animal Aplicada. 6ta. Edición . Editorial ACRIBIA.España, 1996.
- 23.- Besse, Jean. La Alimentación del Ganado. 4ta Edición Ediciones Mundi-Prensa. España,1996.

9. ANEXO

Cuadro A. Área, rendimiento y producción del haba en diferentes países en 1981

(Fuente: FAO, 1981) ¹⁰

Región / País	Área (1000ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (1000 toneladas métricas)
Africa	708	1012	716
Algeria	46	630	29
Egipto	105	2495	262
Etiopía	325	852	277
Norte y Centro América	75	1285	97
Rep. Dominicana	9	930	8
Guatemala	20	450	9
México	46	1716	79
Sudamérica	232	498	115
Brasil	173	358	62
Paraguay	16	875	14
Perú	23	913	21
Asia	2259	1236	2791
China	2200	1227	2700
Chipre	3	1231	3
Turquía	30	1767	53
Europa	380	1487	565
Francia	21	3129	65
Italia	162	1270	206
España	63	810	51
Oceanía	10	1500	15
Australia	10	1500	15
Europa del Este y Rusia	47	1728	82
Mundo	3664	1174	4300

Cuadro B. Análisis químico proximal promedio de la paja del haba caballar.²²

Nombre del análisis	Base húmeda	Base seca
Materia seca %	87.9	100
Cenizas %	8.4	9.6
Fibra bruta %	36.4	41.4
Extracto etéreo %	1.4	1.6
Extracto libre de N %	33.1	37.6
Proteína (N x 6.25) %	8.6	9.8
Vacuno prot dig %	4.7	5.4
Ovino prot dig %	4	4.6
Energía		
Vacuno kcal ED/kg	1744	1984
Ovino kcal ED/kg	1860	2116
Vacuno kcal EM/kg	1430	1627
Ovino kcal EM/kg	1525	1735
Vacuno TDN %	40	45
Ovino TDN %	42	48

ED= Energía digestible, EM= Energía metabolizable, TDN= Total de nutrientes digestibles, Prot dig= Proteína digestible.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Cuadro C. Contenido en fósforo y calcio de los principales cereales y semillas empleados en la nutrición animal ²³

Cereales y semillas	Ca (g/ kg)	P (g/kg)
Cebada	0.5	3.7
Trigo	0.4	3.7
Avena	0.9	3.5
Centeno	1.0	3.3
Maíz	0.15	2.8
Arroz con cáscara	0.8	3.2
Sorgo desnudo	0.4	3.2
Lino	2.7	5.7
Veas	0.7	3.6
Chícharo	1.1	4.6
Soya	2.8	5.8
Habas	1.4	5