

Centro de Investigación en Forrajes
"La Violeta" (CIF-UMSS)



Volumen 12

Forrajes y Semillas Forrajeras

Cochabamba, Bolivia
Octubre de 2010

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias,
Forestales y Veterinarias
“Martín Cárdenas”
Departamento de Fitotecnia

Centro de Investigación
en Forrajes “La Violeta”
(CIF-UMSS)



El CIF “La Violeta”, para su funcionamiento cuenta con el reconocido apoyo de la Empresa de Semillas Forrajeras, SEFO SAM

Autoridades Universitarias

Lic. MSc. Juan Ríos del Prado (Rector)
Mgr. Walter López (Vicerrector)

Autoridades Facultativas

Ing. Agr. Carlos Rojas Ralde (M.Eng.),
Decano

Ing. Agr. Jaime La Torre Pérez,
Director Académico

Ing. Agr. Jorge San Román,
Director de la Carrera de
Ingeniería Agronómica

Lic. Biol. MSc. Evaristo Venegas,
Director del Instituto de Investigaciones

Ing. Agr. Gustavo Cárdenas,
Jefe Departamento de Fitotecnia

Personal del Centro de Investigación
en Forrajes
“La Violeta” (2010)

Director:

Jorge Delgadillo Arnéz

Personal Técnico:

Nilo Achá Molina
Edson Camacho Marquez
Hernán Campos Garvizo
José Espinoza Herrera
Franz Gutiérrez Ferrufino
Ruddy Meneses Arce
Raúl Navia Patiño
Katia Ramírez Molina

Personal administrativo

Teresa Berrios Medrano

Personal de campo y serenos

Francisco Almanza Huanca
Leonardo Ayala Fuentes
Pablo García Real
Fortunato García Real
Javier Escobar Velasco
Julián Peñaloza Heredia

Comité Editorial:

Raúl Navia Patiño
Jorge Delgadillo Arnez
Ruddy Meneses Arce

Pre Diagramación:

Raúl Navia Patiño
Ruddy Meneses Arce

© 2010 • Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS)
Tiraje: 600 copias - Impreso en Bolivia – **Depósito Legal N°: 2-1-2361-10**

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento,
por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente.

Fotografías portada: Parcela de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el CIF “La Violeta”. Cultivar CIF-Gilboa, de origen israelí, seleccionado y mejorado en el CIF por su precocidad, atributos forrajeros, sanidad y producción de forraje y semilla.

A la izquierda, campo en pleno desarrollo posterior al corte porta grano, a la derecha en plena floración para producción de semilla, la que es comercializada, a nivel nacional e internacional, por la Empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM.



Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”

(1969 – 2010)

*Centro Universitario de Excelencia Académica, dedicado a la
Enseñanza, Investigación, Formación, Producción e Interacción Social
en las Áreas de Forrajes y Semillas Forrajeras para Bolivia*

Universidad Mayor de San Simón



Facultad de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias, Forestales y
Veterinarias “Martín Cárdenas”



Departamento de Fitotecnia

Forrajes y Semillas Forrajeras

Volumen 12
Octubre de 2010

Presentación

La generación y difusión de tecnología en Bolivia, en áreas agropecuarias, es una labor ejecutada por las Universidades Públicas, como un mandato propio y como una respuesta técnica a la sociedad productiva boliviana. Esta labor se ha incrementado y ha sido determinante, desde el momento que los sistemas nacionales de investigación y extensión agrícola, han dejado de tener vigencia en el país.

En este marco de acción, el Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”, dependiente del Departamento de Fitotecnia de la FCAPFyV-UMSS, presenta el duodécimo número de la Revista *Forrajes y Semillas Forrajeras*, con resultados de trabajos generados en el CIF.

Toda publicación técnica, en la fase final de edición y publicación, conlleva un fuerte componente de esfuerzo, meticulosa revisión y cuidadosa elaboración, pero no debe olvidarse que la misma es efecto de una encomiable y meritoria labor en campo y laboratorio, llevada adelante -de manera científica pero a la vez práctica- por **investigadores, estudiantes y trabajadores universitarios**, es decir de una **Comunidad Universitaria**, que bajo un trabajo coordinado y apoyado de manera decisiva por agricultores de valles, altiplano y trópico, cosecha conocimiento para dar soluciones a una serie de aspectos, que muchas veces, limitan un desarrollo sostenido y armónico con el medio ambiente.

Para la Universidad Mayor de San Simón, la difusión de tecnología es una de sus principales obligaciones ante la sociedad boliviana; estamos seguros que el presente número de la *Revista Forrajes y Semillas Forrajeras*, aporta de manera fundamental, en el cumplimiento de éstas responsabilidades institucionales hacia el país.

Ing. Agr. Carlos Rojas Ralde (M. Eng.)
Decano FCAPFyV – UMSS

Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”
Cochabamba, Bolivia • Octubre de 2010

Contenido

Presentación

Nueva estructura de Organización del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"	1
⇒ Programa <i>Producción Animal</i>	3
⇒ Programa <i>Recursos Genéticos</i>	5
⇒ Programa <i>Manejo y Conservación de Suelos</i>	7
⇒ Programa <i>Seguridad Alimentaria</i>	9
⇒ Programa <i>Producción de Semillas</i>	11

Autor (es)	Título del trabajo	pg.
------------	--------------------	-----

RECURSOS GENÉTICOS

Katia Ramírez; Franz Gutiérrez; Jorge Gonzáles	Conservación y aprovechamiento sostenible de recursos forrajeros de la pradera nativa andina	13
Franz Gutiérrez	Evaluación de atributos forrajeros de líneas de triticale generadas en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"	21
Karen Melgarejo; Gino Aguirre; Ruddy Meneses; María Sartor	Inducción a la autoploidía en tres especies forrajeras nativas del Altiplano y Valles de Bolivia	31
Franz Gutiérrez; Katia Ramírez	Nuevos cultivares forrajeros de X. <i>Triticosecale</i> W. (triticale), con arista corta, para zonas altas de Bolivia	37

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

Ruddy Meneses; José Espinoza; Nilo Achá; Jorge Delgadillo	Evaluación agronómica de <i>Lotus corniculatus</i> , bajo inoculación con bacterias de <i>Rhizobium</i>	43
--	---	----

Contenido

Autor (es)	Título del trabajo	pg.
PRODUCCIÓN ANIMAL		
Franz Gutiérrez; José Vazques; Erminio Cori; Ruddy Meneses	Evaluación agronómica y valor nutritivo de pastos de corte en el Trópico Húmedo de Cochabamba	51
Franz Gutiérrez; Nilo Achá; Katia Ramírez; Marcelo Ruiz; Edson Camacho; Raúl Navia; José Espinoza; Sergio Lizeca; Ruddy Meneses	Establecimiento de Bancos de Proteína con <i>Cratylia argentea</i> para ganado mestizo en fincas familiares del trópico de Cochabamba	59
Hernán Campos; Ruddy Meneses; Raúl Navia; Jorge Delgado	Determinación del momento oportuno de cosecha de maíz para su conservación como ensilaje	65
Jilmar Alave; Guido Ugarte; Patricia Vásquez; Rodrigo Rodríguez; Ruddy Meneses	Caracterización de la producción lechera en el Municipio de Vinto	71
Hernán Campos; Ruddy Meneses	Evaluación de cultivares de soya (<i>Glycine max</i>) para producción de forraje en Aiquile y Tiquipaya, Cochabamba	81

ANEXOS

Anexo 1: Ubicación y datos climáticos y edáficos del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"	85
Anexo 2: Proyectos en actual vigencia en el CIF "La Violeta"	91
Anexo 3: Tesis de Grado ejecutadas con apoyo del CIF (2007 - 2010)	94
Anexo 4: Seguimiento productivo de variedades de alfalfa en "La Violeta"	95

Siglas y abreviaciones empleadas en los artículos técnicos de esta publicación

Nueva Estructura de Organización del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

El Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" nace el año 1969 mediante un convenio entre la Cooperación Técnica Suiza COTESU y la Universidad Mayor de San Simón, como proyecto con alcance nacional. El Centro tiene como **Misión** responder a los requerimientos del sector productivo, con alternativas tecnológicas relacionadas a la solución de problemas productivos, ambientales y socioeconómicos, enmarcándose en un *Manejo Sostenible de la Biodiversidad*. Asimismo, busca ser un referente nacional, en la enseñanza, formación e innovación tecnológica, en el Área de Forrajes y Semillas Forrajeras, en beneficio de los productores agropecuarios y la sociedad boliviana en su conjunto.

Los primeros años de trabajo de investigación del CIF, han estado orientados a la región, particularmente a la lechería del departamento de Cochabamba. Sin embargo, considerando los requerimientos del sector productivo agropecuario del país, a los pocos años de trabajo, el CIF amplió sus acciones a otras regiones y departamentos del país, apoyando no solamente a la lechería, sino, en forma general al sector productivo pecuario, logrando cubrir tanto la zona andina de Bolivia y el trópico de Cochabamba.

Uno de los resultados más relevantes logrados hasta la fecha, es la generación de variedades con alto potencial de producción de forraje, en diferentes especies consideradas como prioritarias. Se ha puesto a disposición del sector productor agropecuario más de medio centenar de cultivares para producción de forraje y conservación de suelos, los cuales se comercializan a nivel nacional e internacional, a través de la Empresa Universitaria de Semillas Forrajeras SEFO-SAM.

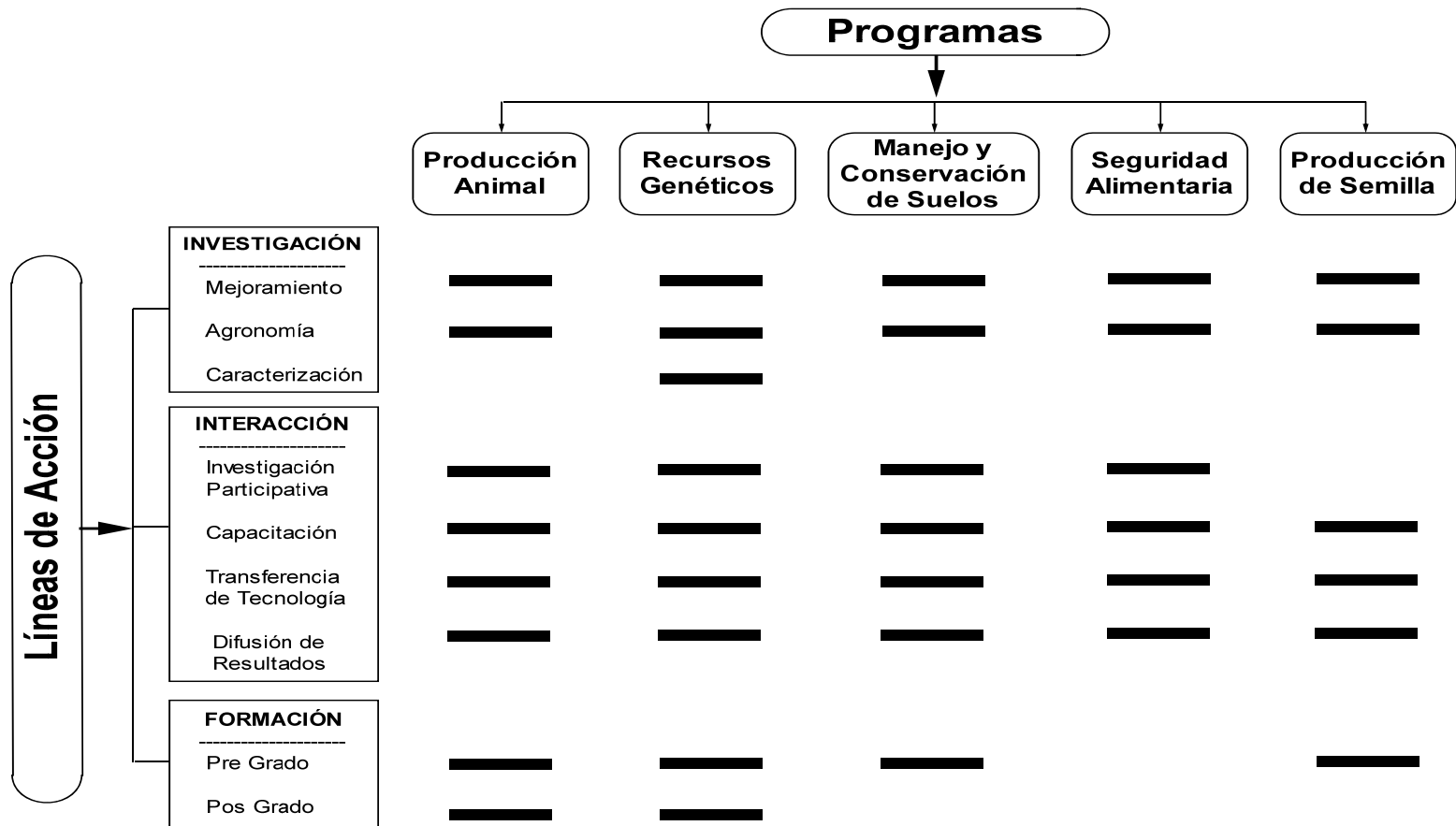
También logró generar alternativas tecnológicas importantes, relacionadas con la producción de forraje, su conservación y utilización, la producción de semillas forrajeras, la conservación de suelos, entre otros aspectos técnicos, la mayoría a través de trabajos de investigación participativa con productores agropecuarios en diferentes municipios de Bolivia. Asimismo, el CIF participa y apoya en forma activa, en el desarrollo productivo de varios municipios de la región y el país, particularmente en actividades ligadas a la Producción Animal.

A la fecha, el CIF tiene un enfoque de trabajo más amplio y las actividades se desarrollan en base a cinco nuevos *Programas*, considerados como prioritarios para la región y el país, los cuales, para su desarrollo, se relacionan con líneas básicas de acción, necesarias para conseguir los objetivos operativos de la Unidad. Aprovechando la publicación del volumen 12 de la *Revista Forrajes y Semillas Forrajeras*, documento de difusión del CIF, se presenta una Matriz de Organización y la descripción técnica de cada uno de los cinco Programas.

Debe aclararse que, por ahora, se publica trabajos generados en algunos de los nuevos Programas, no en todos, debido precisamente a la implementación de esta nueva estructura organizacional del CIF "La Violeta", planificada para el quinquenio 2010 - 2015.

Matriz de Organización del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

2010 - 2015



Programa: *Producción Animal*

Antecedentes

El aumento de la población humana y el consumo de proteína animal, exigen cada vez mayor eficiencia, en la producción animal (carne y leche).

Para lograr ese reto, es necesario contar con especies forrajeras de alto rendimiento y calidad, con las cuales se pueda alimentar eficientemente los hatos ganaderos, además de poder incrementar la capacidad de carga animal, elevando los índices productivos.

En este sentido, el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", tiene la misión de generar y transferir tecnología al sector productivo de la región y el país, en la producción de forrajes y semillas forrajeras.

Objetivos

Objetivo general: El objetivo general del Programa *Producción Animal* del CIF, es incrementar la producción de forraje en términos de cantidad, calidad, apetencia, persistencia y equilibrio en la composición botánica, para lograr incrementos cuanti y cualitativos en la producción animal.

Objetivos específicos

- Generar especies y variedades forrajeras de alta calidad, alto potencial de producción y adaptadas a condiciones locales de los diferentes pisos altitudinales del país, para incrementar la producción animal, sin dejar de lado el componente de la Pradera Nativa, entendida como

el principal recurso forrajero para la ganadería en Bolivia.

- Generar tecnología para el manejo y utilización de pasturas para lograr incrementar los índices productivos pecuarios.
- Capacitar recursos humanos en el manejo y utilización sostenible de recursos forrajeros para la producción animal.
- Interrelacionar las actividades del área de producción animal con actividades académicas universitarias, y de interacción y extensión social, con los sectores dedicados a la producción animal.

Metodología

La metodología para lograr los objetivos propuestos, está basada en generar nuevos cultivares de especies forrajeras a través de introducciones de germoplasma generado en centros internacionales, como también la obtención de germoplasma por fitomejoramiento a través de cruces locales.

Esta metodología se aplica asimismo a los recursos forrajeros de la pradera nativa.

La tecnología de producción, manejo y utilización de pasturas y la interacción y extensión social, se realiza a través de la investigación participativa a nivel de finca con los sectores involucrados a la producción pecuaria.

El Programa abarca cinco ejes temáticos que hasta el momento han sido la base de trabajo del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", éstos son:

- Forrajes Pratenses.
- Maíz y Sorgo.
- Cereales Menores.
- Forrajes Tropicales.
- Arbustos Forrajeros.

- Variedades de cereales forrajeros, generadas y liberadas, para su utilización en los sistemas productivos pecuarios del país.
- Tecnologías de producción, manejo y utilización de pasturas, generadas y adoptadas, por los productores pecuarios.
- Manejo adecuado y sostenible de la pradera nativa.

Resultados esperados

- Variedades de leguminosas y gramíneas pratenses, generadas y liberadas, para su utilización en los sistemas productivos pecuarios del país.

Estructura

La Figura 1 detalla el esquema general de trabajo del Programa, aplicable a tres condiciones agroecológicas de Bolivia: Valles, Altiplano y Trópico.

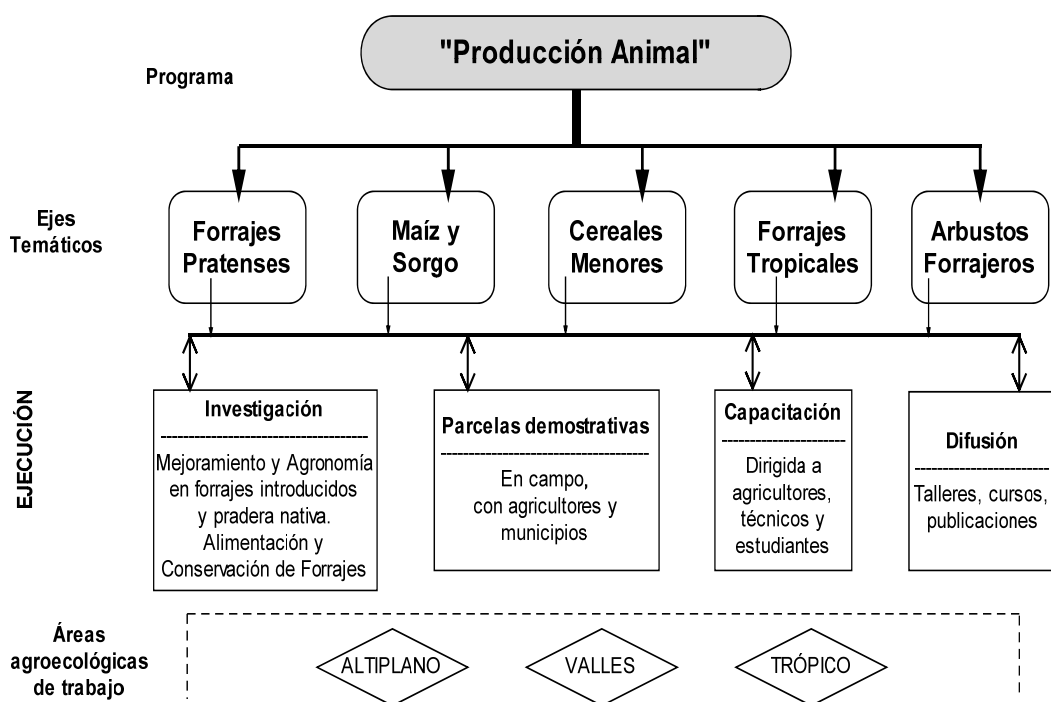


Figura 1. Estructura funcional del Programa "Producción Animal". Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (2010 - 2015).

Programa: *Recursos Genéticos*

Antecedentes

Los recursos genéticos están constituidos por la variabilidad genética organizada en un conjunto de materiales, diferentes entre sí, denominados germoplasma. Estos forman parte esencial de la biodiversidad que es la base del desarrollo sustentable de la agricultura y la agroindustria de una localidad, región o país.

Bolivia se caracteriza por poseer una megadiversidad en fauna y flora. En especies forrajeras nativas, se reporta un aproximado de 513 especies, presentes en los campos nativos de pastoreo (CANAPAS) de nuestro país.

Las forrajeras nativas son de gran valor por ser portadoras de genes de rusticidad y resistencia a enfermedades, constituyéndose en materia prima de uso actual y potencial para aumentar la calidad y la productividad, mediante acciones relacionadas al fitomejoramiento.

Pese a la importancia de éstas especies forrajeras para la ganadería de valle, puna y altiplano del país, a lo largo de los años el sobrepastoreo, la expansión de la frontera agrícola y la presión antrópica, han dado lugar a una degradación de la pradera nativa, provocando una erosión genética de la diversidad.

Por estas razones y bajo las consideraciones de que los recursos fitogenéticos son de un valor incalculable y que su pérdida comprende un proceso irreversible que a su vez supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria, el Centro de Investiga-

ción en Forrajes (CIF "La Violeta") implementó el *Programa de Recursos Genéticos*.

Objetivos

Objetivo general: Conservar y manejar de manera sostenible la variabilidad genética de especies forrajeras nativas y cultivadas de Bolivia, así como de otras especies de interés para la seguridad alimentaria, tales como frijol, trigo y tomate.

Objetivos específicos

- Conservar a mediano y largo plazo germoplasma de especies forrajeras y otras de interés estratégico.
- Identificar y priorizar áreas con problemas de erosión genética y en contrapartida, también áreas de abundante biodiversidad.
- Realizar la caracterización morfológica y molecular del germoplasma de especies forrajeras.
- Identificar germoplasma con características deseables para mejoramiento genético y obtención de nuevas variedades.
- Capacitar recursos humanos en el manejo, conservación y uso sostenible de recursos genéticos.
- Interrelacionar las actividades del área con actividades académicas universitarias y de interacción y extensión social.

Metodología

En función a los objetivos propuestos, se trabaja en dos líneas enmarcadas en la conservación *in situ* y *ex situ*.

- ⇒ **Conservación *in situ*:** Identificación de microcentros de biodiversidad; capacitación a comunarios en conservación, mantenimiento y mejora de campos nativos de pastoreo.
- ⇒ **Conservación *ex situ*:** Recopilación de información secundaria, misiones para recolectar germoplasma, generación de protocolos de conservación *ex situ*, multiplicación y rejuvenecimiento, caracterización morfológica y aplicación de técnicas de fitomejoramiento para uso potencial del germoplasma en programas de mejoramiento genético.

Resultados

Actualmente se cuenta con 752 accesiones de germoplasma forrajero entre gramíneas, leguminosas y otras especies forrajeras, correspondiendo 120 accesiones a especies nativas y 632 introducidas y mejoradas.

Además, el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", tiene 150 accesiones de trigo, 80 de frijol y 142 de tomate.

Estructura

La Figura 2 detalla el esquema general de trabajo del Programa, aplicable a dos condiciones agroecológicas: Valles y Altiplano.

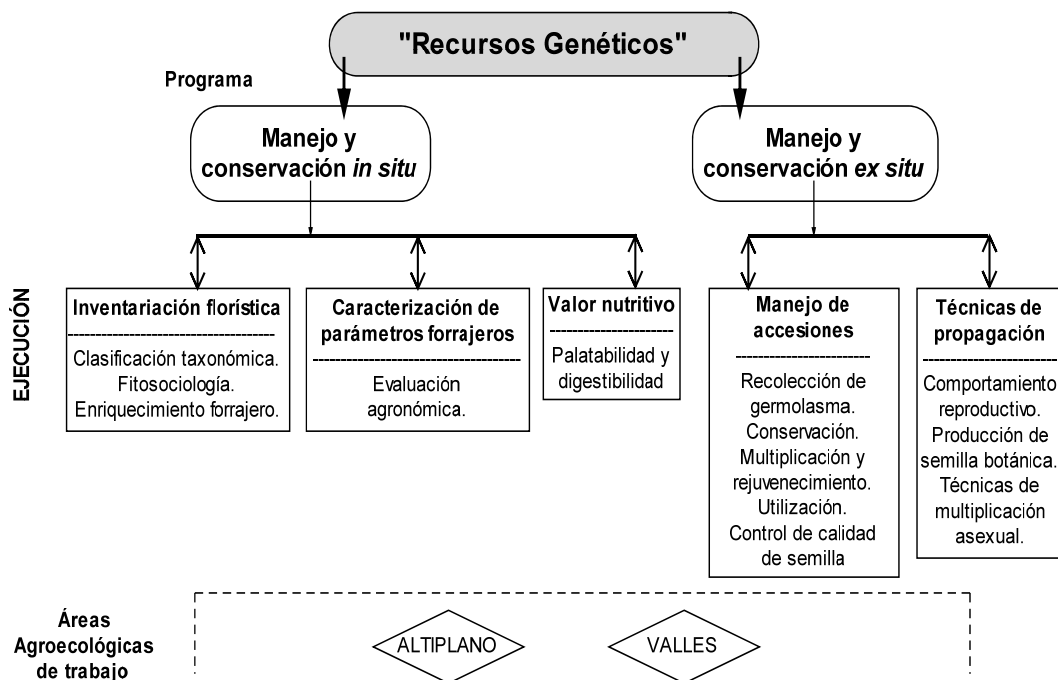


Figura 2. Estructura funcional del Programa "Recursos Genéticos". Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (2010 - 2015).

Programa: *Manejo y Conservación de Suelos*

Antecedentes

En Bolivia, la FAO estima en 13 millones de hectáreas las áreas degradadas, cifra que representa aproximadamente el 12% de la superficie del país.

Por otra parte, se calcula que en Bolivia, entre los años '50 a '90, la erosión del suelo se ha incrementado en casi un 90%.

Esta degradación y consecuente pérdida de suelos, es debida a diferentes causas, la gran mayoría ligadas a inadecuadas prácticas agronómicas en la producción de cultivos y un inexistente manejo de coberturas tendientes a reducir procesos erosivos en los suelos.

La producción de forrajes es una actividad transversal a la producción agropecuaria en general.

Es así que el producir forraje forma parte de las cadenas productivas en la mayoría de las zonas agroecológicas del país, constituyéndose en una actividad que bien puede contribuir a controlar la erosión de suelos o si acaso es mal manejada contribuir a incrementarla.

Por esta razón, el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", identifica que el trabajar en temas de *Manejo y Conservación de Suelos*, a partir de la generación de tecnología forrajera, es un rubro de vital importancia para mantener y en lo posible incrementar las capacidades de fertilidad química y estabilidad física de los suelos, tanto en zonas de valle, atura y trópico de Bolivia.

Objetivos

Objetivo general: Generar y difundir tecnología tendiente a lograr un manejo adecuado y sostenible del recurso suelo.

Objetivos específicos

- Evaluar la dinámica y los efectos sobre el suelo, de las prácticas de rotación de cultivos y forrajes anuales y perennes.
- Caracterizar prácticas de manejo de coberturas vegetales, abonos verdes, manejo de rastrojos y biomasa vegetal, y otros (fertilización orgánica e inorgánica), en las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos en diferentes ambientes del país.
- Brindar capacitación a nivel de agricultores, en temáticas relacionadas a prácticas adecuadas de manejo de suelos.
- Establecer y ejecutar de manera participativa con agricultores, ensayos y parcelas demostrativas tendientes a demostrar, de manera objetiva, las bondades de la tecnología de conservación y manejo de suelos, a partir del componente forrajero.

Metodología

A partir de los objetivos indicados, se plantea tres líneas de trabajo enmarcadas en el manejo y la conservación de suelos, a partir del componente vegetal en general y forrajero en especial:

- ⇒ Establecimiento y evaluación de trabajos de investigación en el CIF, CEAC y Valle del Sacta.
- ⇒ Establecimiento de parcelas demostrativas en condiciones de campo, con apoyo de agricultores a nivel de municipios en zonas de valle, altiplano y trópico.
- ⇒ Difusión de la tecnología a partir de publicaciones divulgativas y científicas; visitas de campo; talleres de capacitación y campañas de motivación.

ca de suelos y sus condiciones físicas y biológicas, determinados.

- Ventajas y desventajas de diferentes esquemas de rotación de cultivos, determinadas.
- Prácticas adecuadas de manejo y conservación de suelos, con el componente forrajero, estudiadas, evaluadas y difundidas.
- Agricultores capacitados y motivados para aplicar la tecnología generada en el rubro.

Resultados esperados

- Especies forrajeras caracterizadas en cuanto a su rol en la conservación y manejo de suelos.
- Efectos del manejo de coberturas vegetales sobre la fertilidad química

Estructura

La Figura 3 detalla el esquema general de trabajo del Programa, aplicable a tres condiciones agroecológicas: Valles, Altiplano y Trópico.

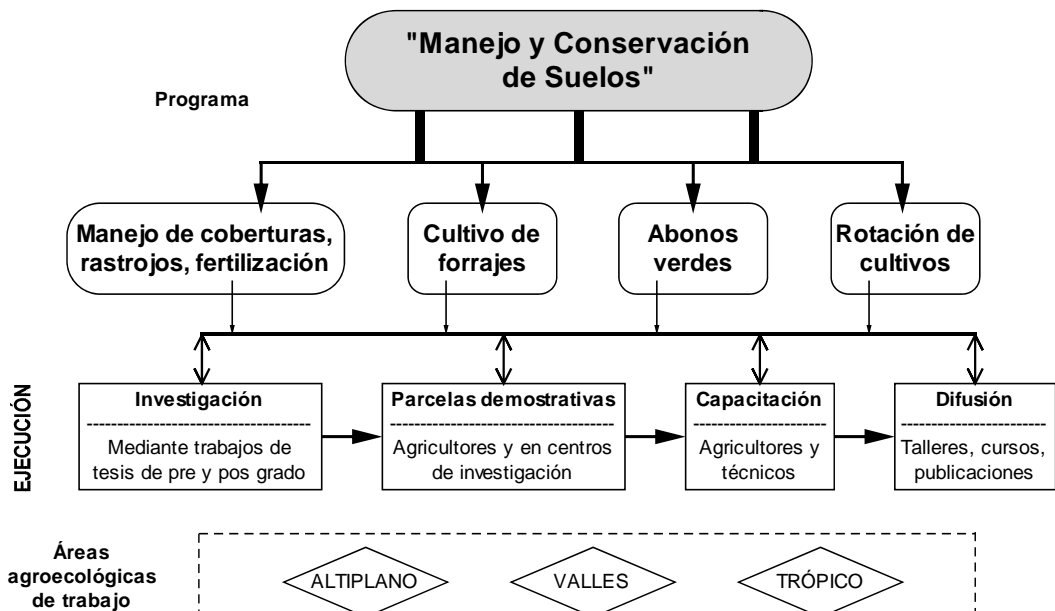


Figura 3. Estructura funcional del Programa “Manejo y Conservación de Suelos”. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (2010 - 2015).

Programa: *Seguridad Alimentaria*

Antecedentes

La política de *Seguridad y Soberanía Alimentaria* de Bolivia, se enmarca en el *Nuevo Modelo Productivo Rural* caracterizado por la construcción de una economía plural dentro de pilares conceptuales del Modelo Económico del Gobierno de Bolivia, éstos son:

- Expansión del rol del estado.
- Industrialización de los recursos naturales.
- Modernización y tecnificación de los pequeños y medianos productores rurales.
- Producción para el mercado interno y luego para la exportación y distribución de la riqueza agropecuaria.

El CIF, dentro su nueva estructura (2010-2015). considera la *Seguridad y Soberanía Alimentaria*, como un programa prioritario para mejorar la productividad con el mejoramiento genético y generación de nuevas variedades de trigo, frijol y amaranto, en la zona andina de Bolivia.

Objetivos

Objetivo general: Generar nuevas variedades de alto potencial genético y tecnologías, que garantice la producción agrícola de trigo, amaranto y frijol, en la zona andina del país, poniendo a disposición del productor agrícola, variedades mejoradas y tecnología apropiada.

Objetivos específicos

- Mejorar y obtener nuevas variedades de trigo, amaranto y frijol, con elevado potencial de rendimiento.
- Desarrollar nuevas alternativas tecnológicas para la producción de trigo, frijol y amaranto.
- Realizar trabajos de investigación participativa con agricultores, tendientes a demostrar de manera objetiva, las bondades de las tecnologías de manejo y producción de especies, a partir del concepto de *Seguridad y Soberanía Alimentaria*.

Metodología

Para cumplir los objetivos mencionados, es necesaria la generación de una línea base de las áreas de trabajo para la obtención de información productiva, social y organizacional.

Esta actividad permitirá identificar, de manera clara y concreta, los factores limitantes en la producción de alimentos agrícolas.

A partir de la información y sistematización de la información lograda en la línea base, se enfocará el trabajo mediante las siguientes estrategias metodológicas:

- ⇒ Establecimiento de parcelas de investigación participativa, en condiciones de campo, con apoyo de agricultores a nivel de municipios.
- ⇒ Días de demostración de campo de campo; talleres de capacitación y campañas de motivación.

⇒ Difusión de la tecnología a partir de publicaciones divulgativas y científicas.

apropiadas para la producción de alimentos agrícolas.

- Mejorar y mantener la calidad de la producción de trigo, frijol y amaranto, a fin de lograr una sostenibilidad alimentaria adecuada.

Resultados esperados

- Generación de nuevas variedades de trigo, amaranto y frijol, con elevado potencial en rendimiento.
- Optimización del manejo productivo aplicando tecnologías nuevas de producción.
- Participación continua de los agricultores en unidades o módulos de producción, aplicando tecnologías

Estructura

La Figura 4 detalla el esquema general de trabajo del Programa, aplicable a tres condiciones agroecológicas: Valles, Altiplano y Trópico.

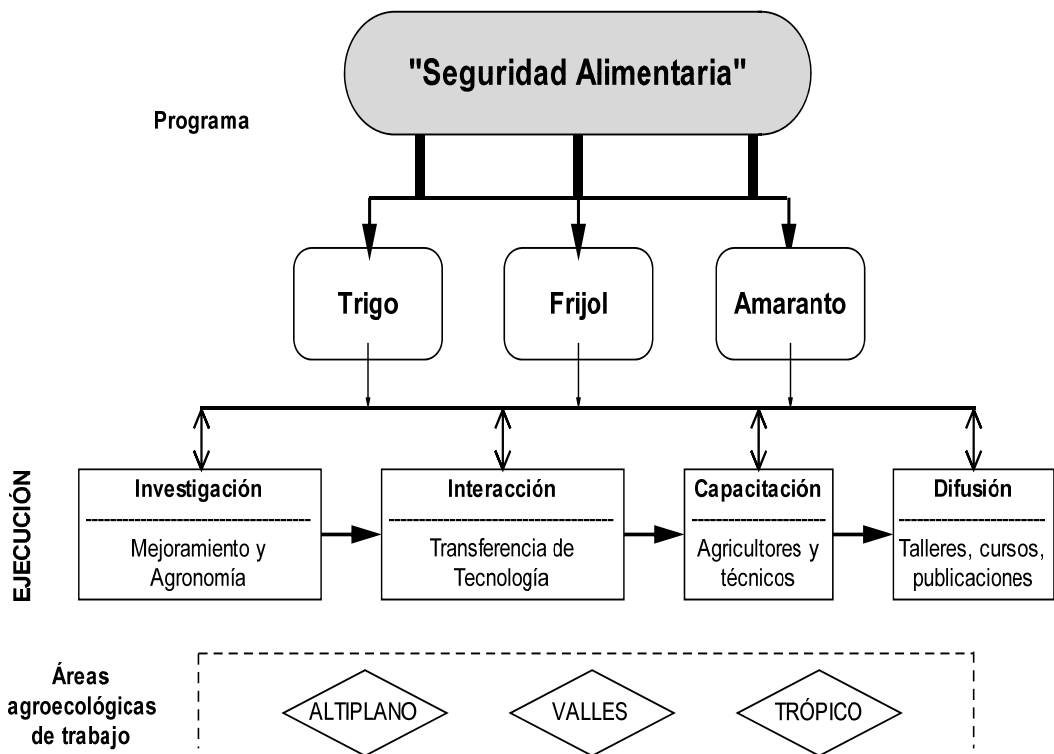


Figura 4. Estructura funcional del Programa "Seguridad Alimentaria".
Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (2010 - 2015).

Programa: *Producción de Semillas*

Antecedentes

La semilla representa el insumo básico del desarrollo agropecuario y soberanía alimentaria de nuestro país, su disponibilidad en calidad, cantidad y continuidad, se torna en un aspecto de importancia más allá de la economía, para la diversidad genética, seguridad alimentaria y soporte cultural.

La falta de semilla de calidad es el factor más limitante para el desarrollo de la actividad forrajera y ganadería en el país, razón por el cual, desde el año 1969, el Centro de Investigación en Forrajes, trabaja intensamente en la generación y producción de semilla básica de nuevas variedades y cultivares prioritarios para la producción de forrajes, adaptados a las diferentes regiones agroclimáticas del país, valorando su potencial sanitario y productivo. Además de semilla, en el caso de arbustos forrajeros, produce plantines de especies de doble propósito: producción de forrajes y conservación de suelos para manejo de cuencas.

Esta tecnología es aplicada por la Empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM, para la producción a escala comercial y posterior comercialización, en función de mejorar la ganadería del país, sin dejar de lado la exportación de una semilla de calidad reconocida y que pasa por procesos de certificación según normativa técnica boliviana.

En los últimos años el CIF, también produce semilla básica de especies destinadas a la soberanía y la seguridad alimentaria para elevar el nivel de vida de la población rural, en especial en áreas deprimidas.

Objetivos

Objetivo general: Abastecer adecuada y oportunamente de semilla básica a la Empresa Universitaria de Semillas Forrajeras SEFO - SAM, para que a partir de la producción de semilla comercial, el productor boliviano tenga mayores posibilidades de optimizar los procesos productivos. Asimismo provee plantines de especies y cultivares seleccionados como prioritarios para la producción de forrajes, seguridad alimentaria y conservación de suelos.

Objetivos específicos

- Producir semilla básica y plantines de especies y cultivares prioritarios para producción de forrajes, seguridad alimentaria y conservación de suelos.
- Garantizar la producción y disponibilidad en calidad y cantidad de semilla básica y plantines requerida para la producción a escala comercial

Metodología

En base a la definición de objetivos establecidos, se considera la siguiente líneas de trabajo, para el Programa Producción de Semilla.

- Establecimiento de parcelas de producción de semilla básica y plantines de especies y cultivares, según normas nacionales e internacionales.

Resultados esperados

- Disponer de volúmenes adecuados de semilla básica y plántines de especies forrajeras, como también especies seleccionadas para seguridad alimentaria y conservación de suelos.

Estructura

La Figura 5 detalla el esquema general de trabajo del Programa.

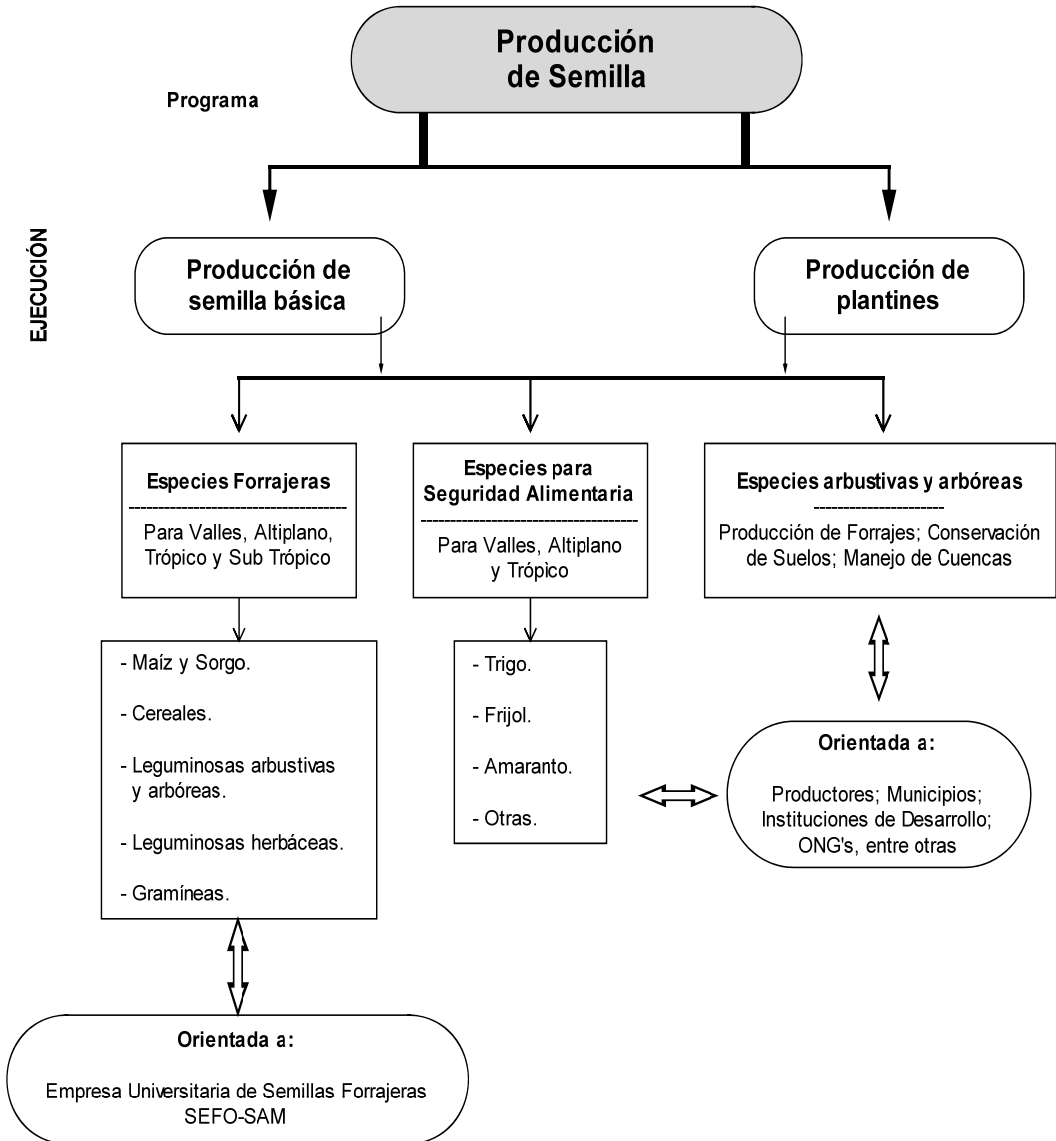


Figura 5. Estructura funcional del Programa "Producción de Semillas".
Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (2010 - 2015).

Conservación y aprovechamiento sostenible de recursos forrajeros de la pradera nativa andina

Conservation and Sustainable use of forage resources from the Andean Native Prairie

Katia Ramírez ¹; Franz Gutierrez ¹; Jorge González ²

¹ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

² Coordinador *Proyecto Recursos Forrajeros Andinos*

E-mail de contacto: katia.ramirez1971@gmail.com

Resumen. La erosión genética de especies forrajeras de alto valor estratégico es un problema latente en diferentes regiones de Bolivia. Factores que incrementan el problema son el sobrepastoreo, el efecto del cambio climático, la presión demográfica y el manejo deficiente de esos recursos. Se observa una carencia de acciones sostenidas dirigidas a la conservación y manejo de germoplasma forrajero nativo en la zona andina de Bolivia. Considerando que los recursos fitogenéticos constituyen un patrimonio de la humanidad de valor incalculable y que su pérdida es un proceso irreversible que supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria, el CIF "La Violeta" ha iniciado el Proyecto *Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la Zona Andina de Bolivia* que busca conservar y manejar, de manera sostenible, la variabilidad genética de especies leguminosas y gramíneas forrajeras nativas de la región andina de Bolivia. Para alcanzar los objetivos se plantea recolectar germoplasma, generar protocolos de conservación *ex situ*, caracterizar el material a nivel morfológico y molecular y finalmente aplicar técnicas de fitomejoramiento para uso potencial del germoplasma en programas de mejoramiento genético.

Palabras claves: Germoplasma; Forrajicultura; Conservación *ex situ*, *in situ*; Biodiversidad

Abstract. The genetic erosion of forage species of high strategic value is a dormant problem in different regions of Bolivia. The main factors that increase the problem are: the over-pasture, the climate change effect, the demographic pressure and the deficient management of those resources. It is observed a lack of sustainable actions addressed to the conservation and management of native forage germplasm in the Andean zone of Bolivia. Taking in consideration that plant genetic resources constitute a world heritage of incalculable value and its loss is an irreversible process with a serious threat for the ecosystems stability, the agriculture development and food security, the Forage Research Center "La Violeta" has initiated the project titled: *Conservation and Sustainable Use of the Biodiversity of Forage Genetic Resources of the Andean Zone in Bolivia*. This project aims to conserve and manage sustainably, the genetic variability of legumes species and native forage grasses of the Andean region of Bolivia. In order to achieve the objectives, it is proposed to collect germplasm, generate protocols of *ex situ* conservation, to characterize the material at morphologic and molecular level and, finally, to apply plant breeding techniques for potential use of germplasm in plant breeding programs.

Keywords: Germplasm; Forage culture; Conservation *ex situ*, *in situ*; Biodiversity

Antecedentes eco-geográficos en relación a las pasturas nativas

En Bolivia, el uso de la tierra, estima un 33% para el componente agropecuario, del cual 93% está dedicado a pasturas. Bolivia está dividida por dos cadenas andinas paralelas, la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental (Vera s/f). Por su parte, el año 1974 el MACA (citado por Lara y Alzérrec, 1976), indicaba la cifra de 6,500,000 ha de praderas naturales de altura en Bolivia, teniendo en esta área alrededor de 150 especies vegetales nativas, constituyendo la mayor parte de éstas, la base de la alimentación ganadera altoandina.

Este vasto territorio se caracteriza por poseer una mega diversidad en fauna y flora distribuida en tres grandes regiones ecológicas en función a los tres pisos altitudinales:

- *Llanos Orientales*
- *Valles Interandinos*
- *Altiplano Altoandino*

El Cuadro 1 detalla la existencia de praderas nativas en Bolivia, en base a los tres pisos altitudinales antes señalados. El Proyecto enfoca sus esfuerzos a las praderas naturales que representan el 18.4% del país, y que se encuentra en el altiplano y altoandino de Bolivia. Estas ecoregiones de altoandino subhúmedo y al-

toandino árido y semiárido, se ubican sobre los 4100 msnm a lo largo de la Cordillera Oriental y Occidental del país, teniendo características parecidas.

En el altiplano subhúmedo, que se encuentra bajo la influencia del Lago Titicaca, las condiciones medioambientales son mas favorables para la producción agrícola que para la ganadería extensiva, por lo que la participación de los CANAPAS como fuente de forraje en los sistemas de producción locales es limitada, excepto, en pequeñas áreas altamente productivas como son los totorales y los bofedales. Lo mismo puede indicarse para el altiplano árido y semiárido con referencia a estas unidades de praderas (bofedales y totorales).

En el Cuadro 2, se presenta un resumen de las ecoregiones del Altiplano y Altoandino que tienen campos nativos de pastoreo entre sus componentes. En general, al igual que en el altoandino, existe un amplio rango de variación en potencial productivo el que se manifiesta en una capacidad de 1-20 ha/UA en el altiplano norte, con condiciones edafoclimáticas buenas y donde las especies animales de cría son preferentemente ovinos y vacunos y un rango mas amplio aún, de 1-80 ha/UA/año en el altiplano semiárido y árido donde la cría de camélidos y ovinos es relevante (Alzérrec, 2006).

Cuadro 1. Superficie de Campos Naturales de Pastoreo (CANAPAS) de Bolivia por grandes regiones ecológicas

Grandes regiones	Llanos Orientales	Valles Interandinos	Altiplano y Altoandino	Total
Pisos altitudinales (msnm)	<500	500-3000	>3000	<500 a <5000
Kilómetros cuadrados	397,888	107,369	201,924	707,181
Porcentaje del país	36.3	9.7	18.4	64.4

Fuente: Alzérrec, 2006

Cuadro 2. Principales regiones ecológicas de Bolivia en el Altiplano y Altoandino con cobertura vegetal nativa para la producción de ganado silvestre

Principales características	Altoandino Subhúmedo (Cordillera Oriental)	Altoandino Arido y Semi-árido (Cordillera Occidental)	Altiplano subhúmedo (Altiplano Norte)	Altiplano Semiárido y Arido (Altiplano Central y Sur)
Temperatura anual promedio (°C)	3-10	6-9	8-12	7-11
Precipitación (mm)	450-1200	50-450	520-800	50-450
Régimen de Nro. de meses húmedos	3-7	1-3	4-5	1-3
Altitud (msnm)	4100-5000	4100-5000	3800-4100	3200-4100
Uso Ganadero ¹	Camélido, Ovino y Vacuno	Camélido, Ovino y Vacuno	Ovino, Vacuno y Camélido	Ovino, Camélido y Vacuno
Rango de Capacidad de Carga (ha/UA/año)*	1-40	1-80	1-20	1-80

* UA = Vacuno adulto de 360 kg de peso vivo. ¹ *Uso ganadero* se refiere a la presencia de especies animales por orden de importancia.

Fuente: Adaptado de Alzérreca, 2006

Los forrajes nativos en Bolivia y la importancia de su conservación

La producción de especies forrajeras requiere de un gran impulso en todas las fases de su desarrollo, especialmente en el manejo y conservación de germoplasma.

El germoplasma vegetal o recurso fitogenético es considerado como el bien o medio potencial que reside en los genes y que tiene un potencial económico y de uso similar al de cualquier otro recurso natural (Querol, 1988).

En este sentido, los países en desarrollo que se encuentran en lugares considerados como centros de origen de especies vegetales, deben dirigir sus acciones al manejo de recursos genéticos, incluyendo su exploración, recolección, conserva-

ción, evaluación y aprovechamiento sostenible.

Bolivia esta considerada entre los diez países con mayor riqueza biológica contando con una flora de 15,000 a 20,000 especies de plantas superiores, de las cuales la mayoría crece en la cuenca amazónica.

De un total aproximado de 513 especies presentes en los Campos Naturales de Pastoreo en Bolivia, 180 se encuentran en la eco región andino y altoandino, habiendo sido priorizadas 126 especies por su interés forrajero de las cuales 58% son gramíneas y plantas semejantes y 42% son otras forrajeras (Alzérreca, 2006).

El mismo autor (1985), detalla la presencia de especies forrajeras más relevantes en la zona alta de Bolivia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comunidades vegetales y principales géneros y especies encontrados en ecoregiones de altura en Bolivia, para la producción de rumiantes

Eco-región	Comunidad vegetal (nombres locales)	Géneros y especies característicos
Puna sub-húmeda (Altiplano Norte)	Bofedal	<i>Distichlis humilis</i> , <i>Carex</i> sp., <i>Oxychloe andina</i> , <i>Calamagrostis</i> spp.
	Chillihuare	<i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Lachemilla</i> spp., <i>Trifolium amabile</i>
	Total	<i>Scirpus</i> , <i>Juncus</i>
Puna árida semiárida (Altiplano Central)	Bofedal	<i>Oxychloe andina</i>
	Pajonal	<i>Festuca ortophylla</i> , <i>Stipa</i> spp., <i>Calamagrostis</i> spp.
	Pajonal de Ichu	<i>Stipa ichu</i> , <i>Stipa</i> sp., <i>Erodium cicutarium</i> , <i>Aristida</i> sp.
	Chilliguare	<i>Festuca dolichophylla</i>
	Tholar	<i>Parastrephia lepidophylla</i> , <i>Baccharis microphylla</i> , <i>Adesmia</i> spp.
	Tholar-pajonal	<i>Parastrephia lepidophylla</i> , <i>Baccharis</i> , <i>Festuca</i> , <i>Stipa</i>
	Gramadal	<i>Distichlis humilis</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>M. peruviana</i>
	Arbustal de cauchi	<i>Suaeda fruticosa</i> , <i>Atriplex cristata</i>
Puna alta árida semiárida (Altiplano Sur y Oeste)	Bofedal	<i>Oxychloe andina</i> , <i>Ranunculus</i> sp.
	Tholar	<i>Psila boliviensis</i> , <i>Fabiana densa</i>
	Gramadal	<i>Distichlis</i> , <i>Werneria</i>
	Matorral de <i>Polylepis</i>	<i>Polylepis tomentella</i> , <i>P. tarapacana</i> , <i>Stipa ichu</i> , <i>Stipa</i> sp.
	Pajonal	<i>Stipa</i> sp., <i>Festuca</i> sp.
Puna alta sub-húmeda (Altiplano Este)	Bofedal	<i>Distichlis</i> , <i>Plantago</i>
	Pajonal de ladera	<i>Festuca</i> , <i>Stipa</i> , <i>Paspalum</i>
	Gramadal	<i>Geranium</i> , <i>Werneria</i>
	Arbustales de satureja	<i>Satureja</i> , <i>Chuquiraga</i>

Fuente: Adaptado de Alzérreca, 1985

No obstante la diversidad existente, la erosión genética de especies forrajeras de alto valor estratégico es un problema latente en diferentes regiones de Bolivia. Posibles factores que incrementan el problema son el efecto del cambio climá-

tico, la presión demográfica y el manejo deficiente de los recursos genéticos de especies forrajeras.

A pesar de este panorama, se observa una carencia de acciones sostenidas dirigidas

a la conservación y manejo de germoplasma forrajero nativo en la zona andina de Bolivia.

Por lo anteriormente indicado y en razón a la pérdida cada vez mayor de áreas con cobertura de praderas nativas en el país, el CIF, propone la conservación de material genético forrajero *ex situ* en un *Banco de Recursos Genéticos Forrajeros*, ubicado en la zona de La Violeta, Tiquipaya, de Cochabamba, y la capacitación de agricultores de las zonas con mayor diversidad en la región andina, promoviendo la conservación *in situ*, como estrategias de conservación sostenible de germoplasma forrajero nativo.

La Figura 1 a través de un organigrama funcional, esquematiza la propuesta de trabajo del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" en el tema del presente artículo.

Conservación *in situ*

La amplitud de distribución y la gran rusticidad del germoplasma mantenido a través del tiempo, se ha mantenido básicamente gracias al manejo y utilización *in situ* de los recursos genéticos agrícolas. A través de esta vía, los pequeños productores, descendientes directos de los domesticadores originales, mantienen las especies que permanecen en las praderas nativas (FAO, 2009).

Las líneas de desarrollo agropecuario del gobierno boliviano buscan "contribuir al desarrollo nacional, soberano, digno, productivo y participativo para vivir bien, a partir de la conservación de los ecosistemas, especies biológicas y recursos genéticos", dando énfasis a la participación de los directos "manejadores natura-

les" de recursos genéticos como son las comunidades campesinas.

La estrategia a seguir para la conservación *in situ* está basada en los siguientes aspectos:

- Determinación y clasificación de áreas potenciales de uso pastoril promoviendo áreas de aprovechamiento sostenible.
- Elaboración de guías metodológicas de uso apropiado para capacitación en el aprovechamiento de pastizales nativos.
- Capacitación en el manejo adecuado de Campos Nativos de Pastoreo (CANAPAS) a través de rotaciones, mediante un ordenamiento y manejo espacial de las pasturas.
- Campañas de concientización para evitar la quema e incendios provocados y su implicación en la degradación de pastizales.

Conservación *ex situ*

De manera paralela a la conservación *in situ*, se desarrollará la estrategia de conservación *ex situ* en un banco de germoplasma de modo de coleccionar, caracterizar, conservar y aprovechar sosteniblemente la biodiversidad de las especies forrajeras existentes en nuestro país.

Otras actividades a realizar para cumplir los objetivos propuestos son:

- Identificar áreas que presenten problemas de erosión genética y áreas de abundante biodiversidad forrajera en la región andina de Bolivia, generando mapas de distribución de la biodiversidad forrajera existente.

- Colectar germoplasma y aplicar metodologías de conservación y aprovechamiento sostenible de germoplasma de especies forrajeras, realizando la caracterización morfológica, fisiológica, molecular.
- Evaluar agrónomicamente el material genético colectado frente a factores bióticos y abióticos.

Acciones a llevar a cabo

En primera instancia se procederá con la recopilación de información (revisión de fuentes bibliográficas, misiones de recolección).

Una vez obtenidas las accesiones mediante colecta, se procederá con la generación de protocolos de conservación de semillas *ex situ*, a mediano y largo plazo.

Se realizará la determinación de la variabilidad genética colectada a través de caracterizaciones morfológicas, mediante los descriptores propuestos por el *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR), y la caracterización molecular mediante marcadores microsátelites.

Al mismo tiempo se brindará capacitación a los agricultores, mediante metodologías participativas, cursos cortos y talleres en cuanto a conservación *in situ* se refiere.

La disponibilidad de material genético recolectado y conservado en el banco de germoplasma, hará posible que los diferentes centros de investigación agrícola, puedan utilizar el germoplasma y mejorar sus actividades de investigación y producción.

Los estudios mencionados, permitirán la diversificación de la producción forraje-

ra, con especial énfasis en la conservación y utilización sostenible de especies forrajeras locales.

El objetivo específico de utilizar el germoplasma caracterizado, se dirige a iniciar un programa de mejoramiento genético vegetal en base al germoplasma local existente. El uso de marcadores moleculares permitirá la identificación de diversidad existente dentro las especies así como permitirá conocer la amplitud de la base genética de las especies, datos que serán de utilidad en la generación de variedades de especies forrajeras nativas, que incrementen la cantidad y calidad de forraje para la producción pecuaria.

Resultados preliminares

A la fecha se han realizado colectas en los departamentos de Oruro, Potosí y Cochabamba, contando con 752 accesiones entre gramíneas, leguminosas y otras especies forrajeras, correspondiendo 120 accesiones a especies nativas y 632 introducidas y mejoradas.

Las accesiones nativas corresponden a los géneros:

- *Melilotus*
- *Vicia*
- *Lathyrus*

en cuanto a leguminosas se refiere, y:

- *Bromus*
- *Festuca*
- *Eragrostis*
- *Calamagrostis*
- *Hordeum*
- *Luzula*
- *Nasella*

en lo referente a gramíneas.

Atriplex y *Suaeda* constituyen géneros de otras especies presentes en la colección de germoplasma del CIF.

Entre las accesiones introducidas se tiene a los géneros

- *Lotus*
- *Medicago*
- *Trifolium*
- *Pisum*

entre las leguminosas, y:

- *Dactylis*
- *Lolium*
- *Avena*
- *Triticale*
- *Hordeum*

entre las gramíneas.

Referencias citadas

- Alzérreca, H. 1985. Campos naturales de pastoreo de Bolivia. **En:** Mesa Redonda sobre la Promoción del Manejo de las Praderas Nativas de Sudamérica. Paladines, O. (ed.). Santiago, Chile.
- Alzérreca, H. 2006. Campos Nativos de Pastoreo (CANAPAS). **En:** CANAPAS y Pasturas de los Andes de Bolivia: Investigaciones realizadas por REPAAN, IBTA y CIF. Alzérreca, H., Delgadillo, J., Meneses, R. (eds.) REPAAN – IBTA – CIF. Cochabamba, Bolivia. 1 disco compacto.
- FAO. 2005. Situación actual de los camélidos en Bolivia. 56 p.
- FAO. 2009. Estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación en Bolivia. Proyecto: Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma Vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación - GCP/BOL/037/ITA. 48 p.
- Flores, A. 2005. Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos. Oikos. 53 p.
- Lara, R., Alzérreca, H. 1976. Forrajeras Nativas del Altiplano. MACA - IBTA. Boletín Experimental Nro. 57. La Paz, Bolivia 20 p.
- Paladines, O. 1991. El papel de la Red de Pastizales Andinos, REPAAN, en la conservación de recursos fitogenéticos de pastos. **En:** II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos: Colección, Conservación, Evaluación, Utilización, Contexto. Memorias. INIAP. Quito, Ecuador. 182 p.
- Querol, D. 1988. Recursos Genéticos, Nuestro Tesoro Olvidado. Lima, Perú. 218 p.
- Vera, R. Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. En línea. Disponible en: www.fao.org Consultado el 01 de octubre de 2010.

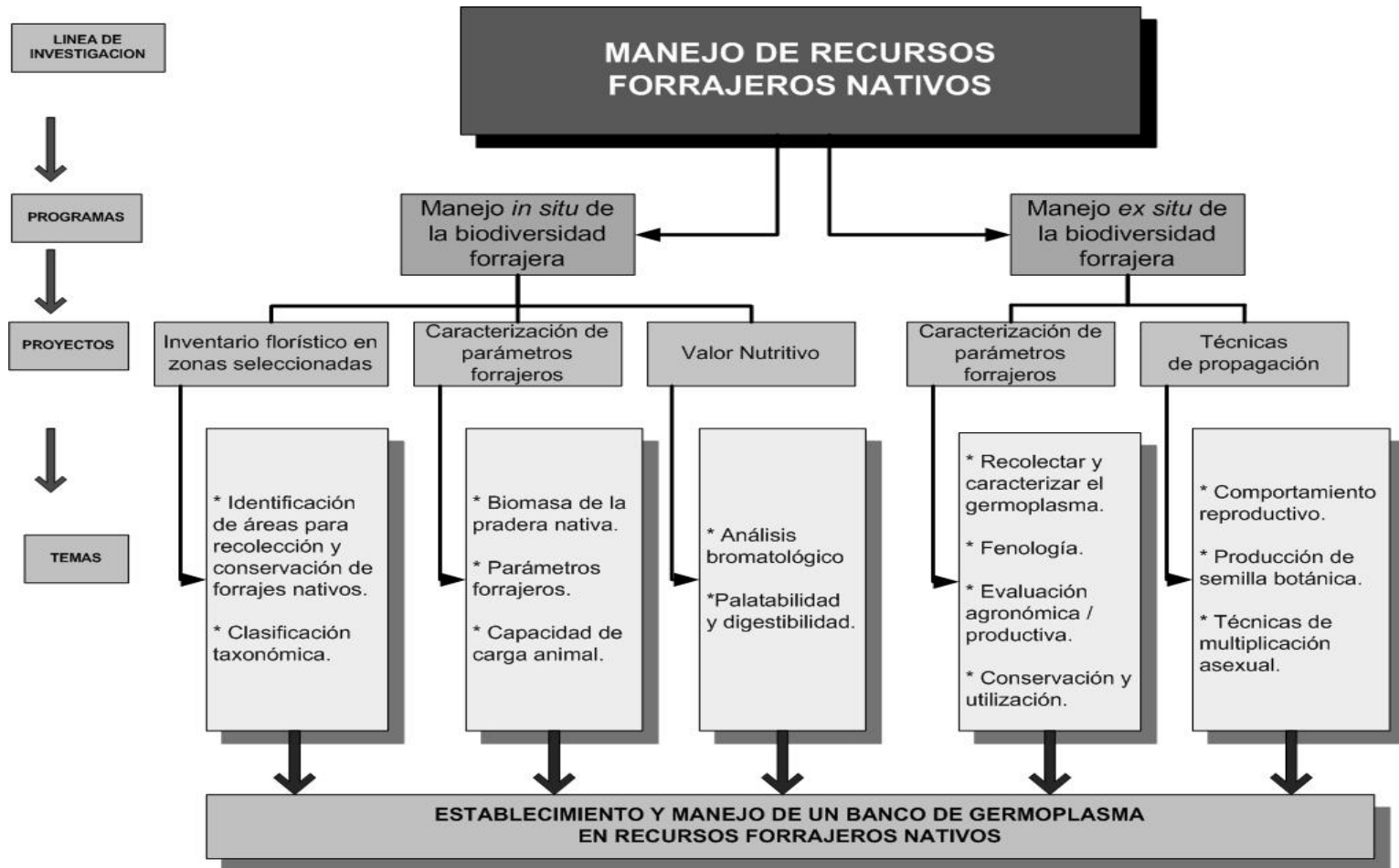


Figura 1. Organigrama funcional del Proyecto *Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la Zona Andina de Bolivia*, co-ejecutado por el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

Evaluación de atributos forrajeros de líneas de triticale generadas en el Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”

*Evaluation of forage characteristics of triticale lines
generated in the Forage Research Center “La Violeta”*

Franz Gutiérrez Ferrufino

Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS)

E-mail de contacto: franzgutierrezferrufino@yahoo.com

Resumen. En la campaña agrícola 2006-2007, en predios del CIF “La Violeta”, se estableció un ensayo para evaluar los atributos forrajeros de líneas de triticale generadas y estabilizadas por el *Programa Cereales Menores* del CIF, a partir de cruzamientos efectuados el año 2001, comparadas con sus progenitores cv. Renacer y 9FWTCL L-6. Realizado el análisis de varianza y la prueba de contrastes ortogonales, se determinó que algunas de las líneas generadas superaron con diferencias significativas a sus progenitores en los siguientes atributos forrajeros: Rendimiento en materia seca, altura de planta, producción de semilla, número de semillas por espiga y peso hectolítrico. Por los resultados obtenidos se puede concluir que con las cruzas realizadas, se obtuvieron líneas superiores a los progenitores en todos los caracteres estudiados. Los materiales con mejor comportamiento deben ser evaluados en ensayos de validación multilocacionales a nivel de agricultor para ser liberados como nuevos cultivares.

Palabras claves: Fitomejoramiento; Cruzas; Correlaciones productivas

Abstract. During the agricultural season 2006-2007, in the *Forage Research Center “La Violeta”* (CIF) properties, a test was established to evaluate the forage characteristics of triticale lines generated and stabilized by the Coarse Grains Program of CIF, from crossbreeding carried out in the year 2001, which were compared with their progenitors cv. Renacer and 9FWTCL L-6. Once the variance analysis and the test of orthogonal contrast were performed, it was determined that some of the generated lines overcome their progenitors with significant differences in the following forage characteristics: dry matter yield, plant height, seed production, number of seeds per spike and hectoliter weight. According to the results obtained, it was concluded that with the crossbreeding, lines superior than the progenitors were obtained in all the studied characters. Materials with a better behavior should be evaluated in multilocational validation tests, at farmer level, for its liberation as new triticale varieties.

Keywords: Plant Breeding; Crosses; Productive correlations

Introducción

El triticale es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos, como es el caso de algunas zonas productoras de cereales en el país. Lo rústico de este

cereal lo hace superior a otros en estas condiciones, ya que produce mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales.

Ante la escasa oferta forrajera de las gramíneas perennes durante el invierno y

la notoria necesidad de emplear cultivos estacionales en las cadenas forrajeras, el triticale cuenta con ventajas como su sanidad y tolerancia al frío frente a la avena y cebada, características muy importantes en zonas donde el invierno se caracteriza por ser seco y frío.

Este cereal de invierno, que goza de buena sanidad y es tolerante al frío y la sequía, se obtuvo por cruzamiento de trigo y centeno, y puede emplearse para pastoreo directo, henificación o como grano forrajero en invernada y recría. Su forraje conserva la calidad hasta bien avanzado el encañado y el grano tiene un alto contenido de proteína (Ferreira, 2000).

En cuanto a las ventajas del triticale, el mismo autor, destaca que tiene muy alta energía germinativa, que se traduce en una rápida emergencia de la plántula con una buena implantación de la pastura y una entrega rápida del forraje, y que generalmente casi todos los triticales en pleno invierno, aún sin lluvias y con heladas, continúan su crecimiento mientras que otros cultivos dejan de hacerlo.

Desde comienzos del año 2001 el *Programa Cereales Menores* del CIF, viene trabajando en el mejoramiento genético de Triticales Forrajeros, habiendo logrado obtener nuevas líneas con características importantes para ser utilizadas en la producción pecuaria en los valles y zonas altas del país.

Estos estudios básicos y aplicados, se hacen, por un lado, con la perspectiva de obtener un conocimiento científico y, por otro, busca desarrollar nuevas tecnología, con miras a la obtención de semilla de variedades mejoradas para la producción ganadera. El presente trabajo es un estudio exploratorio para evaluar los atributos forrajeros y de producción de semilla, de

líneas generadas en el CIF frente a sus progenitores y aporta para la selección de mejores materiales que pasarán a ensayos regionales para evaluar el verdadero potencial en los valles interandinos y el altiplano boliviano.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo Universitario "La Violeta" en la localidad de Tiquipaya. La siembra se realizó el 21 de diciembre de 2006 en surcos de 7 m de largo, distanciados a 0.30 m, la unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos, el método de siembra fue a chorro continuo, se utilizó la densidad de siembra de 300 semillas por metro cuadrado.

Las variables evaluadas en producción de forraje fueron altura de planta y producción de materia seca.

Se cosechó la mitad de la parcela para evaluar el rendimiento en forraje al inicio de la emergencia de espigas, (Gutiérrez 2000), la altura de planta fue medida en centímetros, desde la superficie del suelo al ápice de la planta, sin estirla.

Las variables evaluadas para producción de semilla fueron rendimiento en semilla, número de granos por espiga y peso hectolítrico. Para la cosecha de semilla se esperó que las espigas lleguen a la madurez fisiológica y que el 90% de los tallos presenten una coloración marrón, indicativo de que los granos ya se encuentran maduros. Se segó los cuatro surcos centrales para evitar el efecto de bordura, dejando el material segado por el lapso de 5 días en la misma parcela para completar el secado, posteriormente, se procedió a la trilla y beneficiado de la semilla hasta obtener semilla pura.

Para determinar el número de granos por espiga, en el momento de segado de las parcelas, se tomaron 5 espigas al azar para luego trillarlas individualmente y contar el número de granos. Para obtener el dato de esta variable se promedió el resultado de las 5 espigas de cada unidad experimental.

El peso hectolítrico se determinó utilizando el equipo específico para este fin, y consistió en pesar el volumen de un litro de semilla, que luego fue transformado al peso de un hectolitro.

El material genético utilizado en el trabajo fue seleccionado de las cruzas (cv. Renacer * 9 FWTCL L-5 y Renacer * 9 FWTCL L-6) efectuadas en febrero de 2001 y estabilizadas a través de selección en cinco generaciones por sus características forrajeras: altura de planta, resistencia a enfermedades y reducido tamaño de aristas; esta última característica incorporada en las cruzas por las líneas 9 FWTCL L-5 y 9 FWTCL L-6. El Cuadro 1 detalla el pedigree de éstos materiales y el Cuadro 2) todas las cruzas evaluadas.

Cuadro 1. Pedigree y procedencia de una variedad y dos líneas de triticale

Variedad y líneas	Pedigree	Procedencia
cv. Renacer	TCL OF ANGUIL (ARG) 2M - 0Y	SEFO (Bolivia)
9 FWTCL L-5	150.83/3/ZEBRA 31/CIVET// URON 5	CIMMYT (México)
9 FWTCL L-6	150.83/4/FABA/DWF RYE GOOD SEED//DGO_4/3/BAER_1	CIMMYT (México)

Cuadro 2. Material genético y detalle de las cruzas evaluadas

Código	Número de línea y/o variedad	Cruza
1	L CIF - 01/6C *	Renacer ♀ x 9FWTCL L-5 ♂ **
2	L CIF - 01/15	Renacer ♀ x 9FWTCL L-5 ♂
3	L CIF - 01/35	9FWTCL L-5 ♀ x Renacer ♂
4	L CIF - 01/14	Renacer ♀ x 9FWTCL L-5 ♂
5	L CIF - 01/6B	9FWTCL L-6 ♀ x Renacer ♂
6	L CIF - 01/36	9FWTCL L-5 ♀ x Renacer ♂
7	L CIF - 01/18B	Renacer ♀ x 9FWTCL L-6 ♂
8	L CIF - 01/6	Renacer ♀ x 9FWTCL L-5 ♂
9	L CIF - 01/22	9FWTCL L-6 ♀ x Renacer ♂
10	L CIF - 01/13D	Renacer ♀ x 9FWTCL L-5 ♂
11	L CIF - 01/23	9FWTCL L-6 ♀ x Renacer ♂
12	L CIF - 01/21	Renacer ♀ x 9FWTCL L-6 ♂
13	L CIF - 01/35C	9FWTCL L-5 ♀ x Renacer ♂
14	9 FWTCL L-6	PROGENITOR
15	cv. Renacer	PROGENITOR

*: Numerador año de realización de la craza, denominador número de línea

** : ♀ = progenitor femenino, ♂ = progenitor masculino

Es importante mencionar que en la actualidad, el cultivar de triticale Renacer, es el único en su género en el país, con características forrajeras importantes. Las líneas 9 FWTCL L-5 y 9 FWTCL L-6, proceden de la colección de *Triticales Facultativos de Invierno* del CIMMYT, que el CIF introdujo en la campaña 2000-2001, las que fueron seleccionadas por su resistencia a enfermedades y por tener reducido tamaño de aristas, cuya característica fue tomada como una base de selección en las progenies generadas.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones; para la comparación de medias se utilizó la prueba de contrastes ortogonales, comparando los resultados de las líneas generadas frente al de los progenitores.

En el trabajo no se incluye la línea progenitora 9 FWTCL L-5, ya que la misma es de comportamiento y característica fenotípica muy similar a la línea 9 FWTCL L-6.

Resultados y discusión

El análisis de varianza estableció que existen diferencias altamente significativas para rendimiento en materia seca, altura de planta, rendimiento en semilla, número de granos por espiga y peso hectolítrico del grano.

Se presenta las comparaciones ortogonales de las líneas generadas con relación a los progenitores.

Rendimiento promedio en forraje

El rendimiento es la característica de mayor importancia para evaluar el comportamiento agronómico de los cultivos,

ya que en ella se expresan cada uno de los componentes de rendimiento.

Realizadas las comparaciones ortogonales para el rendimiento en materia seca, se establece que no existen diferencias estadísticas entre los progenitores; el cv. Renacer alcanzó un rendimiento de 4.93 t/ha y la línea 9 FWTCL L-6 reportó un rendimiento de 4.30 t/ha.

Las líneas de triticale generadas en el CIF 01/06C, 01/6B, 01/36, 01/18B, 01/6B, 01/23 y 01/35C, superan con diferencias altamente significativas en producción de materia seca al progenitor 9 FWTC L-6 (Cuadro 3); por otra parte las líneas 01/06C, 01/6B, 01/18B y 01/23 alcanzan rendimientos significativamente superiores al cultivar Renacer (progenitor forrajero en actual vigencia en el país); los resultados expresan que las líneas de triticale generadas y estabilizadas en el CIF, muestran superioridad en producción de materia seca frente a sus progenitores, este hecho se puede atribuir a la combinación positiva de genes que se logró al realizar las cruza y a la selección dirigida para obtener plantas con características forrajeras (plantas con buena altura, resistentes a enfermedades, buena relación hoja/tallo espigas con tamaño reducido de aristas y buen llenado del grano).

Las líneas generadas en su totalidad presentan poco tamaño de aristas muy similar al de los progenitores procedentes del CIMMYT (9 FWTCL L-5 y 9 FWTCL L-6). Contrariamente, las aristas del cultivar Renacer son demasiado largas, lo que dificulta la alimentación animal cuando el forraje se encuentra espigado, siendo este carácter no deseado por los agricultores.

Cuadro 3. Rendimiento promedio de forraje para líneas de triticales generadas en el CIF

Nº de línea y/o variedad	Rendimiento t MS/ha	Diferencia estadística con los progenitores	
		Con 9 FWTCL L-6	Con el cv. Renacer
L CIF - 01/6C	6.93	**	**
L CIF - 01/15	5.06	ns	ns
L CIF - 01/35	4.37	ns	ns
L CIF - 01/14	5.23	ns	ns
L CIF - 01/6B	6.37	**	**
L CIF - 01/36	5.57	**	ns
L CIF - 01/18B	6.93	**	**
L CIF - 01/6	5.60	**	ns
L CIF - 01/22	5.13	ns	ns
L CIF - 01/13D	4.73	ns	ns
L CIF - 01/23	6.23	**	**
L CIF - 01/21	5.07	ns	ns
L CIF - 01/35C	5.70	**	ns
9 FWTCL L-6	4.30		ns
cv. Renacer	4.93	ns	

** = Significativo al nivel 0.01

ns = No significativo

Altura de planta

La comparación de medias para esta variable (a la cosecha de forraje), establece que todas las líneas generadas y el progenitor Renacer superan significativamente a la línea 9 FWTCL L-6, no existiendo diferencias estadísticas entre el cv. Renacer y las líneas generadas (Cuadro 4).

El rango de alturas oscila entre 111.33 a 120.00 cm. La altura del progenitor 9 FWTCL L-6 alcanza a 75.33 cm y del cv. Renacer 118.70 cm. Lo anterior explica que se debe a un carácter genético propio de los progenitores utilizados y que un parámetro de selección de las líneas fue la altura de planta; este carácter fue heredado del cv. Renacer que se caracteriza por ser una planta de porte alto.

Rendimiento en semilla

La prueba de contrastes ortogonales para el rendimiento de semilla, establece que la línea L CIF - 01/23 produce significativamente más semilla (5235.67 kg/ha) que los dos progenitores y las demás líneas en estudio. Las líneas 01/6C, 01/35, 01/14, 01/6B, 01/22, 01/13D, 01/21 y 01/35C alcanzan el mismo nivel de producción en semilla del progenitor 9 FWTCL L-6 que se caracteriza por su alta producción en grano (4100.33 kg/ha), las demás líneas en estudio juntamente con el progenitor cultivar Renacer, producen significativamente menos semilla (Cuadro 5). Éstos resultados explican que la mejora genética realizada logró incrementar significativamente la producción de semilla del cv. Renacer, en actual vigencia a nivel nacional.

Cuadro 4. Altura de planta promedio a la cosecha de forraje, para líneas de triticale generadas en el CIF

Nº de línea y/o variedad	Altura de planta (cm)	Diferencia estadística con los progenitores	
		Con 9 FWTCL L-6	Con el cv. Renacer
L CIF - 01/6C	117.70	**	ns
L CIF - 01/15	110.70	**	ns
L CIF - 01/35	113.33	**	ns
L CIF - 01/14	115.00	**	ns
L CIF - 01/6B	117.00	**	ns
L CIF - 01/36	115.00	**	ns
L CIF - 01/18B	116.00	**	ns
L CIF - 01/6	117.70	**	ns
L CIF - 01/22	116.70	**	ns
L CIF - 01/13D	111.33	**	ns
L CIF - 01/23	120.00	**	ns
L CIF - 01/21	119.70	**	ns
L CIF - 01/35C	116.70	**	ns
9 FWTCL L-6	75.33		** (-)
cv. Renacer	118.70	**	

Cuadro 5. Rendimiento promedio de semilla para líneas de triticale generadas en el CIF

Nº de línea y/o variedad	Rendimiento en semilla (kg/ha)	Diferencia estadística con los progenitores	
		Con 9 FWTCL L-6	Con el cv. Renacer
L CIF - 01/6C	3615.67	ns	ns
L CIF - 01/15	2904.67	** (-)	ns
L CIF - 01/35	3922.33	ns	** (+)
L CIF - 01/14	3955.67	ns	** (+)
L CIF - 01/6B	3713.00	ns	ns
L CIF - 01/36	2731.33	** (-)	ns
L CIF - 01/18B	2893.33	** (-)	ns
L CIF - 01/6	2531.67	** (-)	ns
L CIF - 01/22	3704.67	ns	ns
L CIF - 01/13D	3720.00	ns	ns
L CIF - 01/23	5235.67	** (+)	** (+)
L CIF - 01/21	3368.00	ns	ns
L CIF - 01/35C	3326.67	ns	ns
9 FWTCL L-6	4100.33		** (+)
cv. Renacer	2924.67	** (-)	

** = Significativo al nivel 0.01; ns = No significativo;

** (+) Significativamente superior al progenitor de la columna;

** (-) Significativamente inferior al progenitor de la columna

Número de granos por espiga

Para la variable número de granos por espiga (Cuadro 6), todas las líneas generadas incluyendo el progenitor cv. Renacer, reportaron mayor número de granos por espiga con diferencias altamente significativas al progenitor 9 FWTCL L-6, que reportó 68 granos por espiga.

El análisis de comparación de medias, según la prueba de contrastes ortogonales del cv. Renacer, frente a las líneas generadas, establece que la línea 01/22 supera estadísticamente en número de granos por espiga a las demás líneas en estudio y a los progenitores. Las líneas 01/6C 01/15, 01/35, 01/6B, 01/23 y 01/35C registran el mismo nivel de número de

granos por espiga que el progenitor cv. Renacer, las demás líneas en estudio, registran valores significativamente inferiores.

Los resultados anteriores pueden ser un reflejo de los caracteres genéticos propios del germoplasma estudiado. El cv. Renacer se caracteriza por presentar espigas largas y la Línea 9 FWTCL L-6 por presentar espigas de tamaño más corto. En el proceso de selección de las cruzas, ese carácter fue un factor que se consideró al momento selección de plantas, esa la razón para que un buen porcentaje de las líneas generadas no difieran en el número de granos por espiga respecto al cv. Renacer.

Cuadro 6. Número de granos por espiga para líneas de triticale generadas en el CIF

Nº de línea y/o variedad	Número de granos por espiga	Diferencia estadística con los progenitores	
		Con 9 FWTCL L-6	Con el cv. Renacer
L CIF - 01/6C	106.33	**	ns
L CIF - 01/15	95.00	**	ns
L CIF - 01/35	104.00	**	ns
L CIF - 01/14	92.00	**	** (-)
L CIF - 01/6B	104.67	**	ns
L CIF - 01/36	92.00	**	** (-)
L CIF - 01/18B	82.00	**	** (-)
L CIF - 01/6	86.67	**	** (-)
L CIF - 01/22	115.67	**	** (+)
L CIF - 01/13D	87.67	**	** (-)
L CIF - 01/23	110.67	**	ns
L CIF - 01/21	90.33	**	** (-)
L CIF - 01/35C	101.33	**	ns
9 FWTCL L-6	68.00		** (-)
cv. Renacer	102.67	**	

** = Significativo al nivel 0.01; ns = No significativo;

** (+) Significativamente superior al progenitor de la columna;

** (-) Significativamente inferior al progenitor de la columna

Peso hectolítrico

Para esta variable, todas las líneas generadas no presentaron diferencias estadísticas al ser comparadas con el progenitor 9 FWTCL L-6, alcanzando valores entre 71.83 y 75.67 kg (Cuadro 7).

Contrariamente, todas las líneas generadas incluyendo al progenitor 9 FWTCL L-6, registraron valores estadísticamente superiores a los alcanzados por el progenitor cv. Renacer, cuyo peso hectolítrico fue de 65.66 kg. Estos resultados explican que los materiales se seleccionaron también observando la característica del grano, que fue uno de los objetivos al realizar los cruzamientos debido a que el grano del cv. Renacer es arrugado por

pertenecer al grupo de los triticales antiguos de los años setenta.

El carácter de grano lleno fue incorporado en las nuevas líneas por el progenitor 9 FWTCL L-6, introducido al CIF por el Programa Cereales Menores en la campaña 2000-2001.

Correlaciones de las variables productivas en las cruzas obtenidas

El Cuadro 8 detalla las correlaciones y su significancia, en la población resultante de las cruzas -sin considerar a los progenitores- de la variedad Renacer con la línea 9FWTCL L-6, mediante las cuales se muestra el grado de asociación entre las variables.

Cuadro 7. Peso hectolítrico promedio del grano para líneas de triticales generadas en el CIF

Nº de línea y/o variedad	Peso hectolítrico del grano (kg)	Diferencia estadística con los progenitores	
		Con 9 FWTCL L-6	Con el cv. Renacer
L CIF - 01/6C	73.17	ns	**
L CIF - 01/15	73.17	ns	**
L CIF - 01/35	72.83	ns	**
L CIF - 01/14	74.50	ns	**
L CIF - 01/6B	73.00	ns	**
L CIF - 01/36	74.67	ns	**
L CIF - 01/18B	71.83	ns	**
L CIF - 01/6	73.00	ns	**
L CIF - 01/22	74.83	ns	**
L CIF - 01/13D	73.00	ns	**
L CIF - 01/23	75.67	ns	**
L CIF - 01/21	72.17	ns	**
L CIF - 01/35C	72.83	ns	**
9 FWTCL L-6	74.33		**
cv. Renacer	65.66	** (-)	

** = Significativo al nivel 0.01; ns = No significativo;

** (-) Significativamente inferior al progenitor de la columna

Cuadro 8. Matriz de correlaciones (r) para cuatro variables productivas en la población de líneas resultantes de las cruzas de triticale: cv. Renacer con 9 FWTCL L-6

	Altura de planta	Granos por espiga	Peso hectolítrico	Rendimiento en forraje	Rendimiento en semilla
Altura de planta	1.0000	0.28154 <i>0.3514 ns</i>	015511 <i>0.6129 ns</i>	0.51086 <i>0.0744 ns</i>	0.27655 <i>0.3604 ns</i>
Granos por espiga		1.0000	0.53410 <i>0.0601 ns</i>	0.04745 <i>0.8777 ns</i>	0.61804 <i>0.0244 *</i>
Peso hectolítrico			1.0000	-0.05762 <i>0.8517 ns</i>	0.53554 <i>0.0593 *</i>
Rendimiento en forraje				1.0000	0.00369 <i>0.9905 ns</i>

En negrilla el Coeficiente de Correlación de Pearson y en cursiva y letra más pequeña su probabilidad de significancia estadística (ns: no significativo; *: significativo al 5%).

Las correlaciones entre las variables evaluadas no son significativas, por lo que el mejoramiento para mayor producción (forraje y grano) y reducción de tamaño de aristas, puede realizarse independientemente de las otras características.

Conclusiones

- Las líneas 01/6C, 01/6B, 01/18B y 01/23 superaron estadísticamente en producción de MS a los progenitores, por lo que estos materiales deben ser sometidos a pruebas de validación en diferentes ambientes, a través de ensayos multilocacionales a nivel de agricultor, para ser liberados como nuevos cultivares.
- En base a los valores obtenidos en las variables de respuesta evaluadas, se concluye que con las cruzas realizadas se obtuvo líneas superiores a los progenitores.
- Cabe destacar el comportamiento de la línea 01/23 que fue la línea con mejor comportamiento en este estudio, al momento de analizar de mane-

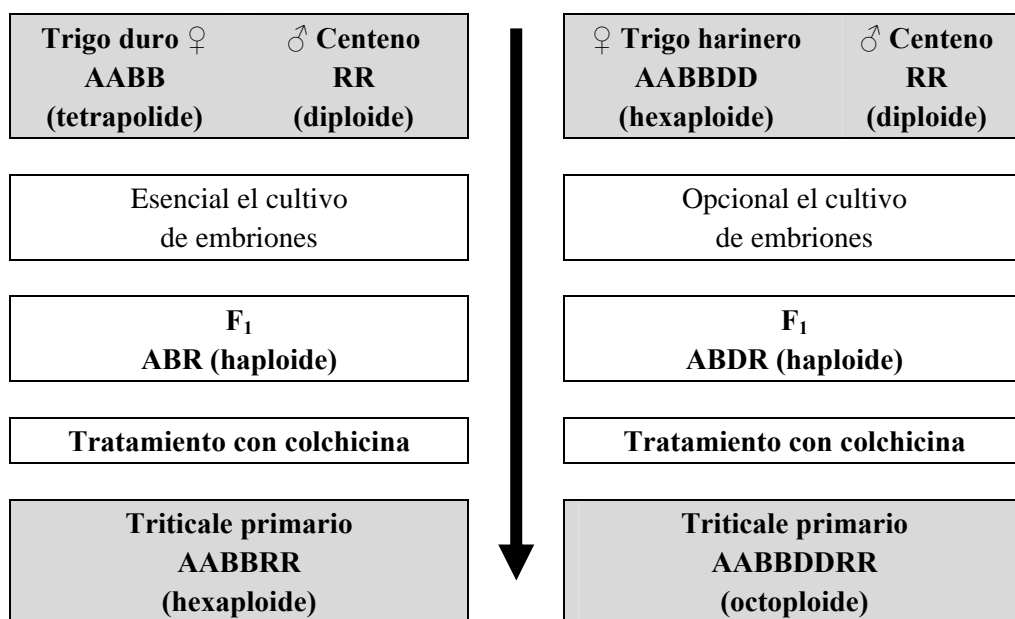
ra integral el comportamiento agroeconómico de ésta cruza.

Referencias citadas

- Ferreira, V. 2000. Desarrollan nuevas variedades del triticale forrajero. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Depto. de Biología Agrícola. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. pp. 13-24. *En línea.* Disponible en: www.unrc.edu.ar/publicar/intercien/004/tres.htm Consultado el 17-08-2007.
- Gutiérrez, F. 2000. Metodologías de Evaluación en Cereales Menores. **En:** Memoria Seminario: Uniformización de Técnicas y Criterios de Investigación. Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV), Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", Empresa de Semillas Forrajeras SEFO- SAM. Cochabamba, 22 al 25 de marzo de 2000. Cochabamba, Bolivia. 147 p.
- Varughese, G., Barker, T., Saari. 1987. Triticale. CIMMYT, México D.F., México. 32 p.

EL DESARROLLO DEL TRITICALE

- 1875 Escocia A. S. Wilson comunica el primer cruzamiento conocido de trigo * centeno, que produce una planta estéril.
- 1888 Alemania W. Rimpau logra obtener el primer híbrido fértil de trigo * centeno.
- 1918 U.R.S.S. Aparecen miles de híbridos trigo * centeno. Las plantas F₁ producen semillas de las que se obtienen híbridos estables, relativamente fértiles e intermedios en cuanto al fenotipo.
- 1935 Alemania Aparece el nombre de "triticale" - de *Triticum* (trigo) y *Secale* (centeno) - en la literatura científica.
- Suecia A. Müntzing emprende una investigación intensiva sobre el triticale.
- 1937 Francia P. Givaudon establece la técnica de la colchicina para duplicar los cromosomas de los híbridos estériles, lo que permite producir grandes cantidades de triticales fértiles.
- 1940 Se crea la técnica de cultivo de embriones para rescatar embriones híbridos de semillas con endosperma malformado.



Esquema de generación artificial de triticales primarios fértiles (*X. Triticosecale* Wittmack)

(Fuente: Adaptado de Varughese G., et al., 1987)

Inducción a la autoploidía en tres especies forrajeras nativas del Altiplano y Valles de Bolivia

Auto-polyploidy induction in three native forage species of Bolivia's Highland and Valleys

Karen Melgarejo ¹; Gino Aguirre ¹; Ruddy Meneses ²; María Sartor ³

¹ Laboratorio de Biotecnología (FCAPFyV-UMSS)

² Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

³ Instituto de Botánica del Noreste (IBONE-CONICET) - Argentina

E-mail de contacto: karen_mks@hotmail.com

Resumen. Se indujo a la autoploidía a tres especies forrajeras nativas del altiplano y valles de Bolivia (*Festuca dolichophylla*, *Eragrostis curvula* y *Bromus unioloides*) mediante la acción de la colchicina. Para determinar el mejor tratamiento de duplicación cromosómica, se evaluaron tres variables: concentración, tiempo de exposición y temperatura, mediante dos métodos de aplicación: directo y por cultivo *in vitro*. Por el primer método se obtuvo 50% de plantas duplicadas (a 0.04% de concentración de colchicina a 20°C); mediante cultivo *in vitro* se obtuvo 70% de plantas duplicadas (a concentraciones de 0.5 a 0.08%). La colchicina tiene mejor efecto cuando se la utiliza a bajas concentraciones (<1%) por periodos mayores a 48 horas. El cultivo *in vitro*, permitió obtener un alto porcentaje de plantas poliploides disminuyendo la aparición de sectores quiméricos. El índice de densidad estomática de las plantas tetraploides, mostró en todos los casos, que existe una relación inversa al nivel de ploidía, esta relación puede ser tomada en cuenta en posteriores estudios.

Palabras claves: Duplicación cromosómica; Colchicina; Biodiversidad; Ploidización

Abstract. Three native forage species of Bolivia's highland and valleys (*Festuca dolichophylla*, *Eragrostis curvula* and *Bromus unioloides*) were induced to auto-polyploidy by the action of colchicine. In order to determine the best treatment of chromosome duplication, three variables were evaluated: concentration, exposure time and temperature by using two methods of application: direct and *in vitro* culture. By using the first method, 50% of duplicated plants were obtained (at 0.04% of colchicine concentration at 20°C); with the second method (*in vitro* culture), 70% of duplicated plants were obtained (at concentrations of 0.5 to 0.08%). The colchicine has a better effect when it is used at low concentrations (<1%) for periods longer than 48 hours. The *in vitro* culture allowed us to obtain a high percentage of polyploid plants by reducing the occurrence of chimerical sectors. The index of stomatal density of tetraploid plants showed, in all cases, that there is an inverse relationship to polyploidy level. This relationship can be taken into consideration in subsequent studies.

Keywords: Chromosome duplication; Colchicine; Biodiversity

Introducción

En Bolivia la investigación en forrajes en la última década ha sido netamente productiva. Mediante la introducción de

especies foráneas, se ha tratado de adaptarlas a condiciones que sean favorables para ciertas regiones del país, sin tomar en cuenta si representan una amenaza a la biodiversidad de los pastizales naturales.

El Centro de Investigación en Forrajes (CIF-UMSS), viene realizando investigaciones sobre las características favorables que pueden aportar las especies nativas sobre todo en áreas con climas adversos.

Dentro de los métodos recientes de mejoramiento genético, la ploidización es una técnica usada para obtener plantas más grandes, con su correspondiente beneficio agronómico o para conseguir híbridos que reúnan características de varias especies. La obtención de plantas tetraploides (4x), genera un aumento considerable de biomasa en comparación con sus contrapartes diploides (2x), debido a que los individuos tetraploides desarrollan tejidos más vigorosos y productivos.

El objetivo del estudio fue inducir a la autoploidía, a tres especies forrajeras nativas del altiplano y valles de Bolivia: *Festuca dolichophylla*, *Eragrostis curvula* y *Bromus unioloides*, mediante la acción de la colchicina, con el fin de contribuir con el mejoramiento genético de estas especies.

Materiales y métodos

Se evaluaron tres factores: *concentración de colchicina* (1%, 0.5%, 0.1%, 0.12%, 0.08%, 0.04%), *tiempo de exposición* (48 y 72 horas) y *temperatura* (20 °C y 25 °C), mediante dos métodos de aplicación; **directo** y por cultivo *in vitro*.

Previo a los estudios, se realizó una prueba de germinación para determinar la viabilidad de la semilla recolectada y la presencia de enfermedades, asimismo, se realizó un conteo de cromosomas para determinar el nivel de ploidía inicial, determinando 14x en *Festuca dolichophylla*; 20x en *Eragrostis curvula*, y 24x en *Bromus unioloides*.

El Cuadro 1, señala los tratamientos y el método estadístico utilizado, el cual consistió en un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones, donde la variable de respuesta (% de cromosomas) dependió de los tratamientos, asimismo se utilizó el análisis de varianza y regresión, de acuerdo al estadístico de Wold, para la determinación de los niveles óptimos de duplicación cromosómica.

Método directo de aplicación

Se escogieron 50 cariopses de cada especie por tratamiento, se depositaron en Cajas Petri que contenían algodón, añadiendo una solución de colchicina (1, 0.1, 0.5, 0.04, 0.08, 0.12%) + dimetilsulfóxido (2%), a una temperatura de 20 °C y 25 °C, respectivamente. Se mantuvieron las semillas de acuerdo al tiempo de exposición (48 y 72 horas), una vez que los tiempos concluían, se las pasó a Cajas Petri que contenían algodón y agua estéril, manteniéndolas hasta que germinaran. Las plántulas que lograron sobrevivir fueron trasplantadas al invernadero en macetas conteniendo sustrato estéril (arena fina + tierra vegetal).

Método por cultivo *in vitro*

Se escogieron 30 cariopses de cada especie en un estereoscopio, las semillas de *Bromus unioloides* fueron despojadas de las lemas para la esterilización de las semillas. Una vez que el material fue desinfectado, se pasó a sembrarlas en magentas con medio MS + solución de colchicina (1, 0.1, 0.5, 0.04, 0.08, 0.12%) y dimetilsulfóxido (2%). Las magentas fueron conservadas en la cámara de crecimiento a una temperatura constante de 22 °C con fotoperiodo de 18 horas/luz, al igual que el anterior método, las plántulas que lograron sobrevivir, se conservaron en invernadero hasta su identificación.

Cuadro 1. Factores y niveles evaluados en el estudio

Factores	Niveles	Tratamientos
Concentración de colchicina	C1=1%	1 = C1 T1 t1
	C2=0.1%	2 = C1 T1 t2
	C3=0.5%	3 = C1 T2 t1
	C4=0.04%	4 = C1 T2 t2
	C5=0.08%	5 = C2 T1 t1
	C6=0.12%	6 = C2 T1 t2
Temperatura	T1=20 °C	7 = C2 T1 t2
	T2=25 °C
Tiempo de exposición	t1 = 48 hr
	t2 = 72 hr	24 = C6 T2 t2

Recuento cromosómico.

Se utilizaron dos técnicas:

Método Schiff-Feulgen. Se tomó al azar 10 ápices radiculares; se fijaron en solución de Farmer (3:1), se hidrolizaron con HCl a 60°C por 5 min y coloreados con Feulgen y Orceina Acética como contra tinción, realizándose el “Squash” y la visualización en un microscopio óptico.

Método de láminas de alta resolución (LAR). Los ápices radiculares fueron sometidos a una mezcla enzimática de macerozima, celulosa y manitol a 30 °C por 1 hora, la solución se filtró en una malla de nylon puremille 150 µm, colectando en tubos Eppendorf, los cuales se centrifugaron a 1000 rpm por 5 min, se resuspendió la fase granulosa en solución de lavado para luego ser almacenada en una solución de etanol al 70% a 4 °C. Se prepararon las láminas depositando 7 µm de la suspensión de protoplastos en un portaobjetos frío, añadiendo 1 gota de Farmer (3:1), se coloreó con el reactivo Feulgen - Schiff por 25 min, finalmente se depositó una gota de la solución de conservación para su visualización.

Resultados y discusión

Para el método directo de aplicación, se determinó que el mejor tratamiento fue a 0.1% de colchicina a 48 horas de exposición.

En el caso de *Eragrostis curvula* y *Bromus unioloides*, se encontraron sectores quiméricos (2x, 4x), estos sectores se dividieron en macetas y se realizaron sucesivos conteos para identificar plantas tetraploides puras con sus contrapartes diploides. De esta manera se obtuvo un 40% de tetraploides en *Festuca dolichophylla* (28x), 35% para *Eragrostis curvula* (40x) y 51% para *Bromus unioloides* (48x).

En la Figura 1 se muestra el efecto de la colchicina sobre los embriones de *Festuca dolichophylla*; la Figura 2 detalla la duplicación cromosómica lograda.

Con el método mediante cultivo *in vitro* se obtuvieron los porcentajes más altos de plantas duplicadas, 61% para *Festuca dolichophylla* (28x), 32% para *Eragrostis curvula* (40x) y 63% para *Bromus unioloides* (48x), a un rango de concentraciones de 0.5-0.08% por periodos prolongados de hasta dos semanas.

En las figuras 3 y 4 se muestra el efecto de la colchicina en los embriones de *Bromus unioloides*.

Las concentraciones óptimas en las especies estudiadas estuvieron en el rango de 0.04-0.5 %, a 22°C, con tiempo de exposición mayor a 48 horas, ya que a tiempos prolongados favorece la inclusión del alcaloide hasta las capas celulares en actividad mitótica.

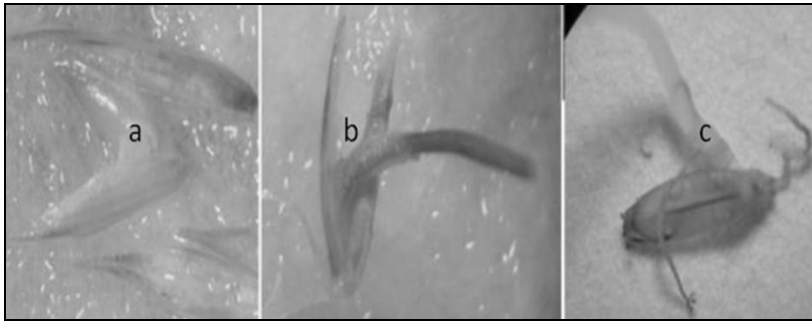


Figura 1. Efecto del tratamiento con colchicina al 0.08% en semillas de *Festuca dolichophylla*
Embrión atrofiado (a); embrión superdesarrollado (b); testigo (c)

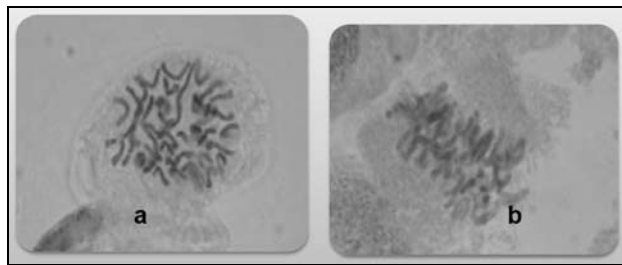


Figura 2. Cromosomas duplicados en *Festuca dolichophylla* $4n=28$
Método Feulgen-Schiff (a); Método LAR (b) (aceite de inmersión 1000X)

El método mediante cultivo *in vitro* fue más efectivo que el método directo de aplicación, este efecto es evidente porque se prolongó el tiempo y el número de células meristemáticas en contacto con la colchicina, alcanzando un nivel constante de tetraploidía transmisible. Las estructuras atrofiadas o superdesarrolladas son atribuidas al efecto de la colchicina sobre los tejidos en un estado inicial del desarrollo del embrión, esta característica puede usarse como selector morfológico de las plantas duplicadas (Nisei, 2003).

La acción de la colchicina sobre las células tiene un efecto mutagénico, al inducir a la duplicación se multiplica un segmento de cromosomas homólogos completos que incluye varios genes, esta duplicación se expresa con el incremento en la producción de proteínas, que deriva en el aumento sustancial de los órganos de la

planta. La real función de la colchicina como agente mutagénico es aún desconocida, sin embargo se sugiere que existe una alteración en la organización del genoma, por eje: en la amplificación del DNA ribosomal, cistrones u otras familias de DNA repetitivo (Francis, *et al.*, 1990).

Para la especie *Eragrostis curvula* donde se obtuvieron hexaploides y octoploides, este fenómeno estaría relacionado con el origen de domesticación, teniéndose así ecotipos diploides y triploides que deberían ser confirmados con un estudio molecular en una etapa siguiente del estudio.

La técnica de recuento cromosómico LAR en su comparación con la técnica Schiff-Feulgen es promisoria para el estudio de especies con número elevado de ploidía, si bien tiene sus contras en el

tiempo que se preparan las muestras y el costo de los reactivos.

La determinación del índice estomático (IE, DE), resultó ser un método confiable y práctico para el análisis de ploidía ya que se demostró que existe una relación inversa entre el número de estomas por mm^2 , y el nivel de ploidía. Concluyéndose que la duplicación se expresa con el aumento sustancial de los órganos de la planta para satisfacer la necesidad de energía en las rutas metabólicas (Khan y Saeed, 2006).

Conclusiones

- La eficiencia de la colchicina para inducir tetraploidía en las especies estudiadas, dependió no sólo de su efecto antimitotático sobre el tejido en división, sino también de los factores exógenos para provocar variaciones cromosómicas, los cuales deben ser controlados para obtener un

resultado positivo. El contar con una técnica estandarizada para el conteo de cromosomas hace que sea más fácil la identificación de los individuos tetraploides.

- Se recomienda realizar un estudio de campo en condiciones de crecimiento natural para caracterizar morfológicamente y evaluar agrónomicamente el comportamiento de las plantas 4x obtenidas en el estudio.
- A partir de los resultados planteados, se iniciarán programas de mejoramiento genético por parte del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS), con el fin de obtener variedades promisorias que mejoren la producción en el Altiplano y Valles de Bolivia, buscando revalorizar las especies nativas como fuente de variación genética fundamental.

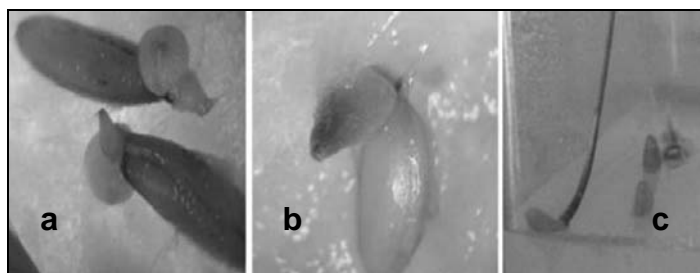


Figura 3. Efecto del tratamiento con colchicina al 0.1% en semillas de *Bromus unioloides* Coléptilo superdesarrollado (a), Coléptilo atrofiado (b), Testigo (c)

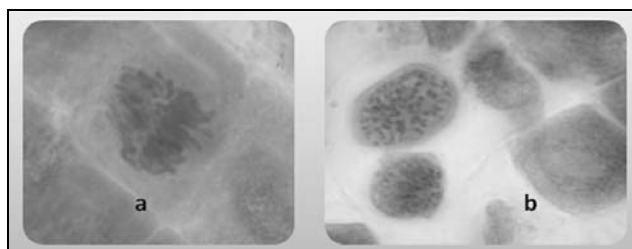


Figura 4. Cromosomas duplicados en *Bromus unioloides* $4n = 48$ Método Feulgen - Schiff (izquierda); Método LAR (derecha) - 1000X

Referencias citadas

Khan, I., Saeed, R. 2006. Colchicine Induced Tetraploidy and Changes in Allele Frequencies Populations of Diploids Assessed with RAPD Markers in *Gossypium arboreum* L. Department of Plant Breeding & Genetics, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Nisei, R. 2003. Cytological Observations on Colchicine. Biol. Bull. 73: 351-352.

Francis, A., Jones, R., Parker, S. 1990. Colchicine Induced Heritable Variation in Cell Size and Chloroplast Number in Leaf Mesophyll Cells of Diploid Ryegrass (*Lolium perenne* L.). Euphytica 49: 49-55.



Bromus unioloides



Festuca dolichophylla



Eragrostis curvula



Plantas con duplicación cromosómica, establecidas en condiciones de campo en "La Violeta", a 9 meses del trasplante (fecha de plantación: 12 de enero de 2010)

Nuevos cultivares forrajeros de X. *Triticosecale* W. (triticale), con arista corta, para zonas altas de Bolivia

New X. Triticosecale W. forage cultivars (triticale),
with short awn, for the highland zones of Bolivia

Franz Gutiérrez; Katia Ramírez

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E-mail de contacto: franzgutierrezferrufino@yahoo.com

Resumen. "Horizonte CIF" y "Vertiente CIF", son dos nuevos cultivares de triticale forrajero (X. *Triticosecale* Wittmack), generados por el Programa Cereales Menores del CIF "La Violeta", a partir de cruzamientos efectuados en el año 2001. El grano de ambas variedades es de color marrón y de forma ovalada alargada. Ambos cultivares presentan aristas cortas en el tercio superior y semi decumbente a la madurez. El rendimiento en forraje para ambos cultivares fluctúa entre 6 y 9 t MS/ha y la producción de grano de 3000 y 3800 kg/ha. Destaca la reducción del tamaño de aristas, aspecto que da ventajas cualitativas a ambas variedades puesto que sus progenitores (en especial la variedad "Renacer") posee aristas largas, lo cual muchas veces y al igual que el caso de la cebada, va en desmedro de la calidad del forraje ya que estas aristas constituyen una limitante y es causa de problemas al momento de ser consumidas por los animales.

Palabras claves: Triticale; Aristas; Fitomejoramiento; Cruzas dirigidas

Abstract. "Horizonte CIF" and "Vertiente CIF" are the two new cultivars of forage triticale (X. *Triticosecale* Wittmack) generated by the Coarse Grain Program of the Forage Research Center "La Violeta", from crossbreeding carried out in the year 2001. The grain of both varieties is of brown color and elongated oval shape. Both cultivars present short awn in the upper third and semi recumbent in maturity. The forage yield for both cultivars fluctuates between 6 and 9 t MS/ha and the grain production between 3000 and 3800 kg/ha. We must emphasize the reduction of the awn sizes, giving qualitative benefits to both varieties since their progenitors (mainly the "Renacer" variety) have long awns, which many times, as it is the case of barley, deteriorate the forage quality since these awns constitute a limiting and cause problems when they are consumed by animals.

Keywords: Triticale; Awns; Plant Breeding; Directed crosses

Introducción

El triticale es un cultivo nuevo y es el primer cereal creado por el hombre, proveniente del cruzamiento artificial entre el trigo (género *Triticum*) y el centeno (*Secale*). Si bien fue creado en el Siglo XIX, a la fecha no está ampliamente difundido. Actualmente, a nivel mundial, se reportan más de 3 millones de hectáreas cultivadas con éste cereal menor.

Posee características que varían según la línea, tales como tipo de grano, resistencia al acame, adaptación y respuesta al manejo agronómico.

Originalmente fue promovido como un cereal para consumo humano, por poseer una buena fuente de proteína y energía, pero en los últimos años ha adquirido importancia gracias a su adaptabilidad como cultivo forrajero para la ganadería

en ambientes con condiciones difíciles de cultivo.

Es un cultivo bastante tolerante a la sequía, la helada y limitaciones edáficas, adaptándose a suelos ácidos, pudiendo cultivarse en temporadas y lugares en los que otras especies tienen limitaciones, por lo cual a veces se convierte en la única fuente de alimento animal. Bajo condiciones adversas, el triticale produce más biomasa (tallos y hojas) y grano que cultivos de especies similares (cereales menores forrajeros).

El triticale se constituye en una alternativa forrajera de importancia dentro de la alimentación animal tanto en la región de los valles como en las zonas altas de Bolivia, por su resistencia a enfermedades, precocidad y su excelente comportamiento en la época fría y seca del año en la zona de los valles.

Se puede cultivar con ventaja frente a otras especies forrajeras en la época otoño-invernal, lo que permite al ganadero la provisión continua y diversificada mediante un adecuado manejo, estableciendo una cadena de producción alternativa y complementaria durante el año, aliviando la referida escasez estacional de forraje verde para pastoreo de invierno, reduciendo de esta manera las necesidades de reservas de forraje para épocas críticas (Serna, 1988).

Origen

Los cultivares “Horizonte CIF” y “Vertiente CIF”, provienen de cruzamientos efectuados el año 2001, entre el cultivar “Renacer” (ampliamente difundido en el país) y la línea 9FWTCL L-5 procedente del CIMMYT, de la colección de *Triticales Facultativos de Invierno*.

Los cruzamientos fueron efectuados en el Programa Cereales Menores del CIF “La Violeta”. En la campaña 2002, en la segunda quincena del mes de julio, se sembró la generación F₁, la que se cosechó en forma masal en diciembre del mismo año.

Dicho material fue sembrado en enero del 2003 (F₂). La selección de plantas con características forrajeras se realizó en F₂, a partir de la cual se formaron y estabilizaron líneas priorizadas hasta F₆ mediante una selección positiva.

En el año 2006 se realizaron ensayos de rendimiento en el CIF “La Violeta” y se incluyeron en ensayos regionales en comunidades del municipio de Tiraque en el departamento de Cochabamba y en la comunidad de Ancocagua, municipio Pucarani de la provincia Los Andes en el departamento de La Paz donde fueron identificados como LCIF 01/06B y LCIF 01/06C, por tratarse de líneas hermanas.

La genealogía para las dos líneas hermanas generadas se detalla en el Cuadro 1. La craza tuvo por objeto obtener la arquitectura de planta y buen rendimiento en forraje del progenitor “Renacer” e incorporar en la misma la característica de arista corta del progenitor 9FWTCL L5, además de su resistencia a enfermedades y buen peso hectolítrico del grano.



Validación de nuevas variedades de triticale, en el CEAC (UTO) a 3830 msnm

Cuadro 1. Genealogía para dos nuevos cultivares de triticale (líneas hermanas) "Horizonte CIF" y "Vertiente CIF", generados en el CIF 2001 - 2006

♀ c.v. Renacer x ♂ 9 FWTCL L5

c.v. Renacer = TCL OF ANGUIL (ARG) 2M - 0Y

9FWTCL L5 = 150.83/3/ZEBRA31/CIVET//URON5

Pedigrí de los nuevos cultivares:

TCL OF ANGUIL (ARG) 2M - 0Y/4/150.83/3/ZEBRA31/CIVET//URON5

Descripción morfológica de la planta y del grano

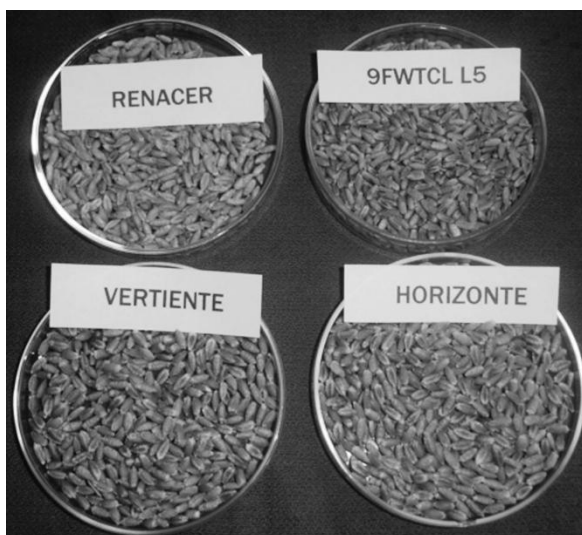
• **cv. HORIZONTE:** Es de hábito primaveral, con crecimiento erecto al estado de plántula. La altura de planta adulta varía entre 1.6 y 1.7 m, en ciertas ocasiones presenta algunas plantas con altura fuera de tipo. La lámina de la hoja bandera y la vaina envolvente son glabras. Las aurículas de la hoja bandera generalmente son amarillas, con pigmentación de antocianina.

El **grano** es de color marrón de forma ovalada alargada, con un largo promedio de 0.80 cm y un diámetro máximo pro-

medio de 0.36 cm; el peso de 1.000 semillas varía entre 42.6 y 45.0 g.

• **cv. VERTIENTE:** Es de hábito primaveral, de crecimiento erecto al estado de plántula. La altura de planta adulta varía entre 1.65 y 1.75 m, en ciertas ocasiones presenta algunas plantas con altura fuera de tipo. Las aurículas de la hoja bandera generalmente carecen de antocianina por lo que presentan color blanco amarillento.

El **grano** es de color marrón, de forma ovalada alargada, con un largo promedio de 0.86 cm y diámetro de 0.37 cm; el peso de mil semillas es de 55 a 58 g.



Grano de los cultivares Vertiente y Horizonte en comparación con sus progenitores

Características de la espiga

- **cv. Horizonte:** La espiga es de color crema pálido, semibarbada en el tercio superior, de densidad media, una longitud promedio de 13.8 cm, semidecumbente a la madurez, y forma semimazuda con 87 granos por espiga en promedio. El cuello de la espiga presenta una fuerte vellosidad, las glumas son glabras, el tamaño de las aristas es corto.

- **cv. Vertiente:** La espiga es de color café bronce, semibarbada en el tercio superior, de densidad media, una longitud promedio de 14.0 cm, semidecumbente a la madurez, y forma semimazuda. El cuello de la espiga presenta una fuerte vellosidad, las glumas son glabras, el tamaño de las aristas es corto.

Características agronómicas

El tallo de los dos cultivares es moderadamente susceptible al acame. Sembrados la segunda quincena de diciembre en el Campo Experimental del CIF, la emisión de espigas ocurre durante la primera semana de marzo llegando a completar la madurez fisiológica la segunda quincena de mayo.

Respuesta a enfermedades prevalentes

Los cultivares “Horizonte CIF” y “Vertiente CIF” son triticales que hasta el presente han mostrado resistencia a la roya estriada *Puccinia striiformis* West.f.sp. tritici, roya colorada de la hoja *Puccinia triticina* Erikss y moderada resistencia la septoriosis de la hoja *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.



Espigas de los nuevos cultivares en comparación con sus progenitores, nótese el tamaño de las aristas frente a las del progenitor: cultivar “Renacer”

Rendimiento de forraje y grano

Durante la campaña agrícola 2006-2007, en pruebas de rendimiento de forraje y grano con siembras en la primera quincena de enero en “La Violeta”, las líneas LCIF 01/6C (cultivar “Vertiente CIF”) y LCIF 01/06B (cultivar “Horizonte CIF”), reportaron rendimientos en materia seca de 6.9 y 6.4 t/ha, respectivamente, con diferencias estadísticas significativas con el cultivar Renacer y la línea 9FWTCL L-5 (progenitores de los nuevos cultivares) que rindieron 4.9 y 4.3 t MS/ha, respectivamente, en trabajos posteriores se incluyeron en ensayos regionales en comunidades del Municipio de Tiraque, donde registraron en promedio rendimientos de 9.15 y 9.00 t MS/ha para la variedad Vertiente y Horizonte, respectivamente.

Otra información del comportamiento forrajero en condiciones del altiplano es el trabajo realizado por Chura (2010) en la comunidad de Ancocagua, municipio Pucarani de la provincia Los Andes en el departamento de La Paz (3848 msnm) que reporta rendimientos de 14.20 y 16.83 t MS/ha para la variedad Horizonte y Vertiente, respectivamente.

El rendimiento en grano para el cultivar “Vertiente CIF” fue de 3615 kg/ha y para el cultivar “Horizonte CIF” 3717 kg/ha, frente a 4100 y 2924 kg/ha reportados para la línea 9FWTCL L-5 y el cultivar Renacer, respectivamente, sin ser la diferencia estadísticamente significativa.

Utilización

Los dos nuevos cultivares han sido generados para ser utilizados con fines forrajeros.

Son plantas de porte alto con aristas cortas para evitar problemas en la alimentación animal cuando se ofrece forraje en pleno espigamiento o en fases más avanzadas.

Por otra parte y dado el buen peso hectolítrico que tiene el grano, el mismo se puede utilizar para la alimentación humana en mezclas con harina de trigo en panificación y repostería; igualmente el grano es posible aprovecharlo para alimentación animal, mediante la elaboración de raciones balanceadas.

El Cuadro 2 muestra algunas características de los nuevos cultivares y de sus progenitores.

Referencias citadas

- Chura, J. 2010. Introducción de diez líneas de triticales (*X Triticosecale* Wittmack) en el municipio de Pucarani, comunidad de Ancocagua del departamento de La Paz. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Católica Boliviana “San Pablo” La Paz-Bolivia.
- Serna, E. 1988. Evaluación de líneas forrajeras de triticales en tres épocas de siembra. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. UMSS. Cochabamba, Bolivia. 69 p.

Cuadro 2. Características de los cultivares Horizonte CIF y Vertiente CIF, en triticale, y de sus progenitores

DESCRIPTOR	9FWTCL L5	RENACER	HORIZONTE	VERTIENTE
Fuente	CIMMYT	CIMMYT	Cruza propia	Cruza propia
Linaje	150.83/3/ZEBRA 31/CIVET//URON 5	TCL OF ANGUIL (ARG) 2M - 0Y	Renacer X 9 FWTCL L 5	Renacer X 9 FWTCL L 5
Año de liberación	No comercial	1984	2008	2008
Institución obtentora	CIMMYT	CIF	CIF	CIF
Característica de la planta				
Hábito de crecimiento	Facultativo	Primaveral	Primaveral	Primaveral
Altura de planta	90.6	163	160	165
Días a la floración	73	69	73	73
Días a madurez fisiológica	150	160	160	160
Característica de espiga				
Longitud (cm)	10.5	15.0	13.8	14.0
Forma	Semi mazuda	Semi mazuda	Semi mazuda	Semi mazuda
Densidad	Media	Media	Media	Media
Granos por espiga	60.0	81.0	87.0	85.0
Color de la espiga	Crema pálido	Café bronce	Crema pálido	Café bronce
Color de las aristas	Crema pálido	Café bronce	Crema pálido	Café bronce
Tamaño de aristas	Cortas	Largas	Cortas	Cortas
Característica de la semilla				
Color	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón
Textura del grano	Semi cristalino	Cristalino	Vítreo	Vítreo
Forma de la semilla	Ovalada alargada	Ovalado alargada	Ovalada alargada	Ovalado alargado
Tamaño de semilla (cm)	6.9	7.8	8.0	8.6
Peso de 1000 granos (g)	40.2	48.6	42.6	55.0
Reacción al acame	Resistente	Susceptible	Poco susceptible	Resistente
Reacción al desgrane	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Respuesta a enfermedades prevalentes				
Roya de la hoja	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Roya amarilla	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Carbón volador	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente

Evaluación agronómica de *Lotus corniculatus*, bajo inoculación con bacterias de *Rhizobium*

*Agricultural evaluation of Lotus corniculatus
under inoculation with Rhizobium bacteria*

Ruddy Meneses; José Espinoza; Nilo Achá; Jorge Delgadillo

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E-mail de contacto: menesesruddy@yahoo.com

Resumen. En el CIF "La Violeta", a inicios del año 2007, se estableció un ensayo para evaluar la capacidad productiva y características agronómicas de tres variedades de *Lotus corniculatus*, con y sin inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno, vía un inoculante en soporte sólido. Todos los insumos fueron proporcionados por el INIA Uruguay, en el marco de trabajo del Proyecto LESIS (Leguminosas para Sistemas Sustentables - Fontagro PPID 787). Se determinó la capacidad productiva de las variedades de lotus y el efecto positivo de la inoculación rhizobiana. Después de catorce cortes, se concluye que la especie, aún no introducida en la zona ni en el país, tiene un gran potencial para su adaptación y difusión; destacando sus niveles productivos, comparables a los de alfalfa pero principalmente la sanidad mostrada en las condiciones de valle. Resta evaluar principalmente su capacidad productiva de semilla.

Palabras claves: Fijación Biológica de Nitrógeno; Simbiosis; Adaptación

Abstract. In early 2007, in the Forage Research Center "La Violeta", a test was established to evaluate the production capacity and agricultural characteristics of three *Lotus corniculatus* varieties, with and without inoculation of nitrogen fixing bacteria, through an inoculating in solid support. All the inputs were provided by the INIA-Uruguay, within the framework of the LESIS Project (Legumes for Sustainable Systems – FONTAGRO PPID 787). It was determined the production capacity of lotus varieties and the positive effect of rhizobian inoculation. After 14 cuttings, it was concluded that the species, not yet introduced in the zone nor in the country, has a great potential for adaptation and dissemination, emphasizing its production level, comparable to those of alfalfa, but mainly the health conditions shown in the valley. Its seed production capacity should also be emphasized.

Keywords: Biological Nitrogen Fixation; Simbiosis; Adaptation

Introducción

La leguminosa *Lotus corniculatus* es una especie no cultivada en Bolivia.

Uno de los únicos reportes de trabajo con esta especie, es de un ensayo realizado en Cochabamba (Caballero, 1972), en el cual se alcanzó rendimientos superiores a las 2.5 t MS/ha en un corte, con 25% de materia seca.

La especie esta muy difundida en otros países de la región y se la utiliza vía pastoreo directo. En el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", en el marco de trabajo del Proyecto LESIS (*Leguminosas para Sistemas Sustentables - Fontagro PPID 787*), se evalúa la adaptación y capacidad productiva de esta leguminosa, con germoplasma proporcionado por el INIA de la República Oriental del Uruguay.

Al ser una especie no cultivada, se asume que no existen cepas rhizobianas específicas para la fijación biológica de nitrógeno, de ahí que el ensayo contempló la inoculación como un factor en evaluación (con y sin inoculante).

Tradicionalmente en la zona de trabajo, en especial (valles de Cochabamba), y en el occidente del país (valles y altiplano por encima de los 2300 msnm y hasta los 4000 msnm), la principal leguminosa forrajera cultivada es la alfalfa, principalmente cultivada sola y manejada bajo sistema de corte.

Con el presente trabajo se pretende aportar con opciones nuevas de germoplasma forrajero para el ganadero de las zonas de valle del departamento, a través de la incorporación del lotus.

El *Lotus corniculatus* se destaca por su valor nutritivo, el cual decrece con la madurez. Las hojas tienen mayor contenido de minerales, sobre todo después del inicio de floración. La calidad de forraje del lotus, en condiciones de estrés por agua, es mejor que en el caso de la alfalfa, debido principalmente a la proporción de hoja:tallo. La presencia de taninos previene el meteorismo. Los tipos y combinación de aminoácidos esenciales, son óptimas para la producción de calidad de productos animales (FAO, 2005).

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en "La Violeta", sede del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", a 2680 msnm.

La siembra se realizó en parcelas de 7 m de largo por 2 m de ancho (10 surcos distanciados a 0.20 m), en forma manual y a chorro continuo con una densidad de siembra de 5 kg/ha.

Previamente a la siembra, la semilla fue inoculada con bacterias de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* específicas para esta leguminosa.

El inoculante, al igual que la semilla de todas las variedades, fue proporcionado por el INIA "La Estanzuela" de la República del Uruguay.

El diseño experimental fue de parcelas divididas, con el factor inoculación (con y sin) como parcela principal y tres variedades de lotus:

San Gabriel

Ganador

Draco)

como parcelas secundarias, en 3 réplicas.

Este reporte se basa en catorce cortes realizados después de la siembra, la cual se efectuó el 30 de enero de 2007. Las evaluaciones contempladas en el presente artículo abarcan desde al año 2007 hasta finales del año 2009.

La variable de respuesta básica fue el rendimiento de forraje, en base seca, al inicio de floración de la leguminosa, parámetro definido para su aprovechamiento vía corte.

Los primeros dos son considerados como cortes de limpieza antes que productivos. En ambos casos se realizó la evaluación productiva en superficies reducidas (1 m²).

En el caso de los cortes posteriores a los dos primeros, el ensayo fue evaluado cortando toda la parcela, eliminando los dos surcos laterales por unidad experimental, para eliminar el efecto bordura.

Como un ensayo complementario, a nivel de invernadero, se realizó un trabajo de **captura de rhizobios** en lotus, utilizando tres sustratos:

- Chapare (300 msnm).
- Vinto (3200 msnm).
- La Violeta (2614 msnm).
- Tiraque (3700 msnm).

El ensayo se realizó en “La Violeta”, sembrando el 4 de septiembre de 2008 y evaluando el 17 de marzo de 2009. Se utilizó macetas de PVC, estandarizando a una planta/maceta, evaluando cuatro sustratos con las tres variedades de *Lotus corniculatus*, en 5 repeticiones (macetas).

Para este ensayo, se evaluó la nodulación en raíces y la acumulación de biomasa, tanto a nivel de raíces como a nivel de la parte aérea de las plantas.

A manera de tratamiento testigo, al momento de la siembra, se inoculó la semilla con el inoculante precedente del INIA Uruguay, con cepas específicas para lotus.

Resultados y discusión

Una vez verificado el tipo de distribución de los datos, los cuales se ajustaron -en todos los casos- a una distribución normal (en base al Coeficiente de Shapiro-Wilk), se analizó el rendimiento en forraje en los cortes efectuados, para las dos variables evaluadas: variedades e inoculación.

Factor variedades de lotus

La acumulación de forraje en base seca, para los cortes 1 y 2 alcanzó valores de

995 kg/ha y 3224 kg/ha, con contenidos medios de materia seca del orden del 12% y 22%, respectivamente.

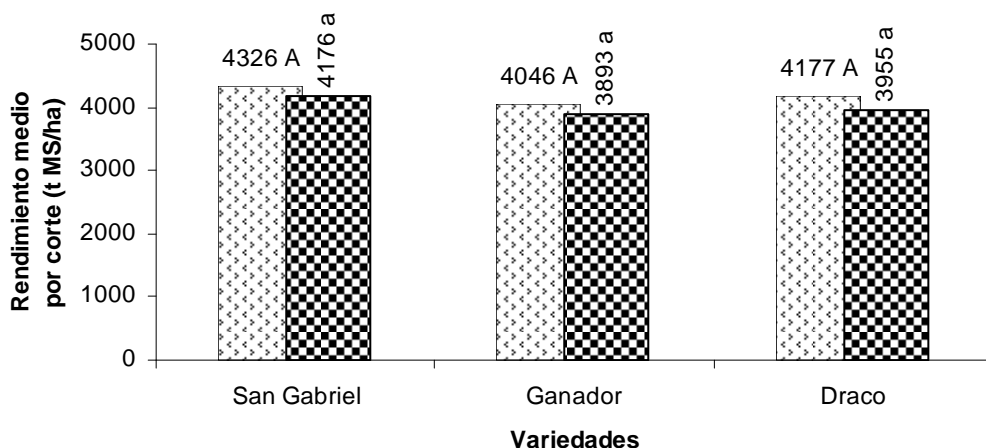
El corte 1 se realizó a los 78 días después de la siembra a modo de limpieza de las parcelas, debido a la alta incidencia de malezas. El corte 2 se hizo a 83 días del corte 1, en plena época invernal.

En el corte 3, al 10% de floración (con un rebrote de 63 días después del corte 2 y a más de 200 días después de la siembra), se reportó una media de 16% de materia seca.

En este corte (Figura 1), si bien no hubo diferencias significativas entre las variedades, se destacó la variedad San Gabriel; el rendimiento medio fue de 4183 kg/ha, valor superior al rendimiento medio de alfalfa en la zona (la leguminosa forrajera más empleada en la lechería del valle de Cochabamba), la cual alcanza las 3 t MS/ha/corte, a nivel experimental y también superior al reportado por Caballero el año 1972, en la especie *Lotus corniculatus*.

Al cabo de los 14 cortes efectuados a lo largo de más de dos años, esta variedad mantiene su relevancia y nivel productivo que en el primer año (al tercer corte), pero aún sin diferencias estadísticas significativas sobre las otras dos variedades (Figura 1).

Si bien los niveles productivos son más altos que los de la alfalfa, en términos de biomasa seca producida por corte, el lotus tiene menor velocidad de rebrote que la alfalfa, teniéndose una media de 2 a 3 meses entre cada corte sucesivo.



▨ Al primer año ▩ Promedio al tercer año

Figura 1. Rendimiento promedio en forraje para tres variedades de *Lotus corniculatus*, comparativo entre un corte al primer año de establecimiento y el promedio de cortes de tres años en "La Violeta" (14 cortes) (Duncan $p < 0.05$)

Factor inoculación

En el primer año, al tercer corte, para el factor inoculación se tuvo un promedio de 4511 kg MS/ha en parcelas que recibieron inoculación rhizobiana, y 3855 kg MS/ha en parcelas sin inoculación, es decir un 18% de incremento en la producción bajo inoculación con *Rhizobium*.

Estos valores fueron estadísticamente diferentes en el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan. Similares tendencias se dieron para la variable altura de planta.

Sin embargo, al cabo de tres años de evaluación, con catorce cortes efectuados, esta diferencia se "diluye", teniendo rendimientos estadísticamente iguales para los tratamientos con y sin inoculación (Figura 2).

Las tendencias muestran una mínima superioridad, del orden del 3%, de las parcelas donde se sembró semilla inoculada.

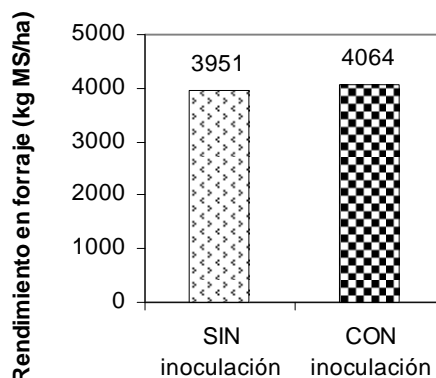


Figura 2. Rendimiento promedio en forraje para la inoculación con *Rhizobium* en *Lotus corniculatus*, al cabo de 3 años de evaluación

Con casi tres años de ensayo, la Figura 3 muestra el ritmo productivo del lotus inoculado con bacterias fijadoras de nitrógeno. Las tendencias numéricas muestran un efecto benéfico de la inoculación ya que con ésta, las variedades, produjeron casi un 10 % más de biomasa forrajera, comparando con las variedades sembradas sin inoculación rhizobiana.

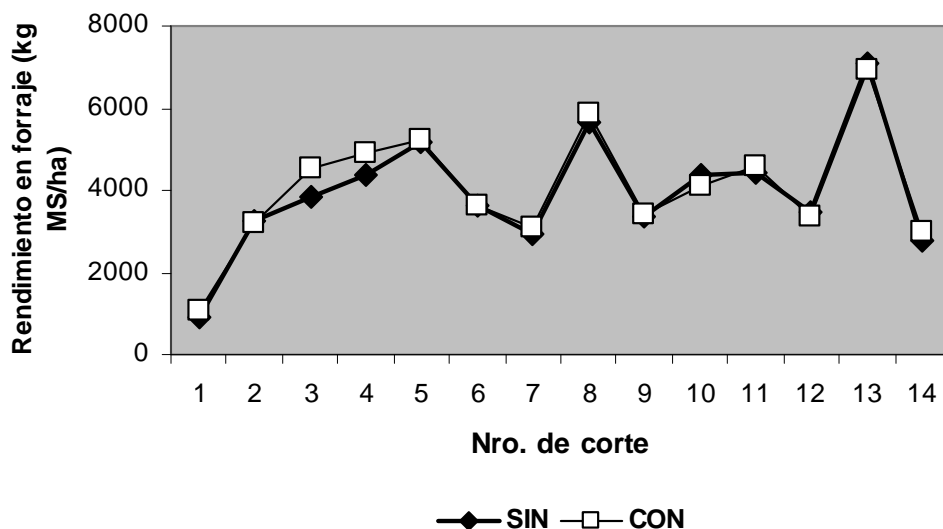


Figura 3. Comportamiento de la respuesta productiva en lotus, a la inoculación con bacterias de *Rhizobium*, a lo largo de catorce cortes, en tres años de producción forrajera en condiciones de "La Violeta"

Otra ventaja al inocular, es que se incorporan nuevas cepas de *Rhizobium*, o cuando menos se incrementan poblaciones benéficas, en este caso de bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, aspecto que favorece un manejo adecuado de los suelos, en la medida de proporcionarle condiciones biológicas (simbiosis) beneficiosas.

Adaptación a las condiciones climáticas y edáficas del *Lotus corniculatus*.

En cuanto a síntomas de enfermedades foliares o daños causado por insectos, en ninguna de las unidades experimentales se tuvo presencia de los mismos, evidenciándose resistencia de todas las variedades a las condiciones de estrés biótico prevalentes en la zona de trabajo.

Al cuarto año de producción, durante la época seca se vio una regular a mínima incidencia de arañuela en las parcelas del ensayo.

Ensayo de captura de rhizobios en lotus

Empleando sustrato de cuatro procedencias (2 del valle central, 1 de las cabecezas de valle y 1 del trópico, de Cochabamba), se vio mayores tasas de asociación simbiótica, con los suelos de Tiraque y Vinto, en especial cuando se determinó la presencia de nódulos en raíces y su efecto en la acumulación de biomasa de la parte aérea. Igualmente, aunque en menor grado, los suelos del valle central de Cochabamba, donde se cultiva alfalfa, mostraron presencia de cepas bacterianas afines para la simbiosis con el lotus, aspecto que no sucedió en el caso de suelos del trópico.

Las siguientes tres figuras muestran los resultados obtenidos en este ensayo que se considera preliminar y que continuará en función a aislar cepas nativas para esta especie de nueva introducción en el medio.

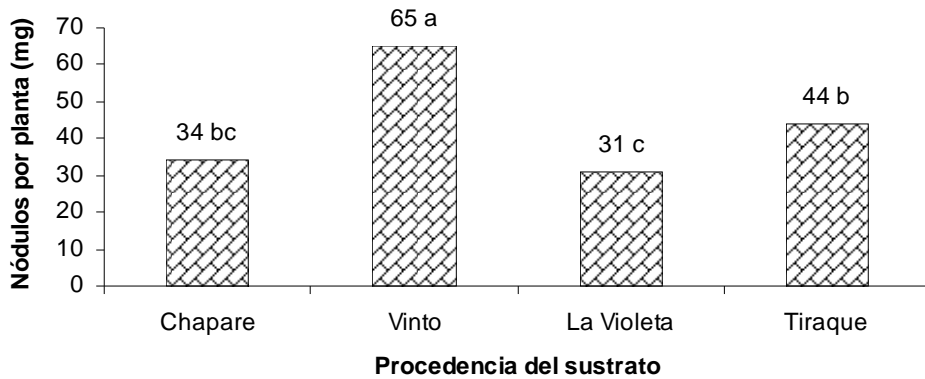


Figura 4. Nodulación en *Lotus corniculatus* para cuatro tipos de sustratos en condiciones de invernadero en “La Violeta” (mg/planta)

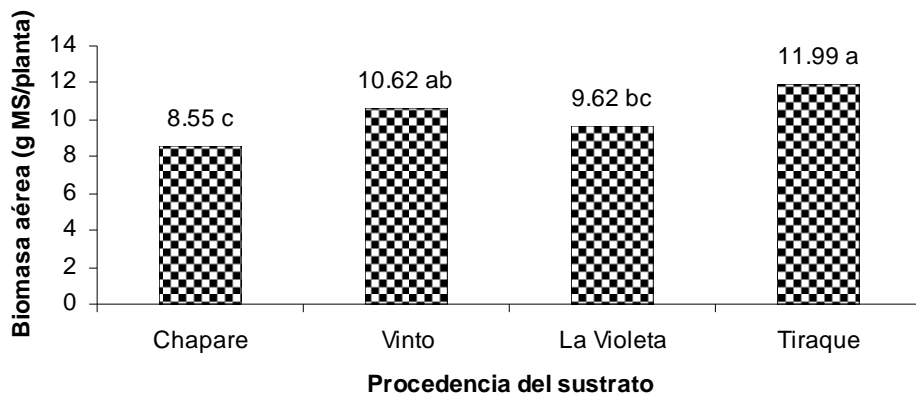


Figura 5. Acumulación de biomasa aérea en *Lotus corniculatus* para cuatro tipos de sustratos en condiciones de invernadero en “La Violeta” (g/planta)

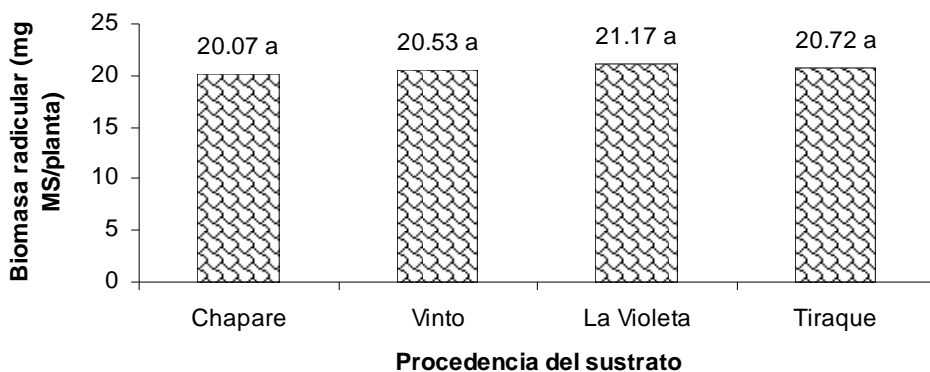


Figura 6. Acumulación de biomasa radicular en *Lotus corniculatus* para cuatro tipos de sustratos en condiciones de invernadero en “La Violeta” (g/planta)

Los valores encontrados para las variables de respuesta, en las localidades de Tiraque y Vinto, muestran a estos dos suelos como potenciales fuentes de rizobios locales, capaces de hacer simbiosis con el lotus.

En ambos sitios las condiciones de los suelos, en promedio son las siguientes:

pH: 4.9 (Fuertemente ácido).

N: 44 ppm (Medio).

P: 28 ppm (Alto).

MO: 4.4 (alto).

Textura de suelos: Franca.

En el Chapare, al ser suelos tropicales, con niveles elevados de Aluminio, no favorecen a la presencia de cepas rhizobianas para el lotus, máxime cuando la especie es de climas templados. En “La Violeta”, los niveles de fósforo son mínimos (4 a 5 ppm) a diferencia de los suelos de las dos áreas donde se tuvo mejores respuestas.

Conclusiones

Al cabo de tres años de evaluaciones de variedades de *Lotus corniculatus*, en condiciones de “La Violeta”, se pueden establecer las siguientes conclusiones generales:

- No se tienen diferencias significativas entre las tres variedades evaluadas (San Gabriel, Ganador y Draco), logrando un rendimiento promedio superior a las 4 t MS/ha/corte, rendimiento por demás importante, en especial cuando se compara con alfalfa, la cual llega a las 3 tMS/ha/corte en la zona de trabajo, siendo ésta la leguminosa cultivada de mayor importancia para la gana-

dería tanto de valles como altiplano en Bolivia.

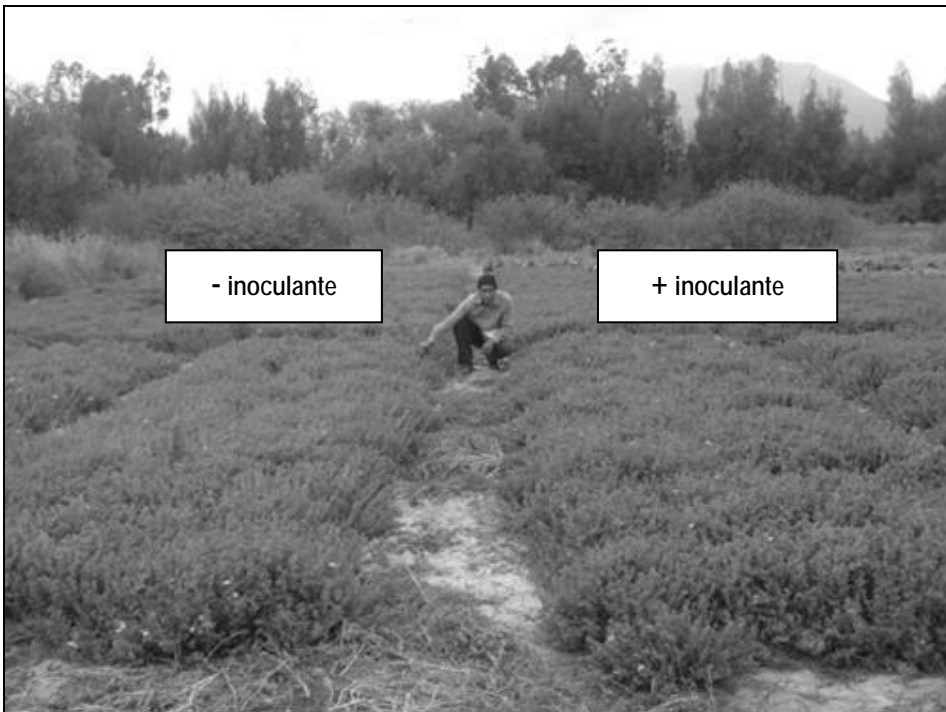
- Al primer año de establecido el cultivo (224 días después de la siembra), se tuvo diferencias significativas para el factor inoculación con rizobios, lográndose incrementos promedio mayores al 15 % en comparación al rendimiento promedio sin inoculación. Esta incidencia se fue haciendo menos fuerte con el transcurso del tiempo, de tal modo que a los tres años del cultivo, ya no existen diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos (con y sin inoculación).
- Aparentemente, en los suelos de valles altos y cabeceras de valle, existen bacterias rhizobianas, capaces de hacer simbiosis con esta leguminosa forrajera.
- Aún se tienen limitaciones en la producción de semilla de *Lotus corniculatus*, requiriéndose de mayores estudios para dar opciones técnicas a esta, hasta ahora, limitante para la adopción y difusión de esta leguminosa forrajera.

Referencias citadas

- Caballero, R. 1972. Introducción de especies y variedades pratenses en el valle de Cochabamba. **En:** Resultados de Investigaciones 1969-1971. Urquieta, A., Blanc, D. (eds.). UMSS - COTESU, Estación Experimental Universitaria “La Tamborada”. Cochabamba, Bolivia. 46 p.
- FAO. 2005. Grassland Species - Profiles. CD-ROM. Prepared by: Steve Reynolds and Petra Staberg. Rome, Italy.

► Ficha técnica resumida

Especie: <i>Lotus corniculatus</i> - Lotus	
Tipo de planta:	<i>Leguminosa postrada</i>
Duración del cultivo:	<i>Perenne</i>
Lugar de cultivo:	<i>Zonas templadas</i>
Proteína bruta en el follaje:	<i>En estado vegetativo: 27%; a plena floración 16% y a dehiscencia de las semillas: 12%</i>
Digestibilidad:	<i>En estado vegetativo: 74%; a inicio de floración 69 a 76%; a máximo crecimiento 66 a 72%.</i>
Mayor ventaja:	<i>No provoca timpanismo en ganado bovino, merced a su contenido de taninos</i>



Vista general del ensayo a 7 meses de la siembra

Evaluación agronómica y valor nutritivo de pastos de corte en el Trópico Húmedo de Cochabamba

*Agricultural evaluation and nutritive value
of grass cuttings in the Humid Tropic of Cochabamba*

Franz Gutiérrez ¹; José Vazques ²; Erminio Cori ²; Ruddy Meneses ¹

¹ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

² Tesistas del CATREN-UMSS, Valle del Sacta

E-mail de contacto: franzgutierrezferrufino@yahoo.com

Resumen. El estudio se realizó en Valle Ivirza (Chapare, Cochabamba) a 219 msnm. Se evaluó la producción de biomasa y calidad nutritiva de 5 gramíneas forrajeras de corte. La evaluación de forraje se realizó a 90 días después de un corte de uniformidad. El promedio de dos evaluaciones mostró diferencias significativas en parámetros agronómicos pero no en producción de forraje, obteniendo una media superior a las 13 t MS/ha. En el aspecto nutritivo, se hizo evaluaciones a los 30, 60 y 90 días rebrote. La Proteína Cruda disminuye de manera drástica en función del tiempo. Maralfalfa tiene la mayor tendencia de caída. Camerún es más estable. En Fibra Cruda, la variación es mínima. La especie *Pennisetum purpureum*, con sus variedades Camerún y Taiwan, muestran cualidades para la zona, manejándolas con cortes a los 60 días como máximo. Taiwan sobresale y sugiere una mejor respuesta al manejo intensivo de corte. Se precisa de trabajos que evalúen tasas de rebrote buscando un equilibrio entre biomasa producida y calidad.

Palabras claves: Materia seca; Gramíneas de corte; Valor nutritivo

Abstract. This study was carried out in Ivirza Valley (Chapare, Cochabamba) at 219 mosl., where biomass production and nutritive quality of 5 forage cutting grasses were evaluated. This evaluation was done at 90 days after a cutting uniformity. The average of two evaluations showed significant differences in agricultural parameters but not in forage production, achieving an average over the 13 t MS/ha. Regarding the nutritive aspect, evaluations were done at 30, 60 and 90 days of re-growth. The Crude Protein decreases dramatically according to the time. Maralfalfa has the greater tendency to fall. Camerun is the most stable. Regarding the Crude Fiber, the variation is minimal. The *Pennisetum purpureum* species, with its Camerun and Taiwan varieties show qualities for the zone, handling them with cuttings at 60 days, as maximum. Taiwan stands out and suggests a better response to the intensive cutting management. Research works are necessary for the evaluation of re-growth rates looking for a balance between biomass production and quality.

Keywords: Dry matter; Grass cuttings; Nutritive value

Introducción

Uno de los pilares fundamentales en la producción bovina bajo condiciones tropicales en los países de Latinoamérica y otras regiones de trópico en el mundo, es la alimentación con base en pasturas y

otras fuentes forrajeras. La región del Trópico Húmedo de Cochabamba, tiende a constituirse en una zona productora de leche de ganado bovino, es así, que dentro de las políticas gubernamentales, se ha instalado una planta procesadora de leche en la localidad de Ivirgarzama, la

cual requerirá un mayor desarrollo de la producción láctea bovina para funcionar con la capacidad instalada.

Planteada la situación anterior, existe la necesidad de ofrecer al productor pecuario alternativas de nuevas especies forrajeras que se adapten a la región y puedan ser utilizadas estratégicamente en la producción de leche, como es el caso de las gramíneas forrajeras de corte, las cuales mediante el corte y picado, se pueden constituir en fuente de suplementación de forraje en el momento de ordeño en ganadería de producción de leche.

Según Fernández, W., s/f, los pastos de corte son de porte alto (2.5 a 3 m), crecen en matas fuertes y producen abundante forraje para el ganado. En Santa Cruz de la Sierra, uno de los pastos de corte de mayor difusión es el pasto Taiwan, utilizado para épocas de invierno con el fin de evitar que los animales pierdan peso o disminuyan su producción de leche.

El mismo autor indica que el tamaño óptimo para que el ganado consuma esta especie, es cuando la planta tiene 1 a 1.5 m de altura, antes de que florezca, en este estado puede rendir entre 40 a 50 t/ha de forraje verde, cantidad suficiente para alimentar 10 vacas durante 100 días.

Joaquín *et al.*, 2004, destacan las siguientes ventajas y desventajas de los pastos de corte:

Ventajas: Son consumidos casi en su totalidad al ser proveído picado a los animales; tienen fuerte macollamiento; tienen buena palatabilidad y buen valor nutritivo.

Desventajas: No soportan encharcamientos; no resisten el pisoteo; tienen alto costo de establecimiento al ser de multiplicación vegetativa y por ello, requieren mano de obra para su implantación.

En cuanto a la utilización de los pastos de corte, Joaquín *et al.* (2004), hacen las siguientes consideraciones de cálculo para estimar la superficie requerida de este tipo de forraje, para condiciones de Santa Cruz de la Sierra, tomando en cuenta los siguientes datos de producción estimada de forraje durante la época seca:

- Densidad de plantas: 0.5 m entre plantas y 1 m entre surcos = 2 plantas/m²
- Peso promedio por planta por corte: 3 kg de materia verde.
- Intervalo entre cortes en época seca: 80 días.
- Cantidad ofertada por animal: Al utilizarse el pasto de corte como suplemento al pastores, se estima 12 kg de forraje verde/vaca/día.

Con estos datos se aplica la siguiente ecuación, para estimar el área necesaria de pasto de corte por vaca (AV):

$$AV = \left(\frac{\text{kg de forraje verde/vaca/día}}{\text{Peso promedio de forraje en kg/planta}} \right) * \left(\frac{\text{Intervalo entre cortes en época seca}}{\text{Nro. de plantas/m}^2} \right)$$

$$\text{Área por vaca} = \left[\frac{12}{3} \right] \times \left[\frac{80}{2} \right] = 160 \text{ m}^2$$

Por tanto, durante el periodo de escasez de forraje, se debe considerar un mínimo

de 160 metros cuadrados de pasto de corte por vaca a alimentar.

En base al ejemplo anterior, la provisión de 12 kg de forraje verde/vaca/día, por ejemplo con pasto Taiwan (con un 29.8% de materia seca) como suplemento a un animal de 400 kg de peso vivo, que pastorea en *Brachiaria decumbens*, con un potencial de producción de 8 litros de

leche por día y una producción actual de 5 litros, representa un aporte importante; así, utilizando datos regionales del valor nutritivo de la *B. decumbens* y del pasto Taiwan, se puede estimar lo siguiente:

Aporte de nutrientes	Consumo kg	EM (Mcal)	PC (g)	Ca (g)	P (g)
<i>B. decumbens</i> (hojas verdes)	25.0	12.0	568	27.3	19.0
Taiwan (planta completa, verde)	12.0	7.7	237	16.4	5.8
Total consumido	32.1	19.6	805	43.7	24.8
Requerimientos	--	19.0	744	36.6	24.8
Diferencia	--	+ 0.7	+ 61	+ 7.1	0

Fuente: Joaquín *et al.* (2004)

M (Mcal): Energía metabólica (Megacalorías)
PC = Proteína Cruda; Ca: Calcio; Mg: Magnesio

Estos datos, demuestran la importancia de la utilización de forrajeras de corte, para aumentar el consumo de forraje de vacas en producción, lo que se traduce en incrementos en la producción de leche y mantenimiento de la condición física de los animales (Joaquín *et al.* (2004).

Con estas consideraciones, el trabajo tiene como objetivo realizar un estudio comparativo de la producción de materia seca de cinco gramíneas forrajeras de corte, en condiciones del pequeño productor pecuario en la región de Valle Ivirza, importante zona ganadera del Trópico de Cochabamba. Además busca evaluar las tendencias del valor nutritivo de las especies evaluadas, como respuesta a cortes a diferentes edades de desarrollo.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la comunidad Transversal II, cantón Valle Ivirza del municipio de Puerto Villarreal, pro-

vincia José Carrasco (Cochabamba). Geográficamente, la zona se encuentra ubicada a 17° 06' 25" de latitud sur y 66° 45' 16" de longitud oeste a una altura 219 msnm, la temperatura promedio anual es de 25°C y la precipitación anual de 3850 mm.

Las cinco gramíneas de corte en estudio fueron:

- *Pennisetum purpureum* cv. Camerún.
- *Pennisetum purpureum* cv. Taiwán.
- *Pennisetum* sp. (maralfalfa).
- *Axonopus scoparius* (sara kachu)
- *Tripsacum laxum* (pasto Guatemala).

Antes de la preparación del suelo, se aplicó herbicida para eliminar las especies vegetales herbáceas, de una pastura degradada. Después de 20 días se realizó la preparación del suelo con maquinaria agrícola con una arada y dos pases de rastra, posteriormente se realizó la nivelación y delimitación de las unidades experimentales.

La siembra se realizó en surcos distanciados a 0.50 m con material vegetal (de tres a cuatro nudos), distanciando a 0.50 m dentro el surco dejando dos tallos por sitio. La unidad experimental estuvo constituida por 4 surcos de 5 m de largo.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, la comparación de medias, para la evaluación forrajera productiva, se realizó con la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

En el caso de la evaluación del valor nutritivo, éste se limitó al análisis de laboratorio, de muestras unitarias (sin réplicas) de forraje cortado a los 30, 60 y 90 días de desarrollo, después de un corte de uniformización. Al no tener muestras repetidas, el análisis para el valor nutritivo fue solamente mediante estadística descriptiva.

Durante la fase de establecimiento, el control de malezas fue la principal actividad. La evaluación de producción de biomasa se realizó cada 90 días de rebrote en dos surcos centrales, eliminando el efecto de bordura. Una vez de-terminado el rendimiento de materia verde por unidad experimental, se tomó una sub muestra representativa de 200 g, la cual fue sometida a horno de desecación a 60°C de temperatura hasta obtener peso constante, lo cual permitió determinar el porcentaje de materia seca.

Las variables de respuesta consideradas para la evaluación productiva fueron:

- Altura de planta.
- Relación hoja/tallo.
- Número de macollos/m².
- Rendimiento de materia seca.

Los resultados que se presentan en el trabajo se consideran preliminares y son el promedio de dos cortes, cada uno con 90 días de rebrote.

Resultados y discusión

Producción forrajera y parámetros asociados

El análisis de varianza establece que existen diferencias altamente significativas para altura de planta, numero de macollos/m² y la relación hoja/tallo. El rendimiento en materia seca, no reportó diferencias estadísticas, entre las gramíneas en estudio.

Altura de planta. La Prueba de Duncan para la variable altura de planta (Cuadro 1), establece que las gramíneas maralfalfa, Taiwán y Camerún, superan significativamente a las alturas registradas por las gramíneas pasto Guatemala y sara kachu, lo cual es atribuible a las características propias de la especie. Al respecto, Rua (2008), en estudios realizados en Colombia, indica que la altura de planta para las forrajeras del género *Pennisetum* fluctúan de 1.8 a 3.0 m, para *Axonopus scoparius* entre 1 a 2 m y para *Tripsacum laxum* entre 1.5 a 2.0 m, si se comparan los valores registrados en el presente estudio, estos pueden considerarse como un indicativo de buena adaptación de las gramíneas evaluadas a la zona de estudio.

Cuadro 1. Altura de planta para cinco gramíneas de corte

Gramínea	Altura de planta (m)	Duncan (p<0.5)
Maralfalfa	2.65	a
Taiwán	2.60	a
Camerún	2.60	a
Pasto Guatemala	1.82	b
Sara Kachu	1.52	c

Número de macollos. Según la prueba de Duncan (Cuadro 3), el sara kachu supera con diferencias altamente significativas a las demás gramíneas en estudio, lo cual se debe a las condiciones intrínsecas de la especie que se caracteriza por presentar abundante macollaje después de un corte de su biomasa. Estudios realizados por Quispe (2002) en la localidad Senda VI con fertilización orgánica, reportan 72 macollos /m² para la misma especie. Las gramíneas pasto Guatemala y maralfalfa registraron valores intermedios siendo el pasto Taiwán el que reportó el menor número de macollos por unidad de superficie.

Cuadro 2. Número de macollos/m² para cinco gramíneas de corte

Gramínea	Número de macollos/m ²	Duncan (p<0.5)
Sara kachu	63.75	a
P. Guatemala	34.50	b
Maralfalfa	30.75	bc
Camerún	21.75	cd
Taiwán	18.50	e

Relación hoja/tallo. Los resultados de relación hoja/tallo en base seca (Cuadro 3), establecen diferencias altamente significativas.

Cuadro 3. Relación hoja/tallo para cinco gramíneas de corte

Gramínea	Relación hoja/tallo	Duncan (p<0.5)
Pasto Guatemala	4.49	a
Sara kachu	1.65	b
Taiwán	1.16	b
Maralfalfa	1.15	b
Camerún	1.09	b

El pasto Guatemala supera significativamente a las demás gramíneas, en esta característica importante en la selección de una especie o variedad, ya que dos

terceras partes de los nutrientes se encuentran en las hojas. Las otras gramíneas presentaron valores mayores a uno. Estos resultados difieren con los obtenidos por Araya y Boschini (2005), quienes indican que con los cultivares Taiwán, king grass, gigante y Camerún (de *Pennisetum purpureum*), en Costa Rica, encontraron que la relación hoja/tallo fue siempre menor a uno en todos los cultivares.

Rendimiento en forraje en base seca. El análisis estadístico y la respectiva prueba de Rango Múltiple de Duncan, no establecieron diferencias significativas en producción de materia seca entre las gramíneas estudiadas, sin embargo, las especies con mayores alturas de planta, registraron los valores más altos de materia seca por corte. El Cuadro 4 muestra las tendencias productivas en términos de materia seca de la biomasa producida por las cinco gramíneas de corte evaluadas.

Cuadro 4. Rendimiento en t MS/ha, por corte, para 5 pastos de corte

Gramínea	Rendimiento en materia seca (t/ha)	Duncan
Taiwán	14.29	a
Camerún	13.78	a
Maralfalfa	13.33	a
Sara Kachu	12.77	a
Pasto Guatemala	12.39	a

Valor nutritivo

Los siguientes cuadros, detallan los valores de los parámetros nutricionales, evaluados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FCAPFyV-UMSS, para las cinco especies (Cuadro 5) y para los tres momentos de corte (Cuadro 6). La Figura 1 muestra la tendencia general del contenido de proteína cruda para las cinco especies, en función al tiempo de desarrollo.

Cuadro 5. Valor nutritivo de cinco pastos de corte en condiciones del trópico húmedo de Cochabamba (promedio de cortes a 30, 60 y 90 días de desarrollo)

Pasto de corte	Contenido promedio en %				
	Ceniza	Extracto Etéreo	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Libre de Nitrógeno
Camerún	8.77	2.05	11.19	35.77	37.43
Taiwán	6.78	1.53	8.57	39.07	38.41
Sara kachu	6.97	1.60	9.21	34.67	42.46
Pasto Guatemala	5.00	1.07	7.93	31.90	48.31
Maralfalfa	5.67	0.97	10.78	33.87	42.60
Promedio	6.64	1.44	9.54	35.06	41.84

Cuadro 6. Valor nutritivo promedio de pastos de corte, como efecto de tres diferentes tiempos de desarrollo, en condiciones del trópico húmedo de Cochabamba

Tiempo de desarrollo pos corte	Promedio para edad de rebrote %				
	Ceniza	Extracto Etéreo	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Libre de Nitrógeno
a 30 días	9.40	1.51	12.77	34.80	35.21
a 60 días	5.63	1.48	8.51	35.84	43.33
a 90 días	4.88	1.34	7.32	34.52	46.99
Promedio	6.64	1.44	9.54	35.06	41.84

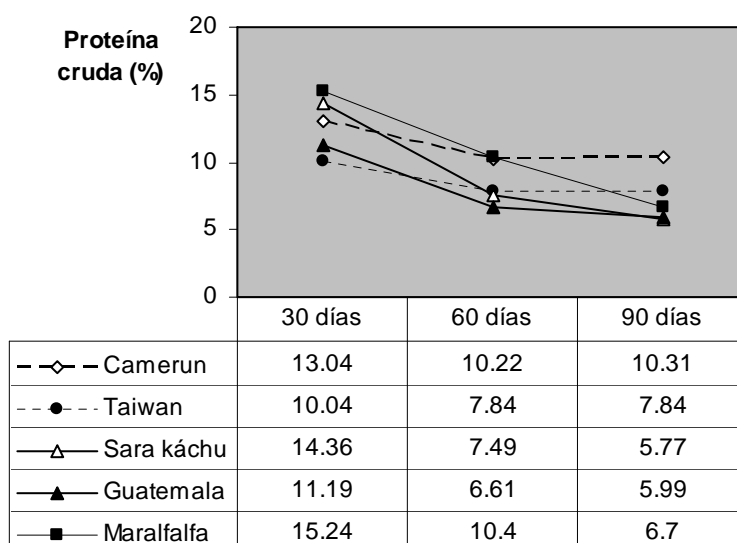
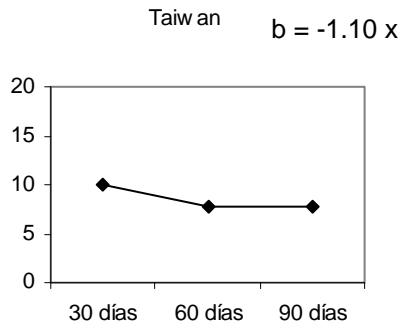
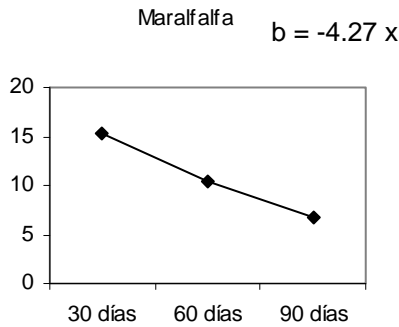
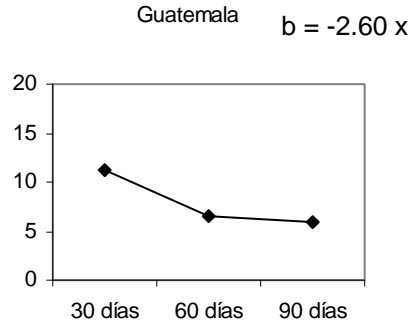
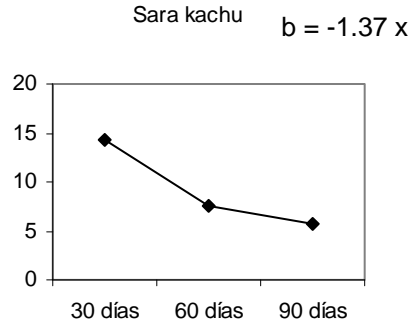
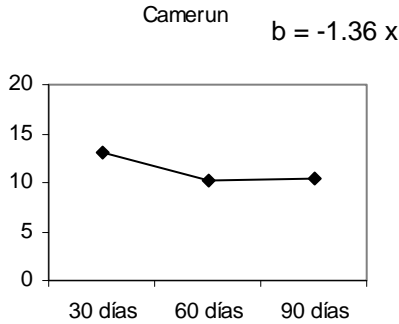


Figura 1. Tendencias del contenido de proteína cruda, como efecto del tiempo de desarrollo, en cinco pastos de corte en el trópico húmedo de Cochabamba

El comportamiento del contenido de proteína cruda, tiende al decremento en función del mayor tiempo de desarrollo de los pastos de corte, posterior a un corte de la biomasa. Esta tendencia es diferente en términos de intensidad, entre las cinco especies en estudio, así se tiene en las siguientes figuras esquemáticas, las pendientes de cada una de las cinco rectas graficadas en la Figura 1.



Conclusiones

- De forma general, se puede concluir que las cinco gramíneas forrajeras de corte introducidas en la región, presentaron un grado de adaptación aceptable por los índices agronómicos registrados durante el estudio.
- Se establecieron diferencias estadísticas en las variables altura de planta, número de macollos/m² y relación hoja/tallo, los cuales son atribuibles a las características propias de cada una de las gramíneas estudiadas.
- No se presentaron diferencias significativas en producción de materia seca entre las cinco gramíneas en estudio, lo que indica una posibilidad de utilización indistinta de las gramíneas, sin embargo se debe realizar es-

tudios de frecuencias de corte para determinar el momento oportuno de cosecha que relacione cantidad y calidad de forraje.

- En la parte nutritiva, si bien los valores encontrados son solamente descriptivos, denota tendencias que muestran que el corte debe ser a los 60 días como máximo, buscando un equilibrio entre producción de biomasa y calidad de la misma. Asimismo, Taiwan sobresale y sugiere una mejor respuesta al manejo intensivo de corte, dada su mayor estabilidad en proteína cruda en función del tiempo de desarrollo.
- Se debe realizar trabajos de mayor precisión y tiempo, a fin de evaluar tasas de rebrote buscando equilibrio entre biomasa producida y calidad, además del potencial de rebrote.

Fernández, W. s/f. Producción y manejo de pastos de corte: Pasto Taiwán. CIAT – NRI. Santa Cruz, Bolivia. 13 p.

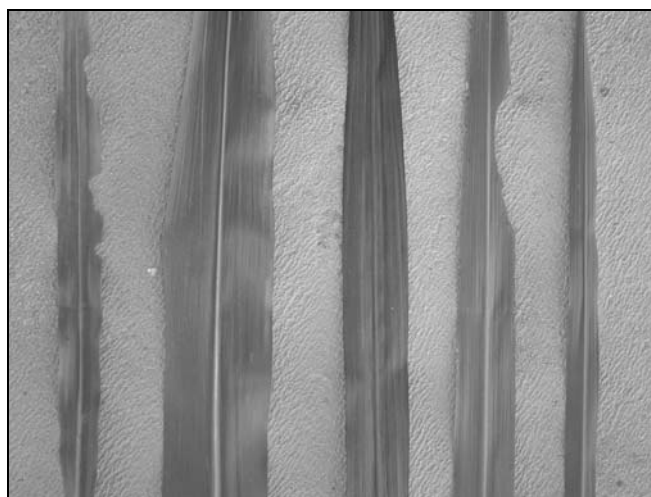
Joaquín, Lizárraga, Peña, Herrero. 2004. Establecimiento, manejo y utilización de pastos de corte en lecherías de pequeña escala. CIAT – LPP – The University of Edinburgh. Santa Cruz, Bolivia. 31 p.

Quispe, L. 2002. Respuesta a la aplicación de estiércol vacuno en dos especies forrajeras de corte (*Axonopus scoparius* y *Pennisetum purpureum* cv. Camerún) en el trópico de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

Rua, M. 2008. Pastos de corte para el trópico. Cultura Empresarial Ganadera. Colombia.

Referencias citadas

Araya, M. y Boschini, C. 2005. Agronomía Mesoamericana 16(1): 37 - 43.



De izquierda a derecha:

	Largo (cm)	Ancho (cm)
Sara kachu	5	3.2
Guatemala	142	7.7
Camerún	102	4.7
Taiwan	100	4.2
Maralfalfa	100	2.4

Dimensiones de las hojas medias de cinco gramíneas de corte evaluadas

Establecimiento de Bancos de Proteína con *Cratylia argentea* para ganado mestizo en fincas familiares del trópico de Cochabamba

Establishment of Protein Banks with Cratylia argentea for crossbred cattle on family farms in the tropics of Cochabamba

Franz Gutiérrez¹; Nilo Achá¹; Katia Ramírez¹; Marcelo Ruiz²; Edson Camacho¹; Raúl Navia¹; José Espinoza¹; Sergio Lizeca²; Ruddy Meneses¹

¹ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

² Capacitación e Investigación en Ganadería Campesina en Bolivia

E-mail de contacto: franzgutierrezferrufino@yahoo.com

Resumen. En condiciones del trópico de Cochabamba (Bolivia) y en fincas familiares de ganadería lechera bovina, se evaluó el establecimiento de bancos de proteína, producción de forraje y consumo de la leguminosa forrajera arbustiva *Cratylia argentea* y su efecto en la producción lechera, buscando el reemplazo de alimento concentrado a fin de abaratar costos. Se concluye que es factible la adaptación y utilización de la especie y que repercute de manera positiva en la producción del ganado.

Palabras claves: Ganadería; Establecimiento; Producción, Consumo; Forrajes arbustivos

Abstract. Under the tropic of Cochabamba (Bolivia) conditions and in family farms of bovine dairy cattle, the establishment of protein banks was evaluated as well as the forage production and consumption of shrubby forage legumes *Cratylia argentea* and its effect in the dairy production, looking for the replacement of concentrated food in order to cheapen costs. We conclude that it is possible the adaptation and use of the species that will have a positive effect on livestock production.

Keywords: Livestock; Establishment; Production; Consumption; Shrubby Forages

Introducción

La utilización de una leguminosa arbustiva, como suplemento alimenticio para incrementar la producción de leche, es una alternativa al uso de concentrados.

Este hecho, que tiene implicaciones económicas y técnicas, justifica el interés de evaluar opciones forrajeras en sistemas familiares de producción en el trópico de Cochabamba (Bolivia).

El arbusto *Cratylia argentea*, es una leguminosa nueva en los sistemas de producción forrajera a nivel del trópico. Esta

especie ofrece mayores rendimientos en materia seca que las leguminosas forrajeras herbáceas, tolera mejor las condiciones adversas y tiene la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en condiciones de alto estrés ambiental hídrico. *C. argentea* es una de las cinco especies identificadas dentro del género, el cual es nativo de América del Sur (Maass, 1995).

Materiales y métodos

En el marco de un proyecto financiado por la Cooperación Sueca y la Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba,

Bolivia), se planteó como objetivo utilizar de manera estratégica a la forrajera arbustiva *C. argentea* como fuente alimenticia complementaria al pastoreo de gramíneas

Se evaluó la especie en tres diferentes etapas:

- Siembra y establecimiento.
- Producción forrajera.
- Utilización para la alimentación de ganado bovino lechero.

Se trabajó en tres fincas familiares que manejan ganado de doble propósito, con una dieta basal de pasto nativo e introducido, en el periodo 2007-2008. El trabajo, se realizó en el trópico de Cochabamba, cuyas características están representadas, de manera general, por un clima sub tropical húmedo. Se tiene la siguiente información general de las localidades de trabajo:

- Altitud promedio sobre el nivel del mar: 241 msnm.
- Temperaturas: media anual 25°C, con mínima de 10°C y máxima de 35°C.
- Precipitación promedio anual: 3000 a 3500 mm.

Resultados y discusión

ETAPA 1: Siembra y establecimiento como “Bancos de Proteína”. Se sembró de manera directa, utilizando semillas procedentes de la Empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM (www.sefosam.com).

La siembra se realizó en hileras distanciadas a un metro depositando tres semillas por golpe, también a un metro. En la etapa de establecimiento, el primer corte

se realizó entre 7 a 8 meses después de la siembra, cuando la mayoría de las plantas alcanzaron una altura promedio superior a 1.5 m. El corte se realizó a una altura de 90 a 100 cm sobre el suelo para favorecer la ramificación lateral (rebotes) la cual será la fuente de producción de forraje a partir de esta poda inicial.

ETAPA 2: Producción forrajera. La evaluación fue realizada después de los siete meses de la siembra. En el análisis estadístico (Prueba de F), considerando a las localidades como factor en evaluación, solo hubo diferencias estadísticas significativas para las variables altura de planta y fracción fina por planta.

El Cuadro 1 muestra los valores promedio, para las cuatro variables, en las tres localidades consideradas.

El ritmo de crecimiento depende de las condiciones de cada sitio, por lo general después de 5 a 7 meses de la siembra se considera que las plantas se establecen, tolerando cortes con frecuencias de 6 a 8 semanas y tiene la capacidad de rebrotar aún durante el período de sequía; por lo tanto, puede ser una alternativa para suplementar gramíneas en sistemas de corte y acarreo o utilizarse como banco de proteína en pastoreo directo, principalmente durante la época seca (CIAT, 1996).

Se correlaciona la variable productiva más importante, como es la producción de materia seca de la fracción fina, con las demás variables de respuesta.

Las figuras 1 y 2, muestran que no existe una asociación significativa entre la producción de biomasa de la fracción fina con la altura de planta y el número de ramas por planta, respectivamente.

Cuadro 1. Valores agronómicos promedio, en *Cratylia argentea*, en tres localidades del trópico de Cochabamba (2008-2009), a siete meses después de la siembra

Localidad	Altura de planta (m)	Nro. de ramas por planta	MS en g/planta		Relación FF/FG
			Fracción fina FF	Fracción gruesa FG	
Lauca Ñ	1.91 a	9.31 a	610.57 b	266.31 a	2.59 a
Senda VI	2.12 a	8.90 a	962.41 a	408.34 a	2.39 a
Valle Sacta	2.18 a	8.38 a	658.74 ab	289.88 a	2.27 a

Valores seguidos por la misma letra, dentro de cada columna, no difieren estadísticamente según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p \leq 0.05$). Fuente: Tórriz, s/f.

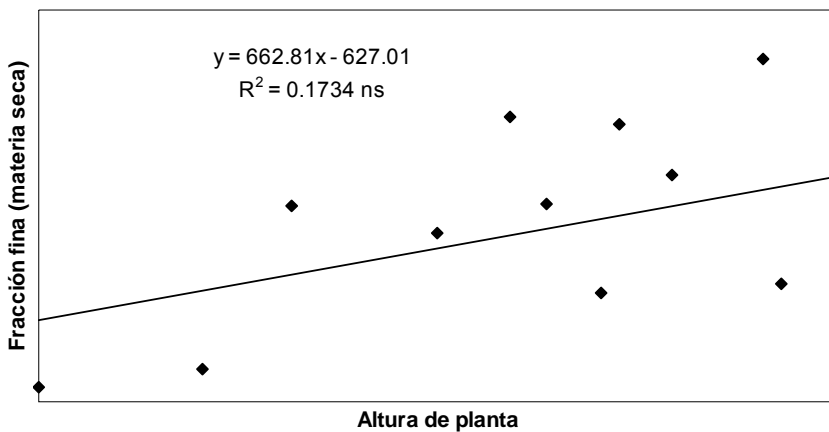


Figura 1. Correlación entre fracción fina en base seca y altura de planta para *C. argentea* en el Trópico Húmedo de Cochabamba

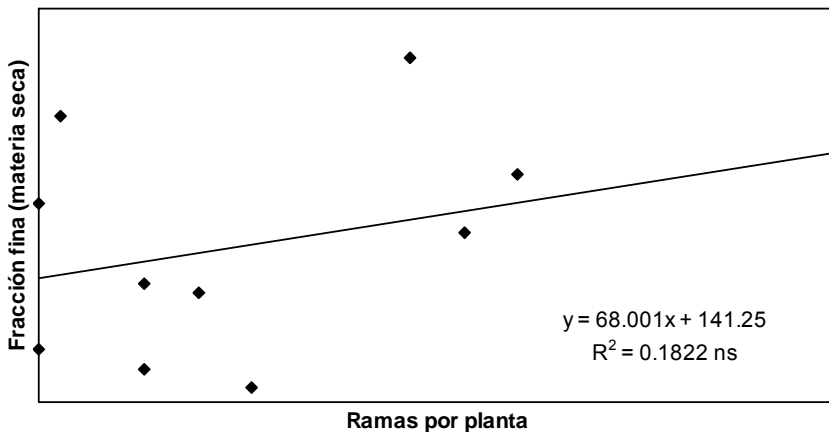


Figura 2. Correlación entre fracción fina en base seca y número de ramas por planta para *C. argentea* en el Trópico Húmedo de Cochabamba

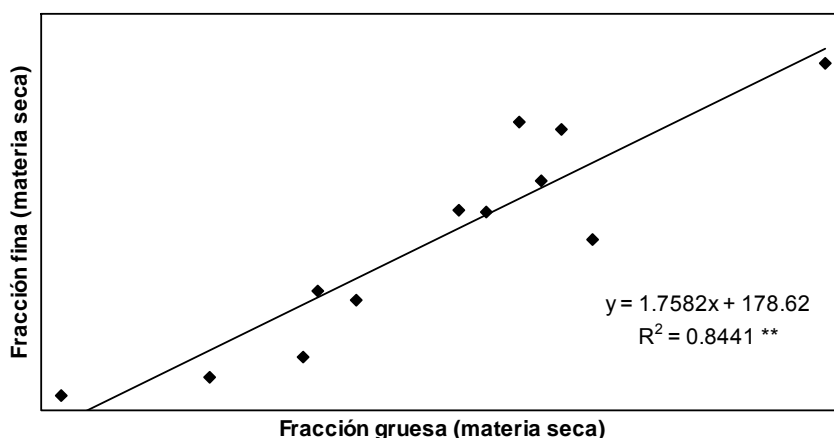


Figura 3. Correlación entre fracción fina y fracción gruesa, en base seca, para *C. argentea* en el Trópico Húmedo de Cochabamba

Cuadro 2. Consumo y rechazo de *Cratylia argentea* en un periodo de diez días de evaluación, por animal, en tres fincas del trópico de Cochabamba (2009)

Fincas	Ofrecido kg/animal/día	Rechazado		Consumido	
		kg	%	kg	%
Lauca Ñ	3.00	0.74	24.67	2.26	75.33
Senda VI	3.00	0.91	30.33	2.09	69.67
V. Sacta	3.00	0.84	28.00	2.16	72.00
Promedio	3.00	0.83	27.67	2.17	72.33

La correlación positiva que se muestra en la Figura 3, es consecuencia de la interdependencia de los datos ya que compara dos valores obtenidos de un muestreo que se complementa totalmente.

ETAPA 3: Utilización en la alimentación de ganado bovino lechero. Para determinar el efecto de la suplementación con *cratylia*, se realizaron evaluaciones, registrando la alimentación y la producción habitual de los animales, primeramente sin suministro de *cratylia*, por un lapso de cinco días. Luego se ofertó *cratylia* premarchitada por espacio de otros cinco días más como fase de acostumbramiento, sin realizar registro alguno.

La palatabilidad de *cratylia* fue baja pero con tendencia al incremento. Finalmente, por otros diez días, se registró el suministro, consumo y rechazo del forraje de *cratylia*, además de la producción láctea, en todos los casos con ordeño manual.

Consumo y rechazo de *cratylia*: La cosecha del forraje de la *C. argentea* se realizó un día antes del suministro al ganado, haciendo un presecado a la sombra. El forraje fue picado en tamaños de 4 a 5 cm, y ofrecido al ganado en evaluación al momento del ordeño. Los resultados se resumen en el Cuadro 2.

Producción de leche: Para evaluar el efecto de la *C. argentea* en la variable producción de leche, se comparó el periodo productivo sin suministro de cratyli (fase 1, promedio de 5 días) con el periodo con suministro de la leguminosa (fase 3, promedio de 10 días). En promedio se logró más de 16% de incremento (de 3.44 kg/animal/día en la fase 1 a 4.00 kg/animal/día en la fase 3).

la alimentación animal será fundamental.

- La utilización de cratyli mantiene y tiende a mejorar los niveles productivos del ganado lechero. Esto repercute en la disminución de costos de producción para el ganadero, al tener la opción de reemplazar concentrados utilizados normalmente como suplemento alimenticio.

Conclusiones

- Los “Bancos de Proteína” con *C. argentea*, se establecieron de manera satisfactoria. Destaca la alta proporción de fracción fina de la especie, lo cual repercute en la calidad nutritiva y palatabilidad del forraje producido.
- Los resultados muestran tendencias de aceptación al consumo por parte de ganado bovino manejado en semi estabulación. No debe olvidarse que la utilización de cratyli debe ser estratégica en función al periodo de sequía, momento en el cual su aporte a

Referencias citadas

- Maass, B. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. **En:** Taller de Cratyli, 19 al 20 de julio de 1995. Brasilia, Brasil. pp. 62 - 74.
- Torrez, F. 2010. Establecimiento de Bancos de Proteína con la leguminosa forrajera arbustiva *Cratylia argentea* en tres localidades del Trópico de Cochabamba. Trabajo dirigido. FCAPFyV-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 59 p. (en impresión).

► Ficha técnica resumida

Especie: <i>Cratylia argentea</i> - Cratyli	
Tipo de planta:	<i>Leguminosa arbustiva</i>
Duración del cultivo:	<i>Perenne</i>
Lugar de cultivo:	<i>Zonas tropicales hasta 1200 msnm con 1000 mm/año de precipitación mínima</i>
Proteína bruta en el follaje:	<i>18 a 30%</i>
Digestibilidad:	<i>40 a 55%</i>
Mayor ventaja:	<i>Alto valor nutritivo y producción en ÉPOCA SECA</i>



Rebrote vigoroso de C. argentea posterior al corte a siete meses de la siembra



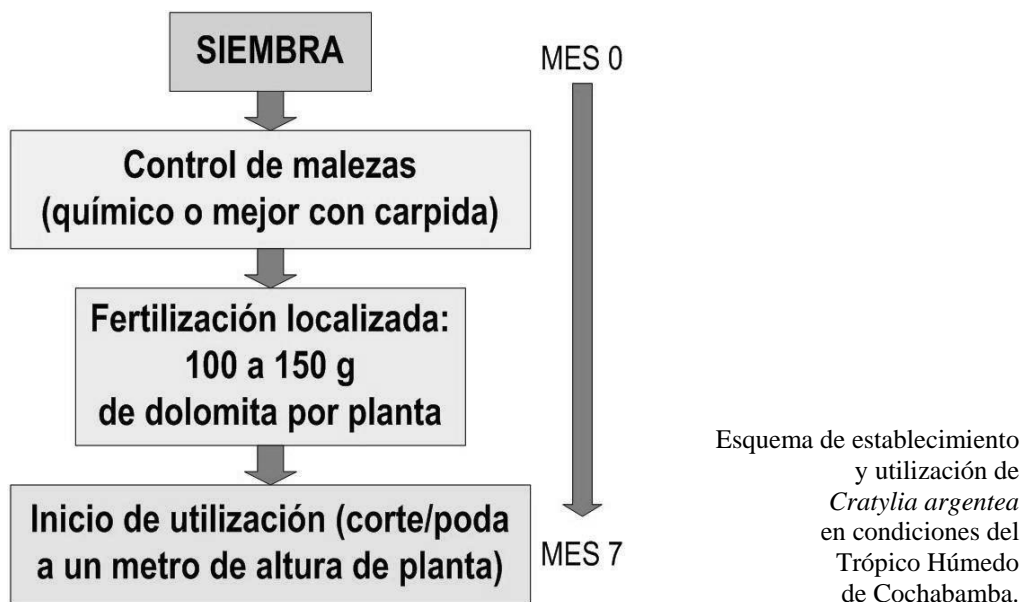
Detalle de inflorescencia y hojas de Cratylia argentea



Semilla de Cratylia argentea producida en Bolivia (en 1 kg se tienen 5000 semillas)



Utilización de biomasa picada de C. argentea en ganado lechero



Determinación del momento oportuno de cosecha de maíz para su conservación como ensilaje

*Determining the timing of maize harvest
for its conservation as silage*

Hernán Campos; Ruddy Meneses; Raúl Navia; Jorge Delgadillo

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E-mail de contacto: h_campos2003@yahoo.com

Resumen. Durante el ciclo agrícola 2006/2007, en el CIF "La Violeta", se realizó un trabajo de investigación para determinar el momento oportuno de cosecha de maíz para ensilar. Se realizaron evaluaciones semanales, a partir del día 112 después de la siembra, en un campo de producción de maíz forrajero de la variedad UMCPO. Se separó las plantas de maíz en los tres componentes de la parte aérea (hojas, tallo y mazorca). Con los resultados obtenidos se elaboraron curvas de crecimiento, mediante las cuales, se determinó que a los 147 días pos siembra (periodo reproductivo comprendido entre R4 y R5) los tres componentes encuentran un equilibrio, es decir alcanzan el momento óptimo para ensilar, en el que los rendimientos de materia seca por unidad de superficie, son los más altos y donde las plantas de maíz se encuentra en un estado fisiológico que permite elaborar un ensilaje de buena calidad.

Palabras claves: Fisiología; Curvas de crecimiento; Acumulación de biomasa

Abstract. During the agricultural season 2006/2007, in the Forage Research Center "La Violeta", a research work was carried out to determine the timing of maize harvest to ensilage. As from the 112 day after sowing, weekly evaluations were conducted in a field of forage maize production of the variety UMCPO. Maize plants were separated in three components of the aerial part (leaves, stem and ear). With the results obtained, growth curves were elaborated, by which, it was determined that in the day 147 post sowing (reproductive period between R4 and R5) the three components found an equilibrium, that is, they reached the appropriate time for silage, the dry matter yields per unit area are the highest and the maize plants are in a physiological state allowing to elaborate a silage of good quality.

Keywords: Physiology; Growth curves; Biomass accumulation

Introducción

En los valles de Bolivia, el maíz es la especie forrajera que más biomasa produce por unidad de superficie y tiempo, es decir mayor materia seca por día que otras especies forrajeras. Esta importante cualidad se complementa con la excelente calidad nutricional que tiene este cultivo. Al igual que muchas otras especies, la producción de maíz está limitada por el periodo de lluvias.

Así, cuando hay lluvias, el crecimiento de los forrajes es óptimo y abundante. Cuando ellas cesan el descenso de la producción es dramático, lo cual determina directamente la disminución de la producción ganadera en forma general. La solución a este problema es la conservación de forrajes, aprovechando la época de abundancia que se tiene durante la primavera y el verano, para ser usados durante la época de estiaje.

La elección del momento oportuno de cosecha del maíz para ser ensilado es de suma importancia, especialmente en el rendimiento total de materia seca y en aspectos ligados a la calidad del ensilaje.

Por lo expuesto, el presente trabajo plantea el objetivo de determinar el momento óptimo de cosecha de maíz forrajero para su conservación como ensilaje, mediante la determinación técnica de curvas de crecimiento, a partir de muestreos secuenciales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Fundo Universitario "La Violeta".

La parcela fue sembrada mecánicamente el 9 de noviembre de 2006, con la variedad UMCPO de maíz forrajero, a una distancia entre surcos de 0.70 m y de 0.25 m entre plantas.

El trabajo fue conducido con normalidad, las labores culturales fueron realizadas oportunamente. Durante el trabajo no hubo ataque de plagas ni enfermedades, que pudieran afectar el normal desarrollo del cultivo.

Se realizaron muestreos destructivos semanales, que iniciaron a los 112 días después de la siembra que coincidió con la antesis femenina (etapa reproductiva R1). Se hizo un total de 8 muestreos. Cada muestreo consistió en cortar la totalidad de plantas presentes en 3 metros lineales de surco y replicadas 5 veces, haciendo un total de 15 m lineales muestreados semanalmente. De cada una de las repeticiones, se eligieron 3 plantas representativas, las cuales fueron separadas en sus componentes aéreos (hojas, tallo y mazorca).

Mediante el uso de un horno de desecación (a 105°C) se determinó el contenido de materia seca para cada uno de los componentes, los resultados promedio se expresan en gramos de materia seca por planta.

Resultados y discusión

Las curvas de crecimiento (figuras 1 y 2) elaboradas a partir de los datos obtenidos de los 8 muestreos destructivos realizados cada 7 días, muestran que a los 147 días (evaluación 6) después de la siembra, los tres componentes de la parte aérea se encuentran en punto de "equilibrio", es decir que a partir de ese momento ya no hay una acumulación significativa de biomasa en los tallos ni en las mazorcas, mas bien, se ve un decremento en la acumulación de materia seca en las hojas, que puede ser atribuida a la defoliación por efecto del envejecimiento de la planta.

La sexta evaluación, realizada a los 147 días después de la siembra, coincide con el fin del estado reproductivo R4 o estado pastoso del grano e inicio del estado reproductivo R5 o dentado, en la que los granos empiezan a secarse desde la parte superior (Cuadro 1).

En ese momento el contenido de materia seca total es de 35%, es decir que la planta alcanza un alto rendimiento de MS/ha. El contenido de grano es elevado (estado de masa o grano duro) y el contenido de humedad de planta es apropiado, las hojas por debajo de la mazorca comienzan a secar y las envolturas o brácteas se tornan amarillentas y el grano no se aplasta fácilmente, pero todavía se puede rayar o marcar con la uña.

Pigurina y Perez (1994) reportaron resultados similares a los obtenidos en el presente estudio, e indican que el contenido de humedad de la planta es adecuado cuando el porcentaje de materia seca esta entre 32 a 40% (Figura 3), permitiendo

una adecuada compactación. Por lo tanto la calidad de fermentación del forraje y su conservación son excelentes, y el consumo animal es alto.

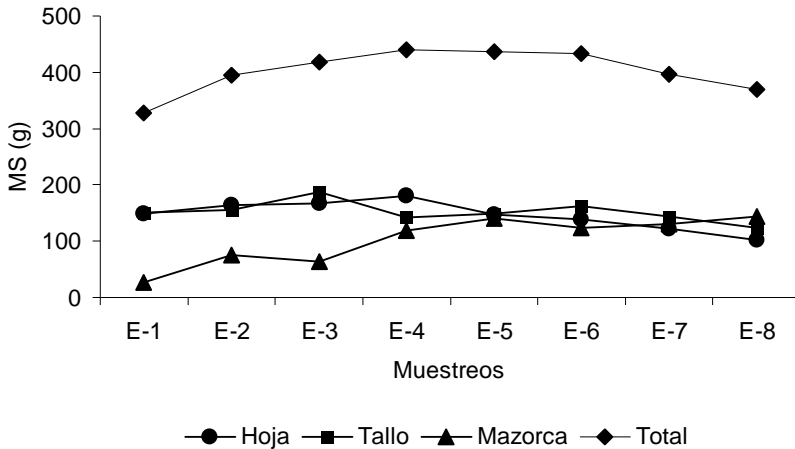


Figura 1. Curvas de crecimiento, por componentes, expresado en g de materia seca (MS).

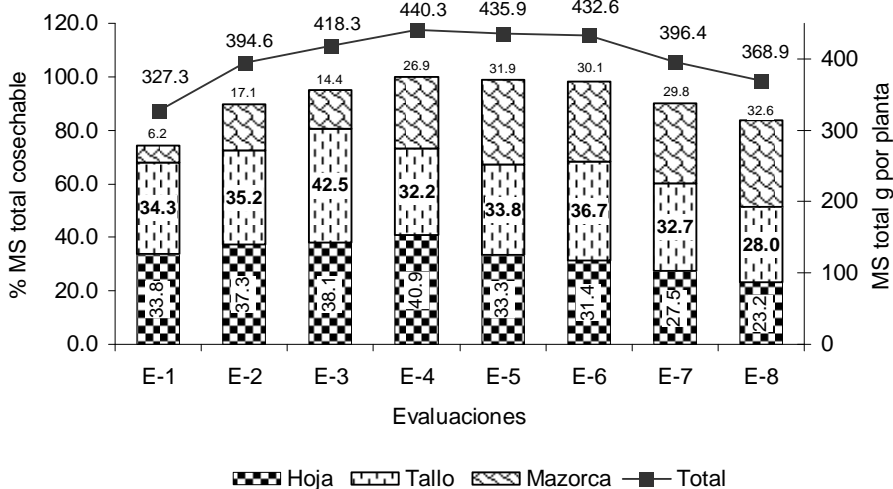


Figura 2. Cambios en el contenido de materia seca (MS), por componentes, en ocho evaluaciones realizadas

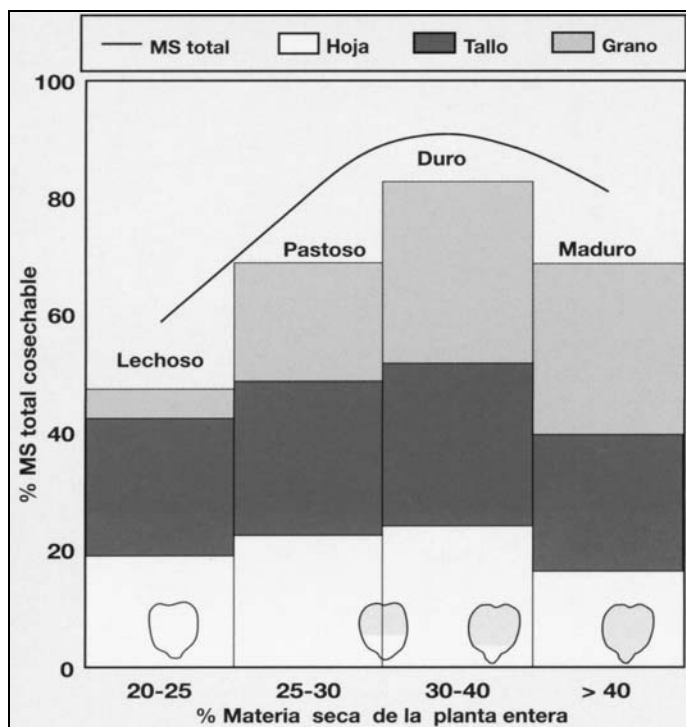


Figura 3. Cambios en rendimiento en los componentes de la materia seca total según el contenido de materia seca.

Un contenido más elevado en materia seca, conlleva una planta cada vez más seca, donde el incremento en el peso del grano se contrarresta con la senescencia de las partes vegetativas de la planta, por lo que la producción se estabiliza para luego empezar a disminuir. En cuanto a la calidad, es indudable que con la madurez disminuye la digestibilidad de la MS.

Conclusiones

- Se concluye que el momento oportuno de cosecha del maíz, para su conservación como ensilaje, coincide con el fin del estado reproductivo R4 o estado pastoso del grano e inicio del estado reproductivo R5 o dentado, en el caso del presente estudio el momento para la cosecha se alcanzó a los 147 días después de la siembra, en este momento los tres componen-

tes de la parte aérea (hojas tallos y mazorca) se encuentran en equilibrio y el contenido de materia seca total esta alrededor de 35%, es decir que la planta ha alcanzado un alto rendimiento de materia seca por unidad de superficie.

- El procedimiento permite determinar en forma precisa y práctica, el momento oportuno de cosecha del maíz para conservarlo como ensilaje. Este procedimiento debe ser considerado como un referente práctico, ya que pueden existir diferentes factores tipo biótico y abiótico, que influyen directamente en el número de días que transcurren desde la etapa reproductiva R1, hasta las etapas R4 y R5 o de cosecha del maíz para iniciar un proceso de conservación del forraje mediante el ensilaje.

Referencias citadas

Disponible en:
www.supernet.com.bo/cifumss

Acevedo, E. 2005. Fisiología del rendimiento de maíz. En línea. Consultado el 18 de junio de 2009. Disponible en: www.sap.uchile.cl

CIF. 2001. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". En línea. Consultado el 05 de agosto de 2008.

Pigurina, G., Pérez, E. 1994. Momento Oportuno de Cosecha de Maíz para Ensilar. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Boletín de Divulgación N° 43. Montevideo, Uruguay. 12 p.

Cuadro 1. Etapas de desarrollo de la planta de maíz.

Etapa	Descripción
VE	<i>Emergencia:</i> Absorción de agua por la semilla; elongación de la radícula; emergencia por elongación del mesocótilo que empuja al coleóptilo hacia la superficie del suelo.
V1	Cuatro hojas totalmente emergidas: 2 semanas después de la emergencia de la plántula.
V2	8 hojas totalmente emergidas, 4 semanas después de la emergencia de la planta. Este es un período de rápida formación de hojas; una deficiencia de nutrimentos en este estado reduce seriamente el crecimiento de las hojas, se presenta una alta demanda y se inicia una máxima utilización del nitrógeno.
V3	12 hojas totalmente emergidas, 6 semanas después de la emergencia de la planta.
V4	16 hojas totalmente emergidas, 8 semanas después de la emergencia de la planta. Esta etapa, especialmente las tres últimas semanas, es el período más expuesto para el desarrollo de la planta de maíz. Los elevados requerimientos de elementos nutritivos, agua y productos del metabolismo, hacen que en este período cualquier deficiencia o defecto del funcionamiento sean particularmente serios. Además, en este momento el daño causado al polen o la estructura de la mazorca tiende a ser de carácter permanente y con pocas probabilidades de recuperación, incluso en condiciones favorables. Este es el período en que las deficiencias de nutrimentos (especialmente de nitrógeno) o de agua, el daño causado por los insectos y la superpoblación, causan los mayores trastornos.
R1	<i>Estigmas:</i> Los estigmas crecen de 2.5 a 4.0 cm/día y continúan elongando hasta que son fertilizadas. La polinización ocurre en 2-3 días bajo condiciones óptimas; las glumas, lemna y palea rodean el óvulo que queda inserto en el marlo.

... cuadro 1, continuación ...

Etapa	Descripción
R2	<i>Ampollas:</i> (10 – 14 días después de R1) Los granos en R2 son blancos por fuera y parecen una ampolla. El endosperma tiene un líquido claro en su interior. El embrión ya está formado. Las sedas se ponen de color café.
R3	<i>Grano lechoso:</i> (18-22 días después de R1) El embrión crece rápidamente.
R4	<i>Grano pastoso:</i> (24 a 28 días después de R1) El embrión ocupa más de la mitad del grano. Justo antes de la R5 los granos comienzan a dentarse.
R5	<i>Dentado:</i> (35-42 días después de R1) Los granos están dentados. Los granos se secan desde la parte superior donde se forma la capa blanca de almidón.
R6	<i>Madurez fisiológica:</i> (55-65 días después de R1) Todos los granos han alcanzado su peso máximo.

Etapa: V= vegetativa; R= reproductiva

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Acevedo, E. 2005.

Caracterización de la producción lechera en el Municipio de Vinto

*Characterization of the dairy production
in the Municipality of Vinto*

Jilmar Alave ¹; Guido Ugarte ¹; Patricia Vásquez ¹;
Rodrigo Rodríguez ²; Ruddy Meneses ²

¹ Personal Técnico Proyecto "Lechería - Ovinos" (IC PROMIC - CIF);

² Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

E-mail de contacto: menesesruddy@yahoo.com

Resumen. Se evaluaron los factores de producción que limitan la rentabilidad de las unidades productivas lecheras en la zona de Machajmarca (Vinto), en el año 2007. Se estratificó las unidades de dos módulos lecheros, los cuales comprende a prácticamente todos los lecheros de la zona. De un total de 54 socios lecheros, la mayor proporción correspondió a unidades productivas pequeñas (64%), caracterizadas por: carencia de infraestructura básica, hatos lecheros reducidos (3 a 5 vacas en producción) y tenencia de tierra menor a una hectárea. El estrato de unidades productivas grandes alcanzó el 8% del total y el restante 28% a unidades productivas medianas. En una muestra de 3 unidades productivas por estrato (unidades grandes, medianas y pequeñas), se registró las condiciones productivas y los recursos físicos y financieros, para caracterizar las unidades y sobre esa base, determinar sus niveles de rentabilidad. La mayoría de los parámetros evaluados, salvo los índices zootécnicos, influyen de manera determinante sobre la rentabilidad de la actividad lechera en la zona, la cual requiere de muchas mejoras, tanto a nivel de capacidades como de inversión.

Palabras claves: Desarrollo Rural; Diagnóstico productivo; Rentabilidad

Abstract. In the year 2007, production factors limiting the profitability of dairy production units in the zone of Machajmarca (Vinto, Cochabamba) were evaluated. Units of two dairy modules were stratified which include, practically, all dairymen of the zone. From a total of 54 dairy partners, the largest percentage corresponded to small production units (64%), characterized by: lack of basic infrastructure, small dairy herds (3 to 5 cows in production) and land possession less than one hectare. The stratum of large production units reached the 8% of the total and the remaining 28% to medium production units. In a sample of 3 production units per stratum (large, medium and small units), the production conditions and the physical and financial resources were registered in order to characterize the units and, on that basis, to determine their profitability levels. Most of the parameters evaluated, except the animal husbandry indexes, have a significant influence on the profitability of the dairy activity in the zone, requiring many improvements in both, capacity and investment.

Keywords: Rural development; Productive diagnosis; Profitability

Introducción

Una actividad ganadera, sea en producción de leche, carne, lana, etc., es organi-

zada para conseguir un beneficio económico y social, existiendo razones diversas que llevan a los ganaderos a montar una explotación ganadera empresarial o

familiar. En nuestro medio, en los últimos años, la explotación lechera se ha incrementado en forma de explotaciones familiares y asociadas en zonas cercanas a núcleos urbanos.

Así, la explotación de ganado lechero en el Municipio de Vinto, ha llegado a constituir un logro en su evolución y una problemática con la que se encuentra el sector, como consecuencia de no considerar su actividad en el marco de lo que es una empresa y como tal ser tratada, considerada y en resumen ser gestionada, independientemente de su tamaño, sistema de explotación, organización, etc.

El presente trabajo formó parte de las actividades del Proyecto *Mejoramiento del Manejo Integral de la Producción Lechera en el Municipio de Vinto*, el mismo que se desarrolló en toda el área de acción del Proyecto de Intervenciones Complementarias del Programa de Manejo Integral de Cuencas (IC-PROMIC), con financiamiento del Gobierno de Bélgica (CTB) y ejecutado por el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS) en el periodo 2007-2009.

Los objetivos planteados fueron:

- Generar y analizar un marco de información sistematizada de las características socioeconómicas de las unidades productivas lecheras, para implementar políticas de mejoramiento de los ingresos económicos de los productores del Municipio de Vinto.
- Determinar que factores de producción afectan a la rentabilidad de la producción de leche, en Machajmarca (distrito 7), en los módulos de Cochaca y Machajmarca del Municipio de Vinto.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en las cuencas "La Llave" y "Huallaquea" situadas entre las coordenadas geográficas 17° 25' 45" y 17° 6' 30" de latitud sur y 66° 19' y 66° 25' 5" de longitud oeste, abarcando un área de 63.5 km², con una cota máxima de 3000 m y una cota mínima de 2670 m. La micro localización de la zona de producción lechera es la zona baja, caracterizada como valle húmedo, que se encuentra entre las altitudes de 2500 a 2770 msnm del Municipio de Vinto (PDM Vinto, 2007). Las características climáticas se pueden resumir bajo los siguientes dos puntos:

Temperatura. La temperatura promedio anual es de 17°C, con una variación de 14 a 19°C para la época seca (abril-octubre) y de 17 a 19°C para la época húmeda (noviembre-marzo). En esta zona se experimenta normalmente una biotemperatura que oscila entre 12 y 18°C, con una variación, entre el mes más cálido y el más frío, de no más de 5°C. Durante la época fría pueden producirse heladas por debajo del punto de congelación del agua (PDM Vinto, 2007).

Precipitación. Las precipitaciones anuales en Vinto, oscilan entre 400 a 900 mm. La mayoría de las lluvias ocurren entre enero y febrero con precipitaciones intensas de 900 mm. El presente estudio se llevó a cabo en la época de estiaje.

El trabajo se basó primeramente en una estratificación de las unidades productivas en base a un estudio previo a la investigación. En la caracterización se tomó en cuenta la tenencia de infraestructura, tierra, el volumen de producción y el número de vacas en producción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estratificación de productores lecheros de la zona baja de Vinto

Parámetros productivos	Estratos		
	Productor Grande (GP)	Productor Mediano (PM)	Productor Pequeño (PP)
Tenencia de tierra	Más de 3 ha	Entre 0.16 y 3 ha	Menos de 0.15 ha
Nro. de vacas en producción	11 a 30	6 a 10	1 a 5
Infraestructura básica	Cuenta con comedero, bebedero, establo y sala de ordeño	Cuenta con comedero y establo	Cuenta con comedero
Producción diaria de leche por unidad productiva (l/día)	Más de 40	Entre 20 y 40	Menos de 20

La recolección de los datos para la estratificación, se la realizó en base a una encuesta donde se tomó los parámetros que indican en el Cuadro 1, en el módulo de Machajmarca y en el módulo de Coachaca y a la totalidad de los socios, en cada uno de los módulos.

Metodología

Selección de las unidades productivas.

En las reuniones de los productores lecheros en los módulos de acopio de leche, en Machajmarca y Coachaca, se presentó la propuesta del presente trabajo de investigación. Posteriormente y en base a una lista con la nomina de la totalidad de los socios se establecieron contactos lográndose la colaboración y participación de la mayoría de los socios. De los datos obtenidos en la estratificación y la aceptación de los productores lecheros, se identificó a tres unidades productivas por estrato.

Formulación de la boleta de encuesta.

De acuerdo con los objetivos planteados, se procedió al diseño de la boleta de encuesta, tomando en cuenta las variables

indicadas en el Cuadro 2, agrupadas para efectos de sistematización, en tres grandes grupos. Para obtener toda esta información, se aplicó una boleta de encuesta a todos los productores de leche de la zona de trabajo, previa validación de la boleta en módulos lecheros, para complementar algunas variables. Esta validación también se la realizó con las asociaciones y profesionales con experiencia en el área lechera.

Cuadro 2. Agrupación de variables evaluadas en base a tres parámetros ligados a la actividad lechera.

Aspectos físicos
⇒ Tenencia de tierra.
⇒ Tenencia de ganado bovino.
Aspectos productivos
⇒ Índices zootécnicos.
⇒ Producción y conservación de forrajes.
Análisis económico financiero
⇒ Egresos a causa de la actividad lechera en cada unidad productiva.
⇒ Ingresos económicos por venta de ganado, productos agrícolas y otros ingresos extra prediales.

Diseño experimental. El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques Completos al Azar, donde el bloque fue el estrato o el tipo de productor (1: grande productor, 2: mediano productor y 3: pequeño productor); el factor B fueron las 3 unidades productivas por estrato, todo en términos de costos.

VARIABLES DE ESTUDIO. En base a la información lograda en base a encuestas y evaluaciones directas de campo, se valoraron las siguientes variables macro, ligadas a los factores productivos de la actividad lechera en la zona de Vinto:

- Costo del litro de leche.
- Nivel de rentabilidad.

Cabe aclarar que para ambas variables, se determinó la utilidad neta en cada uno de los estratos productivos definidos. Este parámetro se evaluó en un seguimiento rutinario programado que se efectuó en cada unidad productiva lechera, donde se registraron todos los datos fundamentales relacionados con el manejo económico, para que, con un análisis simple de ingresos vs. egresos, se determine la utilidad neta correspondiente.

Los costos de producción fueron considerados en tres grandes grupos:

- **Costos variables**, que dependen de los volúmenes de producción.
- **Costos fijos**, como ítems indispensables y básicos en la producción (agua, luz, transporte, entre otros.).
- **Costos de inversión.**¹

¹ Para el análisis de rentabilidad, no se consideró a los costos de inversión, debido a que sus beneficios se observan a largo plazo.

La determinación final de la utilidad neta al cabo de la recopilación y sistematización de información, se realizó en base a una matriz de datos, en la cual se introdujo la fórmula:

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Ventas totales} - \text{Costos totales}$$

Se entiende por ventas totales a todos los ingresos por venta de leche, estiércol, animales descartes, etc., siendo los costos totales, la sumatoria de los Costos Fijos (concentrados, forrajes, sales, drogas, etc.) más Costos Variables (agua, luz; transporte, etc.).

Determinación del costo de litro de leche. El costo de un litro de leche, se determinó en base a los datos de la matriz base de información recopilada, considerando los egresos totales (costos totales) con respecto a la producción de leche, en un determinado ciclo de lactancia. La fórmula aplicada para esta determinación, fue la siguiente:

$$\text{Costo por litro de leche} = \frac{\text{CT}}{\text{NVP} * \text{PPLH} * \text{CL}}$$

donde:

- CT: Costo total (egresos).
 NVP: Número de vacas en producción.
 PPLH: Promedio de producción de leche por hato.
 CL: Ciclo de lactancia.

Determinación del nivel de rentabilidad. Los niveles de rentabilidad se los evaluaron también en base a la matriz de datos anteriormente mencionada, teniendo como parámetro la venta de leche cruda a la PIL y parte de la producción destinada al autoconsumo, considerando la misma como venta directa al mercado. La fórmula básica empleada para determinar este parámetro fue la siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{PCP} - \text{CLL}}{\text{CLL}} * 100$$

donde:

PCP: Precio de compra que define la Planta Industrializadora de Leche PIL (se consideró precio de 1.80 Bs/litro que pagaba la PIL a julio a noviembre del año 2007).

CLL: Costo de litro de leche producida en condiciones promedio de granja, sin considerar costos de comercialización.

Resultados y discusión

La estratificación de las unidades productivas, en base al Cuadro 1 y habiendo encuestado a 55 socios activos de los módulos de Machajmarca y Coachaca mostró la siguiente distribución:

- Grandes Productores: 7%
- Medianos Productores: 29%
- Pequeños productores: 64%

El mayor porcentaje de pequeños productores, refleja a un grupo importante de unidades de sistemas de producción tradicional y familiar, con relación a los demás estratos de producción.

ASPECTOS FÍSICOS

Tenencia de tierra. En el área de trabajo, la disponibilidad de tierras de las unida-

des productivas lecheras, en base a las encuestas realizadas, mostró los siguientes valores promedio para los tres estratos considerados (Cuadro 3). El crecimiento desordenado de la ciudad de Cochabamba, contribuye a la dispersión de la ocupación rural, así, en los últimos 25 años, las tierras agrícolas disminuyeron en un 15% a 45% (Censo Ganadero, 2003), lo que muestra que existe una disminución de las tierras agrícolas como muestra el caso del estrato de los pequeños productores en Machajmarca.

Tenencia de ganado bovino. Según las características de la zona, las unidades productivas se ubican en sistemas de explotación intensiva y semintensiva en pequeña escala y de actividad familiar. Esta aseveración se basa en los datos del Cuadro 4 que muestra las tendencias y capacidades en cuanto al número de animales que se maneja por estrato en la zona.

Distribución de la raza lechera por estrato de producción. La raza es un factor determinante en la producción lechera debido a que existen razas especializadas en producción como son la Holstein, Jersey y las mestizas, cuya presencia incide significativamente en los ingresos de las unidades productivas. El Cuadro 5 muestra la proporción de cada una de las cuatro razas identificadas en los tres estratos definidos en Machajmarca.

Cuadro 3. Tenencia de tierra propia y alquilada en tres estratos de producción en Machajmarca (2007)

	Grandes Productores	Medianos Productores	Pequeños Productores
Área total propia (ha)	7.9	1.8	0.9
Área total pastura (ha)	3.0	0.8	0.3
Área alquilada (ha)	1.0	0.5	0.2

Cuadro 4. Composición promedio de las unidades productivas lecheras para tres estratos en la zona de Machajmarca (año 2007)

Tipo de animales	Grandes productores		Medianos productores		Pequeños productores	
	Nro.	UA	Nro.	UA	Nro.	UA
Vacas de producción	13	13.3	4	4.3	3	3
Vacas secas	4	4.3	2	2	1	1
Vaquillonas (2- 3 años)	4	3.5	2	1.6	1	1
Vaquillas (1- 2 años)	8	6	1	1	0	0
Terberos (3-5 meses)	3	0.8	1	0.3	2	0.6
Terteras (1-6 meses)	5	1.3	1	0.3	1	0.3
Terteras (6-8 meses)	6	3.6	-	-	-	-
Toros adultos	1	1.5	-	-	-	-
Descartes	2	1.5	1	1	-	-
Unidades Animales (UA)/familia		35.7		10.5		5.8

Cuadro 5. Composición porcentual de razas de bovinos para tres estratos en Machajmarca

Razas	Grandes Productores	Medianos Productores	Pequeños Productores	Promedio
Holstein (%)	46	0	0	15.3
Mestizo (%)	46	60	41	49.0
Jersey (%)	8	0	0	2.6
Criollo (%)	0	40	59	33.0
Total	100	100	100	

Se evidencia que las unidades productivas lecheras de Machajmarca, tienen ganado Holstein, Mestizo, Jersey y Criollo, en diferentes proporciones según el estrato y por ende capacidad financiera y de tenencia de tierras. En promedio existe mayor cantidad de raza mestiza llegando al 49% y 60% en el caso de los medianos productores, siendo esta proporción la más importante dentro la zona de Machajmarca.

Una notable diferencia se da en el estrato de los grandes productores, quienes tienen un promedio de 46% de la raza Hols-

tein, raza lechera por excelencia. Esto se explica ya que la mayor parte del ganado de los grandes productores esta registrada en ACRHOBOL, asociación que realiza la prestación de servicios de Inseminación Artificial.

La raza Jersey es la raza que presenta menor proporción y que solamente esta presente en el estrato de grandes productores, con la finalidad de incrementar el tenor graso de su producción. Esta es una de las razas menos difundidas en la zona de estudio.

ASPECTOS PRODUCTIVOS Y RE-PRODUCTIVOS EN LA ACTIVIDAD LECHERA EN MACHAJMARCA

Índices zootécnicos. Se evidencia que para la mayoría de los índices, se tiene valores adecuados para la zona de trabajo, salvo en cuanto a producción por animal por día y la proporción de días de vacías pos parto. A nivel local, según el Censo Ganadero del año 2003, para el **intervalo entre partos**, en la cuenca lechera de Cochabamba, se tiene 18 meses en promedio, en comparación con Machajmarca, donde la media de los tres estratos es de 14.2 meses, valor que esta dentro de los rangos esperados para nuestras condiciones.

Ramos *et al.* (2007), mencionan que el índice de **días abiertos pos parto** en los valles de Cochabamba, es de 96 días, lo que muestra que el dato de 82.6 días en promedio de las unidades productivas evaluadas, es muy similar pero que se encuentran fuera del rango aceptable que propone el instituto Babcock (1996) que es de 45 a 60 días, como valor óptimo, debiéndose esto en gran manera a que no se lleva un registro reproductivo preciso.

Si bien el porcentaje promedio de **abortos** en la zona de estudio es de 2.4%, mostrando rangos aceptables, debe tomarse en cuenta que hay valores altos para los grandes productores de 12.7% de abortos, situación que los productores atribuyen a problemas en su mayoría mecánicos (golpes y caídas).

El promedio de **producción lechera** en litros por día y por vaca en producción, para la zona, es de 8.3 l/día/vaca, valor relativamente menor al de 10 l/día/vaca que indica el Censo Ganadero (2003), siendo ambos valores menores al valor óptimo que propone el Instituto Babcock

(1996), con 15 a 20 l/día/vaca pero considerando solo la raza Holstein, esto explica las diferencias ya que las unidades productivas en Machajmarca en especial, y en condiciones del valle cochabambino en general, manejan diversas razas de vacas por lo cual no se puede generalizar este valor óptimo. A manera de comparación, Rojas (2004), presenta datos para una zona contrastante como es el altiplano de Bolivia, indicando promedios de 5.5 l/día/vaca, con extremos de 7.6 l/día/vaca en la provincia Avaroa y 4.2 l/día/vaca en la provincia T. Barrón, del departamento de Oruro.

Producción y conservación de forrajes.

De manera general, la producción de forraje cultivado en la zona es bastante escasa ya que la mayoría de las tierras no tienen acceso a riego, limitándose la producción forrajera a la cantidad de lluvia precipitada durante los meses de octubre a abril.

Los datos del Censo Ganadero (2003), en referencia a la superficie dedicada a la producción de forrajes indican: 0.43 ha para alfalfa; 0.11 ha para avena y 0.60 ha para maíz; datos muy similares a los obtenidos en la investigación, sin embargo, la mayor diferencia se da en el caso del maíz, con 3.2 ha en promedio para Machajmarca, siendo el estrato de los grandes productores los que tienen la mayor cantidad de tierra cultivada con esta especie (7 ha), la cual se la utiliza principalmente para su conservación como ensilaje.

Los valores de rendimiento de los cultivos, son muy variables, atribuyéndose estas variaciones, en muchos de los casos, a condiciones agroecológicas diferenciadas entre zonas como ser tipo de suelo, tipo de semilla, manejo en la siembra (mecánico o manual), etc. En el caso

de la alfalfa, que por cierto es la principal especie forrajera para condiciones del valle y altiplano, el rendimiento de casi 8 t de materia verde por hectárea por corte (equivalente a 1.6 t/ha/corte en materia seca), obtenido en la zona de estudio en el mes de julio (pleno invierno) es bastante satisfactorio, si se compara con valores reportados por el CIF, en condiciones experimentales, de una media de 2 a 3 t/ha en materia seca (CIF, 2006).

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Egresos anuales. Los grandes productores destinan el mayor porcentaje de gastos (63%), al componente de alimentación, al contrario de los estratos de medianos y pequeños productores, quienes destinan al ítem de mano de obra el mayor porcentaje de gasto, con un 56 y 79.5%, respectivamente, del total de los costos.

Ingresos anuales. Los ingresos registrados para tres componentes principales como son: la venta de ganado, venta de leche y otros ingresos (entendiéndose a éstos como todos los ingresos que están fuera de la actividad lechera, como ser prestación de servicios laborales, actividad agrícola y otros).

Los datos reportados a través de las encuestas, muestran una clara diferencia del ingreso por concepto de venta de leche en el estrato de grandes y medianos productores lecheros, a diferencia de los pequeños productores que presentan mayor porcentaje de ingresos por concepto de otras fuentes.

A manera de resumen, la Figura 1 muestra las tendencias referidas a los ingresos vs. egresos en cada uno de los estratos. La utilidad neta, llega a valores de 30,777; 13,102 y 9,416 Bs/año, para los estratos de grandes, medianos y pequeños productores, respectivamente.

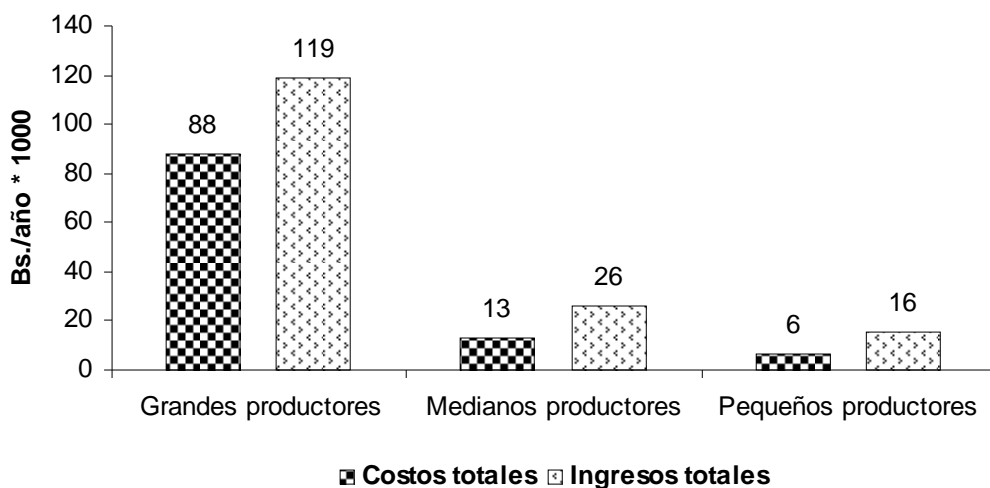


Figura 1. Diferencia entre los costos totales vs. ingresos totales en tres estratos de productores en el Machajmarca.

Determinación del costo por litro de leche y la rentabilidad por unidad productiva. El análisis de rentabilidad requiere para su cálculo, además de parámetros productivos, el costo por litro de leche (CCL) en granja.

En el Cuadro 6 se muestra los valores calculados para los niveles de rentabilidad y el costo unitario de leche para las tres unidades productivas evaluadas. En este cuadro se considera, también, todos los valores necesarios para aplicar las dos ecuaciones detalladas en la parte metodológica.

Rentabilidad. El análisis de varianza mostró que hay diferencias significativas en cuanto a los niveles de rentabilidad en los estratos de producción, con una probabilidad de 95% de seguridad, mostrando que los tres estratos de producción son diferentes estadísticamente, con relación al efecto fijo, que son las unidades productivas evaluadas dentro de cada estrato de producción, destacando que cada estrato de producción se caracteriza por tener factores productivos diferentes.

En términos estadísticos, vale señalar que esta variable sigue una distribución nor-

mal cumpliendo con las condiciones del modelo matemático. Por otra parte, la varianza de bloques fue menor a cero, hecho por el cual el modelo de bloques era ineficiente, de tal modo que se aplicó un Diseño Completamente Aleatorio.

Entre las medias obtenidas para la rentabilidad, a través de una prueba de "t", con un 95% de seguridad, el estrato de grandes productores es superior y estadísticamente diferente a los otros dos estratos, siendo iguales entre ellos.

Según el PROMIC (2007), el nivel de rentabilidad de la producción lechera en Vinto es de 32.8%. En comparación con los datos obtenidos en el presente estudio (28.5% para grandes, 12.5% para medianos y un 5.9% para pequeños productores), si bien estos son menores, se asume que valores de rentabilidad superiores al 10% son considerados como rentables, evidenciándose entonces que los estratos de grandes y medianos productores, perciben utilidades relativamente importantes, mientras que el estrato de pequeños productores se ve mayormente limitado.

Cuadro 6. Nivel de rentabilidad promedio y costo por litro de leche en granja, para tres estratos de productores en la zona de Machajmarca, Vinto (2007)

Concepto	Grandes productores	Medianos productores	Pequeños productores
Costos totales (Bs./año)	87,945	12,746	6,112
Precio que paga la PIL (Bs./litro de leche)	1.8	1.8	1.8
Número de vacas en producción	13.3	4	3
Duración del ciclo de lactancia (días)	287	281	287
Promedio para vacas en producción (l/día)	14.2	6.6	4.2
Costo de litro de leche (Bs./litro)	1.4	1.6	1.7
Rentabilidad (%)	28.5	12.5	5.9

Costo de litro de leche. El análisis de varianza mostró, con un 95% de confianza, diferencias estadísticas para el costo de litro de leche en los tres estratos de productores, indicando que por lo menos uno de los estratos de producción tiene un costo de litro de leche significativamente diferente al resto de los estratos.

Comparando los valores medios, el costo por litro de leche en el estrato de los grandes productores es significativamente distinto al costo de los medianos y pequeños productores, con un promedio de 1.4 Bs/litro. Entre los otros dos estratos, no hay diferencia significativa para esta variable (1.6 Bs/litro y 1.7 Bs/litro para los estratos de medianos y pequeños productores, respectivamente).

Conclusiones

- La tenencia de tierra es uno de los factores que afectan de manera directa a la actividad lechera de la zona. Vinto no cuenta con políticas de prevención para áreas agrícolas y la mancha urbana desplaza a las tierras productivas y fértiles de la zona.
- Los índices productivos muestran mayores valores en el estrato de grandes productores, los cuales, tienen en mayor proporción, ganado Holstein. En los estratos de medianos y pequeños productores, prevalecen las razas mestiza y criolla, que son menos productoras.
- Respecto a los egresos, la mayor incidencia sobre la rentabilidad es el costo de la mano de obra y la alimentación.

- La ausencia de infraestructura básica en los estratos de medianos y pequeños productores, afecta directamente sobre el manejo eficiente de los animales, lo que a su vez influye directamente en la producción y sanidad, provocando la suma de estas limitaciones, un efecto adverso y dañino sobre el factor medioambiental en la zona.

Referencias citadas

- Alave, J. 2008. Evaluación de factores de producción que afectan la rentabilidad de la lechería en el Municipio de Vinto. Tesis de Grado Ing. Agr. UMSS. Cochabamba, Bolivia. 74 p.
- Censo Ganadero. 2003. Primer censo ganadero de la cuenca lechera del departamento de Cochabamba. Plan de desarrollo estratégico de la cuenca lechera del departamento de Cochabamba, Bolivia. pp. 20-90.
- Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". 2006. Alfalfa para los valles y altiplano de Bolivia. Asdi/SAREC – UMSS – FCAyP. Serie: Boletines de Capacitación en Producción de Forrajes Nro. 2006/002. Cochabamba, Bolivia. 6 p.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal Vinto). 2007. Aspectos socioeconómicos de Vinto. Cochabamba, Bolivia. 80 p.
- PROMIC. 2007. Diagnóstico de línea base. Proyecto de Intervenciones Complementarias de Vinto. Cochabamba, Bolivia. pp. 50-70.

Evaluación de cultivares de soya (*Glycine max*) para producción de forraje en Aiquile y Tiquipaya, Cochabamba

*Evaluation of soybean cultivars (Glycine max)
for forage production in Aiquile and Tiquipaya, Cochabamba*

Hernán Campos; Ruddy Meneses

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E-mail de contacto: h_campos2003@yahoo.com

Resumen. Durante el ciclo agrícola 2002/2003, el CIF "La Violeta" realizó trabajos de investigación con soya (*Glycine max*), a fin de evaluar el potencial de esta especie como alternativa forrajera para la zona de valles. Se comparó el rendimiento productivo y características agronómicas de ocho cultivares de soya provenientes de la Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO). Se trabajó en las localidades de "Chingurí" (Aiquile) y "La Violeta" (Tiquipaya). Se hizo una sola evaluación de rendimiento cuando las plantas estaban entre los estados R2 y R3 (plena floración a comienzo de formación de vainas, respectivamente). Las tendencias productivas se mantuvieron similares, tanto a nivel de localidades como de variedades. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los ocho materiales evaluados, teniéndose, en promedio, rendimientos mayores a las 5 t/ha en materia seca. El análisis de tejido mostró que la soya, en términos de proteína, tiene cualidades y niveles comparables a los de la alfalfa. En términos económicos, la utilización de soya para producir forraje es una alternativa viable, principalmente por los bajos costos de semilla y las elevadas producciones de biomasa de esta especie.

Palabras claves: Alternativas forrajeras; Valor nutritivo; Producción de biomasa

Abstract. During the agricultural season 2002/2003, the Forage Research Center "La Violeta" carried out research works with soybean (*Glycine max*), to evaluate the potential of this specie as a forage alternative for the valley zones. It was compared the production yield and agriculture characteristics of eight soybean cultivars from the National Association of Oilseed and Wheat Producers (ANAPO). Technicians worked in the localities of "Chingurí" (Aiquile) and "La Violeta" (Tiquipaya). Only one yield evaluation was performed when plants were between the R2 and R3 states (full flowering at the beginning of pod formation, respectively). Production trends remained similar for both location and varieties level. Statistical analysis showed no significant differences among the eight materials evaluated obtaining yields higher to 5 t/ha dry matter. The tissue analysis showed that soybean, in terms of protein, has qualities and levels comparable to those of alfalfa. In economical terms, the use of soybean to produce forage is a viable alternative, mainly because to low seed costs and high biomass production of this species.

Keywords: Forage alternatives; Nutritive value; Biomass production

Introducción

El desarrollo de la actividad ganadera necesita no solo de mejoras que se reali-

zan en el área de mejoramiento genético o mejoras en los métodos de crianza, sino también es necesario el estudio e investigación en uno de los factores de mayor

importancia en la ganadería como es la producción de forraje, producción tanto en cantidad como calidad del mismo, que permita mejorar las condiciones de nutrición del ganado. La falta de forraje en cantidad suficiente, como la falta de superficie de tierra para su producción, y el elevado costo de las semillas forrajeras, hace necesario enfocar los esfuerzos en probar nuevas especies como una nueva alternativa para la producción de forraje, en este caso a partir de la soya (*Glycine max*).

Hoy en día, en Bolivia, la soya es uno de los cultivos industriales más importantes en la industria aceitera y sus derivados van a la cría de ganado lechero y en granjas avícolas en forma de subproductos, como son las tortas, harinas, etc. También es exportada en forma de grano y en forma de torta de soya, lo cual la convierte en un cultivo de gran demanda nacional e internacional. Así se hace igualmente atractivo, pero escasamente estudiado y valorado, el uso directo de su follaje para la alimentación del ganado.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el potencial de 8 cultivares de soya para la producción de forraje para la

zona de los valles del departamento de Cochabamba, Bolivia.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos localidades de Cochabamba: *el Fundo Universitario "La Violeta"* dependiente de la FCAP-FyV, a una altitud de 2680 msnm (CIF, 2001) y en la *Granja Chingurí*, de propiedad de Caritas - Aiquile, en la provincia Campero, a 230 km de la ciudad de Cochabamba a una altitud de 2135 msnm.

La siembra se realizó el 4 y 6 de diciembre de 2002 en "La Violeta" y Chingurí, respectivamente.

El germoplasma de soya empleado y procedencia se detalla en el Cuadro 1, la siembra se realizó a razón de 15 semillas/m lineal de surco (70 kg/ha), la distancia entre surcos fue de 0.50 m.

Se utilizó un diseño de bloques al azar, la variable experimental consideró al rendimiento en materia seca del follaje de soya. Cada tratamiento en ambas localidades fue repetido cuatro veces.

Cuadro 1. Germoplasma, genealogía y peso de 100 semillas de ocho variedades de soya evaluadas en biomasa, procedentes de ANAPO (2003)

Cultivar	Genealogía *	Peso de 100 granos
Uirapurú	BR83-9520-1(2) x FT-Estrella	13.56
Tucunaré	Sharkey x [Harwig x (BR87-5673 x FT-Estrella	16.33
Cristalina	Selección UFV-1	13.57
Sayubú	FT-12 x IAC-8	17.57
Conquista	Lo75-4484 x NUMBAIRA	16.96
Ceboí	DOKO x UFV10	15.22
L - 13	-	11.69
L - 14	-	11.40

* Fuente: ANAPO, 2003.

Para la evaluación de rendimiento, se tomó como parámetro la etapa de desarrollo R2 y R3 (plana floración y a comienzo de formación de vainas, respectivamente).

Se procedió al corte de tres surcos centrales de cada una de las UE, el total producido en los tres surcos fue pesado y se obtuvo una sub muestra de 200 g para la determinación de materia seca a 105°C.

Los datos se analizaron estadísticamente por separado para cada una de las localidades en estudio.

Resultados y discusión

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la producción de MS para los cultivares de soya en ninguna de las localidades de estudio (Cuadro 2). No obstante la producción de los cv. Conquista, Sayubú y Tucunare, fueron ligeramente superiores a los promedios de las dos localidades en estudio.

El Cuadro 3 muestra que la soya, en términos de proteína, tiene cualidades y niveles comparables a los de la alfalfa, que esta por demás decir que es un forraje con las mejores características nutricionales dentro el grupo de las leguminosas.

Cuadro 2. Rendimiento de MS (kg/ha) en ocho cultivares de soya para dos localidades en estudio

La Violeta		Chinguri	
Cultivar	Rendimiento soya kg MS/ha	Cultivar	Rendimiento soya kg MS/ha
Conquista	5920.0 a*	Sayubú	5818.0 a
Sayubú	5461.0 ab	Conquista	5519.0 ab
Tucunare	5199.0 ab	Uirapuru	5489.0 ab
Uirapuru	5166.8 ab	Tucunare	5368.7 ab
Cristalina	5093.0 ab	Cristalina	5114.2 ab
L - 14	4965.5 ab	Ceboi	5071.2 ab
L - 13	4963.5 ab	L - 14	5066.1 ab
Ceboi	4816.3 b	L - 13	4898.4 b
Promedio kg/ha	5198.1		5293.1

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (P<0.05), según la Prueba de Duncan.

Cuadro 3. Contenido de proteína bruta (%) de hojas y tallos para los cultivos de alfalfa y soya, sobre base seca

Alfalfa *		Soya **	
Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
24.0	10.7	25.1	9.0

* Fuente: Del Pozo, M. 1983.

** Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal (FCAyP) 2003.

En términos económicos, la utilización de soya para producir forraje es una alternativa viable dado sus bajos costos en semilla en comparación a otras leguminosas forrajeras anuales y las elevadas producciones de biomasa de esta especie (Cuadro 4).

En cuanto a consumo y palatabilidad, no hubo ningún rechazo a la biomasa de soya ofertada a ganado lechero estabulado.

Cuadro 4. Costos de semilla y rendimiento en materia seca de soya, en comparación con otras leguminosas forrajeras anuales

Leguminosa	Precio unitario de semilla (Bs/kg)	Densidad de siembra (kg/ha)	Costo de semilla por ha (Bs)	Rendimiento en MS kg/ha
Soya	3.2	70	224	5200
Arveja forrajera	11.0	45	495	7900 ⁽¹⁾
Veza común	30.0	20	600	9900 ⁽¹⁾
Veza peluda	30.0	25	750	960 ⁽¹⁾
Trébol alejandrino	32.0	25	800	8400 ⁽²⁾

Fuente: ⁽¹⁾ Meneses, 1999; ⁽²⁾ Chacón, *et al.*, 1980.

Conclusiones

- El valle de Cochabamba podría constituirse en una zona con gran potencial para la producción de soya para forraje, no solo por los buenos rendimientos obtenidos en términos de materia seca, sino por las excelentes características nutricionales y principalmente los bajos costos de producción, que podrían tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pequeños productores pecuarios, ya que el uso de esta alternativa forrajera puede reemplazar el uso de alimentos concentrados y de esta manera aumentar el nivel de ingresos.

Referencias citadas

Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO). 2003. Soya, guía de recomendaciones técnicas 2003/2004. Santa Cruz, Bolivia. 96 p.

Del Pozo, M. 1983. La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. 2da. edición Ed. Mundi - Prensa. Madrid, España. 380 p.

Meneses, R. 1999. Asociación de cereales menores con leguminosas y momentos de corte para la producción de forraje. **En:** Forrajes y Semillas Forrajeras. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". Vol. 10. Cochabamba, Bolivia. 80 p.

Chacón, J., Fuentes, G., Dubois, J. 1980. Comparación de siete procedencias de trébol de alejandría (*Trifolium alexandrinum*). **En:** Forrajes y Semillas Forrajeras. Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". Vol. 3. Cochabamba, Bolivia. 93 p.

Agradecimiento:

A la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO), en la persona del Ing. Agr. MSc. Marín Condori, por la entrega del germoplasma para la realización del presente trabajo.

Ubicación y datos climáticos y edáficos del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

Las oficinas y campos de investigación y producción del CIF se encuentran en el fundo universitario "La Violeta" (Tiquipaya, Quillacollo, Cochabamba), a 11 km de la ciudad capital, a 2614 msnm. Su ubicación geográfica es: 17°20'50" de latitud Sur y 66°13'54" de longitud Oeste (SENAMHI, s/f).

INFORMACIÓN CLIMÁTICA

Precipitación y temperatura. Las siguientes figuras detallan, respectivamente, la precipitación histórica (Figura 1), la variación interanual (Figura 2) y las temperaturas ambientales (figuras 3 y 4), registradas en la Estación Meteorológica del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", denominada "La Violeta", abarcando el periodo 1979 a 2010, con datos del SisMet – SENAMHI (2010) ¹.

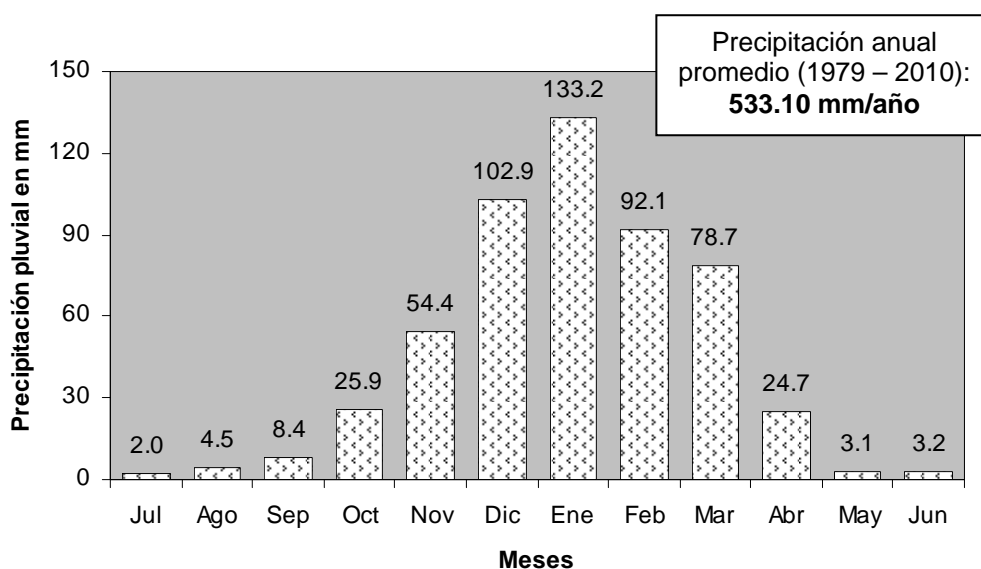


Figura 1. Precipitación (mm) registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979 -2010 - Promedio mensual histórico

¹ La información fue obtenida del Sistema de Procesamiento de Datos Meteorológicos SisMet (versión 2.1), desarrollado en el SENAMHI, por el Ing. Leo Erick Pereyra Rodríguez (leo@senamhi.gob.bo), a partir de datos originales registrados por el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta".

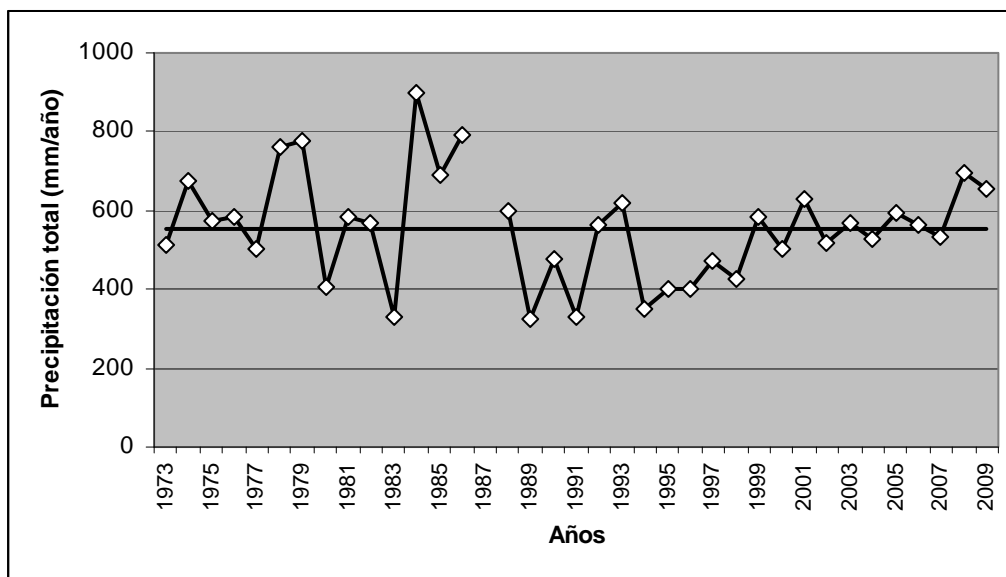


Figura 2. Variación interanual de la precipitación (mm) registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1973 -2009

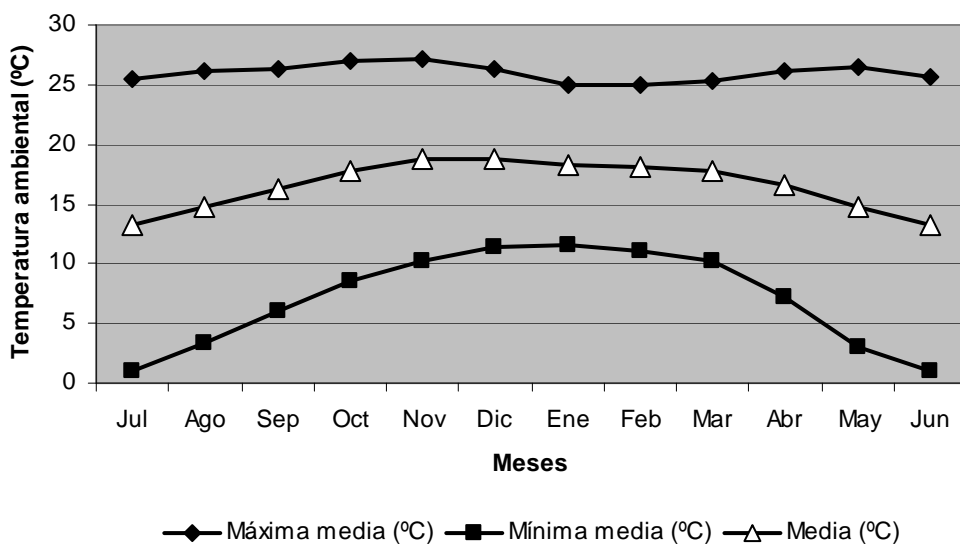


Figura 3. Temperatura (°C) registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979 -2010

Temperaturas medias (°C):
 Máxima: 26.0.
 Mínima: 7.1.
 Media: 16.5.

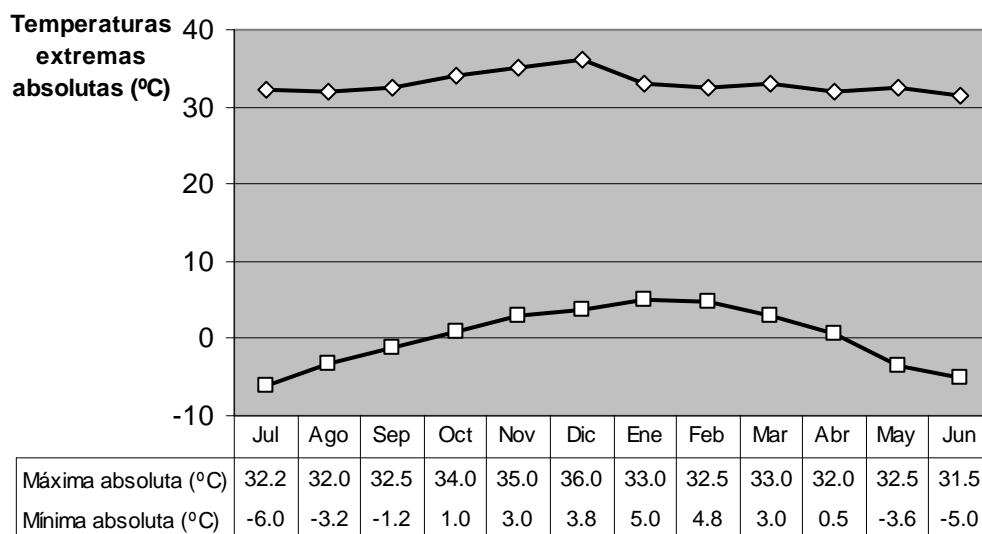


Figura 4. Temperatura (°C) extremas absolutas, registradas en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979 -2010

Evapotranspiración. La Figura 5, obtenida para los datos históricos del periodo 1979 – 2010, muestra el déficit de humedad para la mayor parte de los meses del año, teniendo un exceso de lluvia, solamente en el periodo diciembre a marzo.

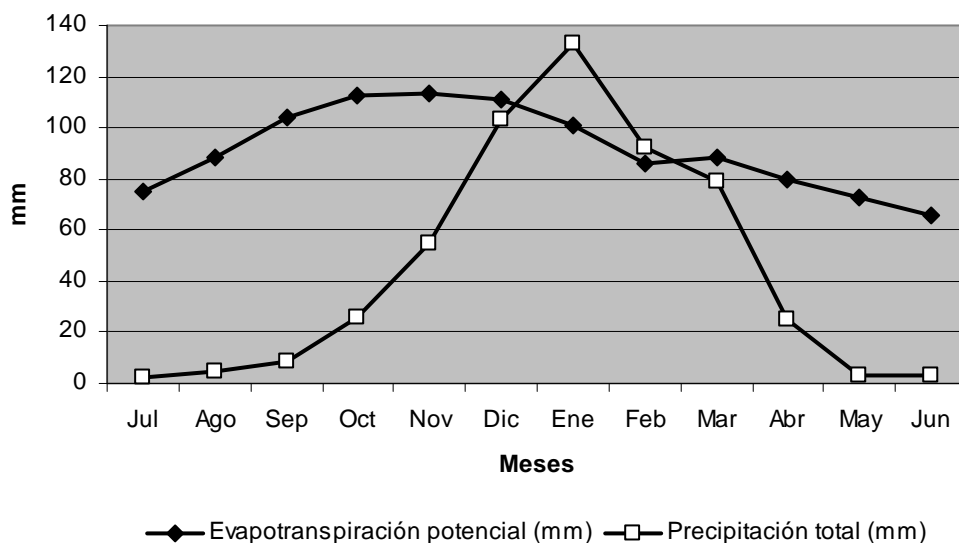


Figura 5. Diagrama agroclimático para la Estación "La Violeta", periodo 1979 -2010

Parámetros agroclimáticos prevalentes en "La Violeta", a partir de información climática histórica (1979-2010):

Inicio de la estación lluvias	16-Nov
Inicio del periodo húmedo	21-Dic
Final del periodo húmedo	26-Feb
Final de la estación lluviosa	05-Abr
Culminación de la estación de crecimiento	14-Abr
Duración de la estación de crecimiento	149 días

Velocidad y dirección media de los vientos. El siguiente cuadro muestra los valores para esta variable climática, registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979-2010.

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Dirección predominante	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Velocidad (km/h)	1.7	2.5	3.0	2.4	1.8	1.4	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8

Humedad relativa media. El siguiente cuadro muestra los valores para esta variable climática, registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979-2010.

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Humedad relativa media (%)	65.2	66.3	66.4	69.8	72.1	77.2	80.0	81.1	79.8	76.9	72.1	68.0

Frecuencia y probabilidad de heladas. Los siguientes dos cuadros muestran los valores para esta variable climática, registrada en la Estación "La Violeta", para el periodo 1979-2010.

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Frecuencia de heladas (días)	11.6	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	13.0

Probabilidad de heladas	Fechas		Periodo (Días)
	Inicial	Final	
Probabilidad del 20%	7-may	30-ago	115
Probabilidad del 40%	13-may	19-ago	98
Probabilidad del 60%	17-may	10-ago	85
Probabilidad del 80%	22-may	30-jul	69

INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA

A) INFORMACIÓN GENERAL

Fisiografía: Piedemonte con relieve suavemente inclinado a plano (2 a 5%).

Unidades taxonómicas: Entisoles: 19.0%.

Inceptisoles: 29.7%.

Alfisoles: 44.2%.

Fertilidad natural: Muy baja a moderada. Disponibilidad baja de nutrientes principales (N, P, K), secundarios y microelementos.

Suelos salino - sódicos: 62.25%.

Suelos sódicos: 34.75%.

Relación Ca/Mg: 1 a 2.

Si bien la proporción de suelos salino-sódicos es alta, en "La Violeta" se tiene una amplia gama de niveles de salinidad, el siguiente cuadro detalla esta variación, en base a un trabajo de Cáceres en el año 1997 sobre las áreas de cultivo del CIF en el Fundo Universitario "La Violeta".

Clase	Clase	Sup. (has)	%	Superficie (ha)	%
Suelos salino-sódicos	Ligeramente salino sódico	1.94	7.98	15.87	65.25
	Ligeramente salino moderadamente sódico	2.50	10.28		
	Moderadamente salino sódico	4.64	19.10		
	Moderadamente salino fuertemente sódico	4.85	19.91		
	Fuertemente salino sódico	1.94	7.98		
Suelos sódicos	Ligeramente sódicos	3.72	15.30	8.45	34.75
	Moderadamente sódicos	3.62	14.85		
	Fuertemente sódicos	1.12	4.60		
Total				24.32	100.00

Fuente: Cáceres, A. 1997. Estudio de caracterización y salinidad de suelos en el Fundo "La Violeta". Tesis Ing. Agr. FCAyP - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 117 p. + anexos s/p.

B) ANÁLISIS QUÍMICO Y FÍSICO REFERENCIAL

DATOS DEL AÑO 1997

⇒ Materia orgánica (%):	2.13	▶ Arena (%)	14.6
⇒ Nitrógeno (%):	0.11	▶ Limo (%)	65.7
⇒ Fósforo (ppm):	5.68	▶ Arcilla (%)	19.7
⇒ Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0.54	▶ Textura	<i>Franco limosa</i>
⇒ pH (1:2.5 H ₂ O):	8.53		

Calculado en base a promedios de Cáceres, A. 1997: Estudio de caracterización y salinidad de suelos en el Fundo "La Violeta". Tesis Ing. Agr. FCAyP - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 117 p. + anexos s/p.

DATOS DEL AÑO 1996

⇒ Materia orgánica (%):	1.80	▶ Arena (%)	12.0
⇒ Nitrógeno (%):	0.15	▶ Limo (%)	66.0
⇒ Fósforo (ppm):	4.20	▶ Arcilla (%)	22.0
⇒ Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0.53	▶ Textura	<i>Franco limosa</i>
⇒ pH (1:2.5 H ₂ O):	8.45		

Adaptado de: Coca, G. 1996. Inoculación y fertilización en el cultivo de alfalfa en el Valle de Cochabamba, Bolivia. Tesis Ing. Agr. FCAyP - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 78 p.; en base a análisis del Laboratorio de Suelos del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA, San Benito).

DATOS DEL AÑO 1981

⇒ Materia orgánica (%):	1.90	▶ Arena (%)	24.0
⇒ Nitrógeno (%):	0.095	▶ Limo (%)	51.2
⇒ Fósforo (ppm):	4.00	▶ Arcilla (%)	24.8
⇒ Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	--	▶ Textura	<i>Franco limosa</i>
⇒ pH (1:2.5 H ₂ O):	8.00		

Adaptado de: Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". 1985. Forrajes y Semillas Forrajeras. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. Vol. VI. 137 p.

ANEXO 2

Proyectos en actual vigencia en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la Zona Andina de Bolivia

Objetivo central: Conservar y manejar de manera sostenible la variabilidad genética de especies forrajeras nativas y cultivadas de la región andina de Bolivia.

Resultados esperados:

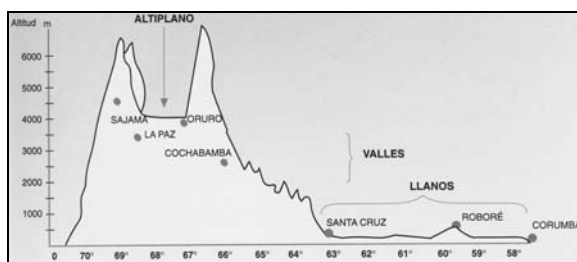


⇒ Germoplasma forrajero de alto valor y en peligro de erosión genética, recolectado, conservado y caracterizado.

⇒ Recursos humanos, técnicos y agricultores, capacitados en el manejo de recursos forrajeros nativos y/o naturalizados.

⇒ Labores de difusión y extensión social, desarrolladas en el área de acción del Proyecto.

Área geográfica de trabajo:



La zona de estudio abarca pisos altitudinales que van desde los 2000 a los 4500 msnm, en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Oruro, Potosí y La Paz.

Participantes:

- ♦ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (FCAPFyV / UMSS).
- ♦ Centro de Biodiversidad y Genética (FCyT - UMSS).
- ♦ Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM).
- ♦ Centro de Investigaciones y Servicios en Teledetección (CISTEL-FCAPFyV-UMSS).
- ♦ Laboratorio Biotecnología (FCAPFyV-UMSS).
- ♦ Centro de Semillas Forestales, Escuela de Ciencias Forestales (BASFOR/ESFOR – FCAPFyV-UMSS).



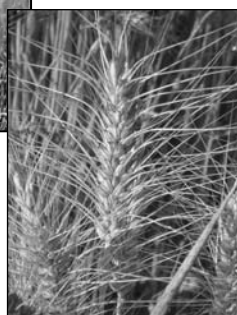
Comisión Universitaria para el Desarrollo (CUD)
Consejo Interuniversitario de la Comunidad Francesa de Bélgica - CIUF

Mejoramiento participativo de la productividad del Trigo Harinero y Trigo Duro en Cochabamba

Objetivo central: Incrementar la productividad y calidad del trigo en zonas productoras de Cochabamba, para mejorar las condiciones de vida de los agricultores y garantizar semilla de buena calidad al mercado nacional.



Resultados:



⇒ Se identificaron variedades locales, introducidas y líneas mejoradas de trigo harinero y trigo duro, con elevado potencial de rendimiento, bajo condiciones de cultivo de zonas productoras de Cochabamba.

⇒ Se identificó fuentes de resistencia genética a la roya (*Puccinia striiformis*) y a la septoria (*Septoria tritici*) del trigo.

⇒ Se realizó labores de extensión agrícola y publicación de material de difusión (folletos, afiches, artículos), desarrollados en el área de acción del Proyecto.

Área geográfica de trabajo:



La zona de estudio abarca pisos altitudinales que van desde los 2680 a los 2900 msnm, en el departamento de Cochabamba, realizando trabajos en los municipios de Tiquipaya, Tarata y Totora.



Participantes:

- ♦ Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (FCAPFyV / UMSS).
- ♦ Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT, México).
- ♦ Centro Internacional para la Investigación en Zonas Áridas (ICARDA, Siria).
- ♦ Programa de Mejoramiento Genético del Trigo (Universidad de Nebraska, USA).

ALFA III - ALAS

Objetivo general: Contribuir a la mejora y armonización en cursos y formación de posgrado, en el campo de la ciencia animal a nivel de maestría, en cuatro países latinoamericanos: Argentina, Bolivia, México y Perú, utilizando estándares reconocidos internacionalmente



Componentes del Proyecto:



1. Reforma de programas de maestría y desarrollo de tres nuevas currículas, una en México y dos en Bolivia.

2. Desarrollo de capacidades técnicas, combinando elementos de capacitación para dotar a docentes y personal administrativo, de conocimiento actualizado para la implementación de programas de maestría.



3. Implementación de nuevos métodos de enseñanza y desarrollo y oferta de nuevos cursos conjuntos.

4. Adquisición de equipos para fortalecimiento institucional, a fin de implementar nuevas tecnologías de comunicación, como apoyo para mejorar la actividad académica.

Acciones desarrolladas hasta el año 2010:

- Desarrollo y validación de malla curricular para una maestría en Ciencia Animal.
- Sondeo de mercados laborales.
- Compatibilización de objetivos de la malla curricular con las líneas de investigación facultativas.
- Capacitación en nuevas tecnologías de comunicación.

Participantes:

- ♦ AUSTRIA: BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Viena.
- ♦ ARGENTINA: UNCa - Universidad Nacional de Catamarca. INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- ♦ BOLIVIA: UMSA - Universidad Mayor de San Andrés.
UMSS - Universidad Mayor de San Simón.
- ♦ ESPAÑA: UPM - Universidad Politécnica de Madrid. UCO - Universidad de Córdoba.
- ♦ MÉXICO: URUZA - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Durango. UADY - Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- ♦ PERÚ: UNH - Universidad Nacional Huancavelica. UNALM - Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima.

ANEXO 3

Tesis de Grado ejecutadas con apoyo del CIF (2007 - 2010)

Fecha de defensa de la tesis	Nombre del autor(a) de la tesis	Nombre de los tribunales de la tesis	Título de la tesis	Unidad académica
08/12/06	Juan José Calisaya Vargas	Melicio Siles; Raúl Ríos; Franz Gutiérrez	Herencia de caracteres cuantitativos en arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	FACPFyV-UMSS
31/08/07	Ronald López Escalera	Claudia Rivas; Elizabeth Rico; Ruddy Meneses	Evaluación de avena y cebada en cultivos puros y asociados con <i>Vicia villosa</i> ssp. <i>dasycarpa</i> en cuatro comunidades del municipio de Tiraque	FACPFyV-UMSS
13/09/07	Henry Cabrera Machuca	Mario Huanca; Leonardo Zambrana; Ruddy Meneses	Evaluación técnica y económica de una picadora, desarrollada por CIFEMA para conservación de forraje en forma de ensilaje	FACPFyV-UMSS
11/12/07	Julio Cesar Bustamante Alavi	Juan Herbas; Jorge Delgadillo; Julio Villarroel	Evaluación de la calidad nutritiva de doce especies de pastos resistentes a la salinidad y sequía en función de su curva de acumulación de materia seca en La Tamborada	FACPFyV-UMSS
10/07/08	Jilmar Ademar Alave Sandy	Patricia Vásquez; Rodrigo Rodríguez; Guido Ugarte	Evaluación de factores de producción que afectan la rentabilidad de la lechería en el municipio de Vinto	FACPFyV-UMSS
26/09/08	Angel Cadima Sánchez	Franz Gutiérrez; Sandra Barriga; Jorge Gonzáles	Evaluación agronómica de líneas de triticale (X <i>Triticosecale</i> Wittmack) en producción de grano en los municipios de Tiraque y Totora del departamento de Cochabamba	FACPFyV-UMSS
20/11/08	Milton Villarroel Guzmán	Leonardo Zambrana; Ruddy Meneses; Porfirio Gamez	Evaluación técnica y económica de una enfardadora desarrollada por CIFEMA, en el procesamiento y conservación de forraje en forma de heno	FACPFyV-UMSS
16/12/08	Jorge Ledezma Cayo	Franz Gutiérrez; Jorge Delgadillo; Miguel Tórrez	Incremento de disponibilidad forrajera con establecimiento de claustrós de especies forrajeras mejoradas en contraste con la pradera nativa en tres comunidades de Morochata	FACPFyV-UMSS
12/05/09	Marisabel Parra Chileno	Melicio Siles; Raúl Ríos; Franz Gutiérrez	Evaluación para resistencia al desgrane en 132 accesiones de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani	FACPFyV-UMSS
25/05/09	Gastón Gabriel Melean Siles	Benigno Bascopé; Franz Gutiérrez; Juan Villarroel	Épocas de aplicación y dosis de herbicida glifosato para el control de malezas en el cultivo de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) en la producción de forrajes	FACPFyV-UMSS
17/12/09	Ariel Adolfo Ramos Martínez	Patricia Vásquez; Ruddy Meneses; Ubenses Daza	Cuantificación financiera y técnica de la implementación de infraestructura básica en unidades productivas lecheras en el municipio de Vinto	FACPFyV-UMSS
10/06/10	Orlando Angulo Bautista	Ruddy Meneses; Jorge Delgadillo; Nilo Achá	Incidencia de factores de manejo en la producción de forraje verde hidropónico	FACPFyV-UMSS
29/06/10	Candelaria Jaldín Jaldín	Raúl Navia; Iveth Paz; Gastón Joffre	Proceso de panificación a partir de la harina de marlo	FPVA-UMSS
15/07/10	Cecilia Sanabria	Gastón Joffre; Raúl Navia; Juan Gutiérrez	Establecimiento de una planta de elaboración de mermelada de tomate	FPVA-UMSS

Seguimiento productivo de variedades de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) en "La Violeta"

Nilo Achá; José Espinoza; Marco Humerez; Ruddy Meneses
Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"

INTRODUCCIÓN

En el *Programa Forrajes Pratenses*, del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", la especie forrajera de mayor relevancia es la alfalfa (*Medicago sativa* L.), considerada además como la más importante forrajera cultivada, para el Altiplano y Valles de Bolivia, tanto por la calidad del forraje producido, como también de la superficie cultivada con esta leguminosa forrajera.

El presente anexo, presenta información sobre los materiales que el CIF maneja en alfalfa, principalmente variedades introducidas al país, ecotipos recolectados en Bolivia y cultivares mejorados en el Centro, en términos de producción de forraje en base seca, en diferentes años y ensayos, ejecutados en los predios del fundo universitario "La Violeta".

Características generales de la alfalfa

Clasificación botánica

Familia: Leguminosae.

Sub familia: Papilionoideae.

Tribu: Trifolieae.

Género: *Medicago*.

Nro. de cromosomas: $2n = 16$ (formas silvestres); $2n = 32$ (formas cultivadas).

Tipo de polinización: Cruzada.

Recomendaciones generales de cultivo y manejo

- ▶ La alfalfa requiere 300 a 600 mm de lluvia al año, cuando más requiere humedad es para la siembra y en los primeros meses de establecimiento.
- ▶ En las condiciones de Bolivia, es una especie que se adapta entre los 1800 a más de 4000 msnm.
- ▶ No prospera en suelos mal drenados, tampoco en suelos ácidos con pH menor a 6.0. Suelos con pH menor a 5.5 no son apropiados para esta especie y no se recomienda su siembra.

- ▶ Debe sembrarse en terrenos bien preparados para facilitar la buena germinación y desarrollo. Antes de la siembra los terrenos deben limpiarse de malezas como el kiku-yo, la grama, meliloto, llantén y otras malezas.
- ▶ Para facilitar el riego y evitar la erosión es aconsejable, sembrar la alfalfa en eras realizadas de acuerdo a la pendiente y curvas de nivel.
- ▶ Cuando se la cultiva pura, se recomienda una densidad de siembra de 15 kg/ha para el altiplano y 25 kg/ha para los valles y sub trópico. Cuando se asocia con festuca, pasto ovillo o pasto llorón, se debe bajar la cantidad de semilla por unidad de superficie.
- ▶ Para su aprovechamiento es preferible el corte antes que el pastoreo. Para el corte se debe esperar el inicio de floración en los valles y/o el inicio del rebrote en el caso del altiplano.

Principales ventajas del cultivo

- Al ser una leguminosa, mejora las características químicas del suelo, mediante la *Fijación Biológica de Nitrógeno*, vía simbiosis con bacteria de *Rhizobium*.
- Airea al suelo y es un subsolador natural por el desarrollo de su raíz pivotante profunda.
- El forraje que produce es de alta calidad (proteína) digestibilidad.
- Por su condición de forraje pratense tiene la capacidad de rebrotar. En los valles rinde hasta 6 a 8 cortes por año; en el altiplano 2 a 3 cortes.

Producción de semilla de variedades de alfalfa en Bolivia

Actualmente, el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" trabaja con distintos materiales de esta especie, produciendo ***semilla básica***. A partir de esta categoría de semilla la Empresa de Semillas Forrajeras SEFO - SAM, produce ***semilla fiscalizada*** para el mercado local, regional, nacional e internacional. Se tiene las siguientes recomendaciones de variedades en función del lugar donde vayan a sembrarse:

La semilla básica de alfalfa es producida en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", en Cochabamba. Esta semilla es la utilizada para producir semilla comercial en Tarija, merced a la Empresa Universitaria de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM), trabajando con pequeños productores semilleristas de la zona de *San Juan del Oro*.

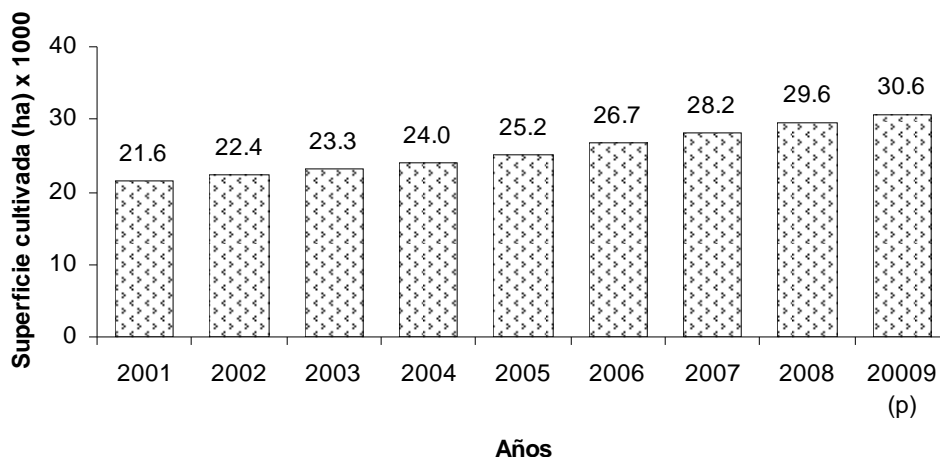
La semilla comercial es beneficiada por SEFO e ingresa a un proceso de fiscalización, por ahora realizado por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, a través de su Unidad Semillera.

Recomendación de variedades de alfalfa actualmente manejadas por el CIF y comercializadas en SEFO, para zonas agroecológicas del país (2010)

	Altiplano y zonas altas	Valles y sub trópico
UMSS 2001	X	X
BOLIVIA 2000	X	X
TAMBORADA		X
ALTIPLANO	X	
CIF - RANGER	X	
VALADOR	X	X
REPAAN	X	
CIF - GILBOA	X	X
MONARCA		X
CÓNDOR		X
AFRICANA		X
MOAPA	X	

Importancia del cultivo de alfalfa en Bolivia

La siguiente figura detalla la superficie cultivada de alfalfa en Bolivia, para la última década, a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística, disponibles en su página de internet. Estos valores son un reflejo de la importancia del cultivo en Bolivia, en especial en los departamentos de Cochabamba, Oruro, La Paz, Chuquisaca y Potosí, donde se halla la mayor concentración de alfalfa en producción, como apoyo al sustento de la ganadería de éstos departamentos.



Superficie cultivada de alfalfa en Bolivia, para los años 2000 a 2009 (hectáreas * 1000)

Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Estadística
(Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA 2008)

(p) preliminar

MEDIAS DE RENDIMIENTO DE FORRAJE, EN BASE SECA, PARA ENSAYOS DE VARIETADES DE ALFALFA EN "LA VIOLETA"

A manera de tener un seguimiento de los niveles productivos de materiales, que el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" maneja en alfalfa, se detalla información de ensayos cuyos resultados no han sido publicados en artículos técnicos ni trabajos de tesis o similares, en los últimos años.

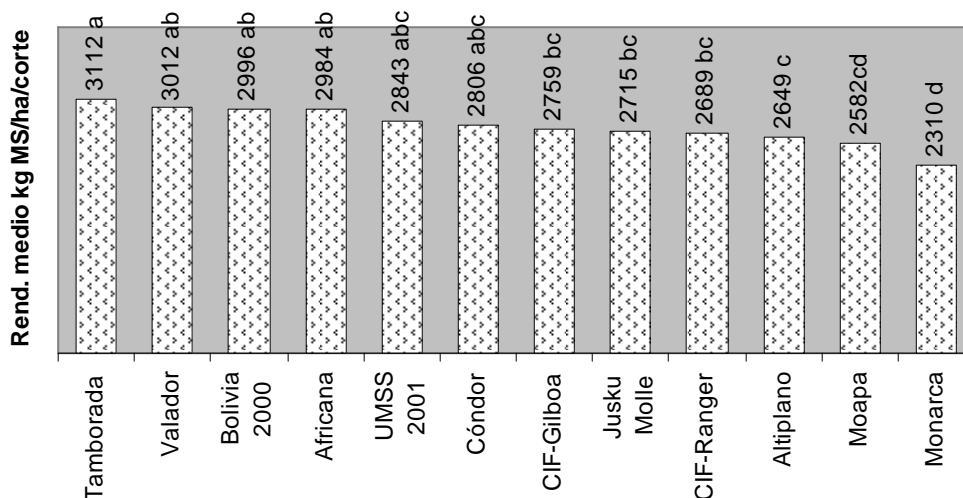
En todos los ensayos, se presenta una gráfica comparativa de los promedios del rendimiento de forraje, de las variedades de alfalfa consideradas. Las letras que siguen a cada valor medio, se refieren a la Prueba de Comparación de Medias de Duncan, donde valores seguidos por las mismas letras, no difieren de manera significativa al nivel de $p < 0.05$.

ENSAYO 1: Variedades comerciales

- **Fecha de siembra / Fecha conclusión:** 24 enero 2006 / Abril de 2010
- **Procedencia de las variedades:** SEFO, CIF, Mercado informal
- **Objetivo central del ensayo:**

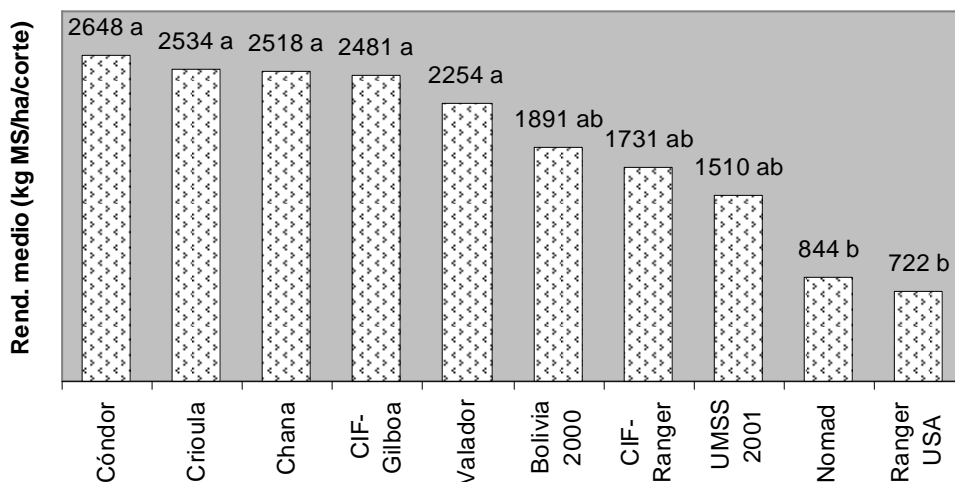
Evaluar comparativamente la producción forrajera de variedades comerciales, generadas por el CIF y comercializadas por SEFO. También para fines de transferencia ya que se comparó las variedades de CIF/SEFO con otras del mercado informal (la variedad Jusku Molle de los mercados de Punata).

- **Valores medios en producción de forraje (kg MS/corte/ha)**



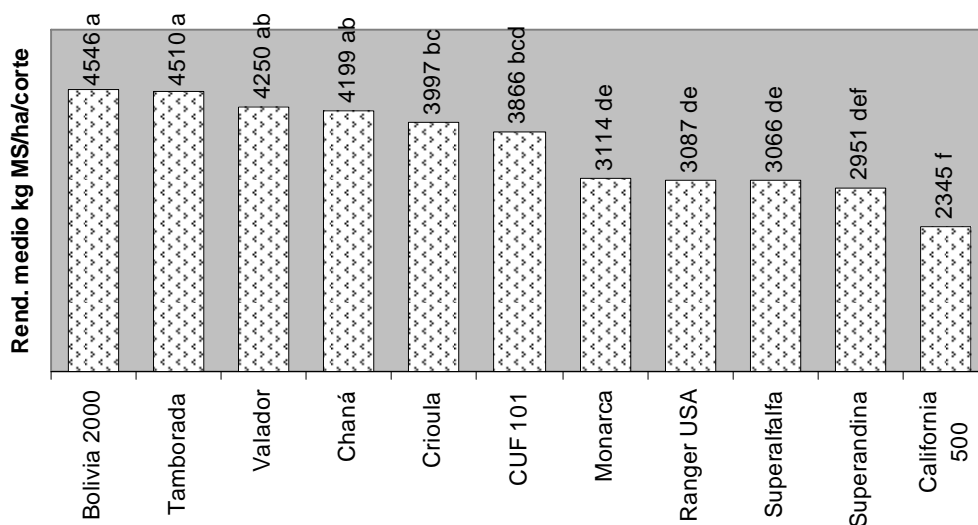
ENSAYO 2: Proyecto LESIS (FONTAGRO PPID 787 / 2005)

- **Fecha de siembra / Fecha conclusión:** 30 enero 2009 / Vigente
- **Procedencia de las variedades:** INIA Uruguay; CIF.
- **Objetivo central del ensayo:**
Evaluar variedades nuevas en el medio, procedentes del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Uruguay), en el Proyecto LESIS.
- **Valores medios en producción de forraje (kg MS/corte/ha)**



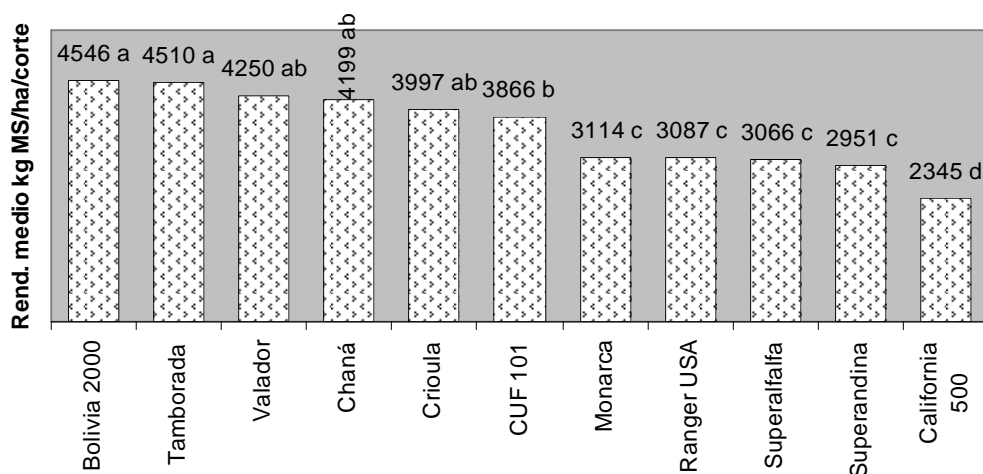
ENSAYO 3: Variedades introducidas de mercados regionales

- **Fecha de siembra / Fecha conclusión:** 25 enero 2007 / Abril de 2008
- **Procedencia de las variedades:** Argentina, Perú
- **Objetivo central del ensayo:**
Comparar nuevos materiales de mercados de la región.
- **Valores medios en producción de forraje (kg MS/corte/ha)**



ENSAYO 4: Variedades introducidas de Chile y Argentina

- **Fecha de siembra:** Enero de 2002
- **Fecha de conclusión:** Julio de 2005
- **Procedencia de las variedades:** Chile y Argentina.
- **Objetivo central del ensayo:**
Validar materiales introducidos de otros mercados
- **Valores medios en producción de forraje (kg MS/corte/ha)**



*La Violeta,
a 2614 msnm*

*Condoriri (CEAC-UTO)
a 3830 msnm*



Trabajo del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", con alfalfa, en condiciones de valle (arriba) y altiplano (derecha)

Siglas y abreviaciones empleadas en los artículos técnicos de esta publicación

Sigla Institucional	Nombre completo y referencia
ANAPO	Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo (Santa Cruz)
BASFOR	Centro de Semillas Forestales
ESFOR	Escuela de Ciencias Forestales
CATREN	Carrera de Recursos Naturales y Medio Ambiente (FCAPFyV-UMMS)
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia)
CIF	Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta"
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FCAPFyV	Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias
FCyT	Facultad de Ciencias y Tecnología
FPVA	Facultad Politécnica del Valle Alto
IC - PROMIC	Proyecto Intervenciones Complementarias del Programa Manejo Integral de Cuencas
ICARDA	<i>International Center for Agricultural Research in the Dry Areas</i>
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Uruguay)
MACA	Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
PIL	Planta Industrializadora de Leche
PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos
SEFO	Empresa de Semillas Forrajeras
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SisMet ®	Sistema de Procesamiento de Datos Meteorológicos
UMSS	Universidad Mayor de San Simón

Abreviaciones no convencionales	Significado
CANAPAS	Campos Naturales de Pastoreo
cv.	Cultivar
dds	Días después de la siembra
Ec.	Ecotipo
MS	Materia seca
MV	Materia verde
t MS/ha	Toneladas de materia seca por hectárea
UA	Unidad animal
UE	Unidad experimental

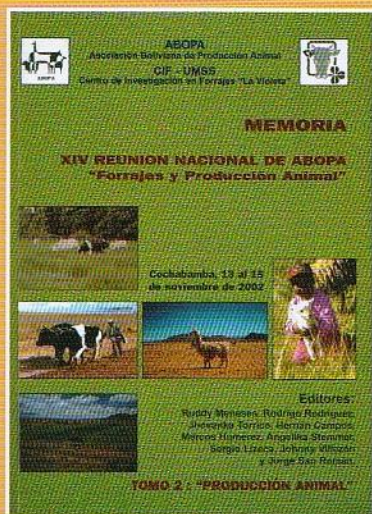
Abreviaciones convencionales	Significado
cm	Centímetro
h	Hora
ha	Hectárea
km	Kilómetro
m	Metro
m²	Metro cuadrado
min	Minuto
msnm	Metros sobre el nivel del mar
t	Tonelada
°C	Grados centígrados



El Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" y la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA)



El CIF "La Violeta", desde el año 2002, apoya a ABOPA mediante la recopilación, revisión, edición y publicación de Memorias de las Reuniones Nacionales que se realizan cada dos años en Bolivia. En esta línea de trabajo, hasta la fecha, el CIF ha editado cuatro Memorias, con un total de 425 trabajos en áreas de Forrajes y Ganadería.



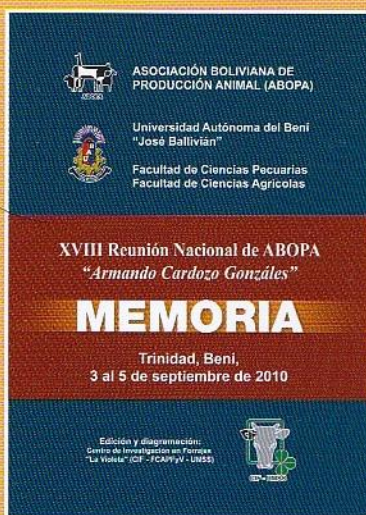
130 trabajos



115 trabajos



102 trabajos



78 trabajos

El Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" y la "Revista de Agricultura"

El Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta", conjuntamente el Instituto de Investigaciones de la FICAPyV y la Fundación PROINPA, coeditan la **Revista de Agricultura**, documento de difusión científica, que hasta agosto de 2010 lleva 47 números publicados. El CIF apoya a esta prestigiosa revista universitaria a partir del año 2005.

