

# Evaluación de coberturas vegetales para el control de la erosión y como cultivos trampa para nematodos que atacan al cultivo de papa

Noel Ortuño<sup>1</sup>; Eulogio Guarachi<sup>2</sup>; Ruddy Meneses<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fundación PROINPA; <sup>2</sup> Estudiante FCAyP-UMSS; <sup>3</sup> CIF "La Violeta" (FCAyP-UMSS)

E mail: n.ortuno@umss.edu.bo

**Resumen.** El cultivo de papa es de gran relevancia en zonas de valle y altiplano en Bolivia. En gran parte de estas zonas, las principales limitaciones son la erosión de suelos y la presencia de nematodos. El presente trabajo, desarrollado en una zona de valles interandinos de Cochabamba, evaluó varias leguminosas y gramíneas, con el fin de determinar su capacidad frente a la erosión bajo un manejo de rotación del cultivo de papa, y como cultivo trampa de nematodos. Las especies se compararon con tratamientos testigo, uno sin remoción de suelo (vegetación nativa) y otro sin cobertura (suelo desnudo). La erosión de suelos fue menor en la vegetación nativa (sin remoción) y con cultivo de veza dasycarpa. En cuanto a su comportamiento como cultivos trampa, el análisis estadístico para la tasa de multiplicación del nematodo, no demostró diferencias significativas entre las especies, destacan el triticale y la veza peluda porque permitieron la penetración de estados juveniles, detectándose 3 y 6 individuos/10 g de raíces, respectivamente, pero inhibieron la reproducción del nematodo. Se concluye que la veza dasycarpa (*Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*) se constituye en una alternativa para la conservación de suelos en zonas en ladera, ya que disminuye la erosión; por otra parte, la veza peluda (*Vicia villosa*) reduce la población de nematodos que atacan al cultivo de papa.

**Palabras clave:** *Vicia dasycarpa*, *Nacobbus aberrans*, *Globodera* sp.

**Summary: Evaluation of vegetations coverage for control of erosion and as trap crops for nematodes attacking potato crop.** The potato crop is of great relevance in valley and plateau zones in Bolivia. In many of these areas, the main constraints are the soil erosion and the presence of nematodes. The present work, developed in an area of inter - Andean valleys of Cochabamba, evaluated several legumes and grasses, in order to determine their capacity against erosion under potato crop rotation, and as a nematode trap crop. Species were compared with control treatments, one without soil removal (native vegetation) and the other without coverage (bare soil). Soil erosion was lower in the native vegetation (without removal) and with veza dasycarpa crop. As for its behavior as trap crops, the statistical analysis for the nematode multiplication rate did not show significant differences among the species, the triticale and the hairy veza stand out allowing the penetration of juvenile stages, detecting 3 and 6 individuals / 10 g of roots, respectively, but inhibited nematode reproduction. It is concluded that the veza dasycarpa (*Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*) is an alternative for the conservation of soils in hillside areas, since it reduces erosion. On the other hand, the hairy veza (*Vicia villosa*) reduces the population of nematodes attacking potato crop.

**Keywords:** *Vicia dasycarpa*, *Nacobbus aberrans*, *Globodera* sp.

## Introducción

Los valles interandinos de la región de Cochabamba, en Bolivia, están constituidos por laderas y valles a altitudes que varían entre 2.500 a 3.500 msnm. Esta zona se caracteriza, ante todo, por tener variedad de microclimas y áreas reducidas para la producción de cultivos, vinculados a un constante deterioro de la fertilidad del suelo por erosión e infestado por microorganismos existentes en éste.

La creciente demanda de tierras de cultivo, ocasiona que se habiliten nuevos terrenos cubiertos con vegetación nativa, en pendientes más pronunciadas, con la finalidad de alargar el periodo de las tierras de cultivo dejadas en barbecho o descanso para la recuperación de la fertilidad de los suelos. Como resultado de la depredación del ecosistema vegetal, se producen trastornos ecológicos como la erosión hídrica, eólica y en consecuencia una rápida degradación de los suelos (Motavalli *et al.*, 2013).

La erosión es la remoción y pérdida del suelo de su lugar de origen, y es ocasionada por la acción del agua, viento, temperatura, y agentes biológicos (Rosales *et al.*, 2008).

La erosión hídrica es aquella causada por la lluvia y se debe a la acción dispersiva y al poder de transporte del agua que cae sobre el suelo y escapa en forma de escurrimiento superficial (Hudson, 1982). Los factores que intervienen en la erosión hídrica son el clima, las características físicas del suelo, la topografía y la vegetación (Schwab *et al.*, 1992).

La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo (García, 2005). Los compo-

nentes aéreos, como las hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuara directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Oblitas, 2000).

Por otra parte, los nematodos fitoparásitos son organismos que se alimentan de los vegetales; ocasionan síntomas específicos en la parte aérea de la planta que pueden servir para la diagnosis, sin embargo los daños causados en las raíces, ocasionan alteraciones en su fisiología y síntomas similares a los provocados por deficiencia de agua o elementos minerales, y es el tipo más importante, siendo los más difíciles de controlar. Sin embargo, existen distintos métodos de control, como ser físicos, químicos, biológicos y culturales (Iporre, 1994; Ortuño *et al.*, 2004). En esta línea, Ortuño *et al.* (2004), mencionan que la rotación de cultivos es una táctica muy antigua y ampliamente utilizada.

Simplemente se refiere a la sucesión de cultivos conocidos como no hospedantes, es decir en los que no ocurre la multiplicación del nematodo y por tanto su densidad poblacional sufre una reducción o declinación natural muy similar a la que se observa en los campos sin cultivo. Sin embargo, esta rotación puede ser más efectiva si se incluyen cultivos no hospedantes, seleccionados, y que estimulen ya sea únicamente la eclosión de los nematodos o que aún cuando permitan la invasión a sus raíces, el ciclo de vida del nematodo sea interrumpido y no ocurra su multiplicación, es decir que posean el efecto de *cultivos trampa*.

En amplias zonas de producción agrícola en Bolivia, la papa es el cultivo de mayor importancia, por ser la base de la alimentación y de la economía de las familias campesinas. Sin embargo, debido a la existencia de nematodos en los suelos, hay una baja en la cosecha de este cultivo, lo cual causa pérdidas económicas directas por bajos rendimientos. Por eso fue importante determinar el comportamiento de diferentes coberturas vegetales sobre la erosión de los suelos, e identificar especies eficientes y de mejor comportamiento como *cultivos trampa* de nematodos de los suelos.

## Materiales y métodos

La investigación fue realizada en dos sitios de la comunidad de Chullchunqani, provincia Carrasco del departamento de Cochabamba.

El establecimiento del ensayo se realizó en parcelas de descanso, después de los cultivos de maíz y de trigo, con pendientes que oscilaban de 15% a 35%, los que se denominaron como *sitio 1* y *sitio 2*, respectivamente.

El diseño experimental utilizado en cada sitio fue de bloques completos al azar, con once tratamientos (especies), y dos repeticiones.

Las especies que se probaron fueron:

- T 1: *Vicia villosa* (veza peluda)
- T 2: *Vicia sativa* (veza común)
- T 3: *Vicia villosa* ssp. *dasycarpa* (veza dasicarpa)
- T 4: *Trifolium repens* (trébol blanco)
- T 5: *Trifolium pratense* (trébol rojo)

- T 6: *Pisum sativum* (arveja)
- T 7: *Avena sativa* (avena)
- T 8: *Hordeum vulgare* (cebada)
- T 9: X. *Triticosecale* W. (triticale)
- T 10: Testigo (*sin cobertura*) un año en descanso
- T 11: Testigo (*vegetación nativa*) tres años en descanso

La preparación del terreno, se realizó en forma tradicional, utilizando bueyes y arado de palo. La siembra fue realizada al voleo, según las características agronómicas de cada especie, y a densidades que se indican en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Densidades de siembra de nueve especies evaluadas

| Especies       | Densidad de siembra (kg/ha) |
|----------------|-----------------------------|
| Avena          | 80                          |
| Cebada         | 90                          |
| Triticale      | 90                          |
| Arveja         | 40                          |
| Trébol blanco  | 10                          |
| Trébol rojo    | 20                          |
| Veza peluda    | 10                          |
| Veza común     | 15                          |
| Veza dasicarpa | 10                          |

En la etapa inicial del ensayo, para evaluar la erosión del suelo, al pie de cada unidad experimental se instalaron canales de escorrentía de 20 cm de ancho por 4,80 m de largo, dejando 20 cm de bordura entre canales. Posteriormente, se colocaron cinco barras graduadas dentro de los canales, a 90 cm entre barras, para medir la altura del sedimento erosionado.

Para determinar el comportamiento agronómico de las especies, se consideraron variables de respuesta relacionadas con la cobertura vegetal, aspectos fenotípicos de las especies, y producción de biomasa.

Además, se determinaron variables nematológicas, en términos de población, así la población inicial (pi) y población final (pf) se determinó mediante bioensayos, al inicio y al final del ensayo.

La presencia de *Nacobbus aberrans* en las raíces de las especies, se evaluó por el método de macerado de raíces, a los 70 días después de la siembra, ambas variables se evaluaron en laboratorio.

La tasa de multiplicación (TM) de *Nacobbus aberrans* se determinó a partir de la relación:

$$TM = pf / pi$$

Las variables nematológicas se analizaron mediante la prueba de *Chi cuadrado* ( $\chi^2$ ).

Los datos observados de las variables de respuesta, previa verificación de los supuestos de distribución normal, se sometieron a un modelo estadístico y a un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de Duncan, para probar la significación de los efectos fijos y la estimación de los componentes de varianza.

El ANVA de las leguminosas y gramíneas, en el caso de variables fenotípicas y de rendimiento, se realizó en forma separada, debido a que estas son especies diferentes en cuanto a morfología y fisiología.

## Resultados y discusión

**Cobertura vegetal.** El ANVA para la cobertura vegetal, mostró diferencias significativas entre especies ( $P < 0.05$ ). Las especies veza dasicarpa y trébol rojo, desarrollaron la mayor cobertura, estadísticamente iguales a la vegetación nativa, pero significativamente superiores a las demás especies (Cuadro 2). Las especies de menor desarrollo foliar fueron las gramíneas (cebada y triticale), estadísticamente iguales entre sí.

En general, la veza dasicarpa, presentó mayor cobertura vegetal en la zona, debido a que las condiciones climáticas (temperatura, humedad y luz) son óptimas para el desarrollo vegetativo de la especie.

**Cuadro 2.** Medias estimadas de cobertura vegetal (%)

| Especies                         | Cobertura vegetal (%) |    |
|----------------------------------|-----------------------|----|
| Veza dasicarpa                   | 64,42                 | a  |
| Trébol rojo                      | 62,32                 | a  |
| Testigo ( <i>veget. nativa</i> ) | 61,50                 | a  |
| Avena                            | 41,00                 | b  |
| Veza común                       | 40,50                 | b  |
| Trébol blanco                    | 40,25                 | b  |
| Arveja                           | 39,50                 | b  |
| Veza peluda                      | 31,62                 | bc |
| Cebada                           | 24,12                 | c  |
| Triticale                        | 23,75                 | c  |
| Testigo ( <i>sin cobertura</i> ) | 4,25                  | d  |

( $P < 0.05$ )

**Erosión de suelo.** El ANVA para el control de erosión, mostró diferencias significativas entre especies ( $P < 0.05$ ). En promedio, la veza peluda y el testigo sin cobertura, permitieron los más altos índi-

ces de erosión, estadísticamente diferentes entre sí, con 1.72 y 3.03 t/ha, respectivamente, siendo estos valores significativamente superiores a los demás tratamientos. Por el contrario, la veza dasicarpa y la vegetación nativa, permitieron bajos índices de erosión, estadísticamente diferentes entre sí, con valores de 1.28 y 0.54 t/ha, respectivamente (Figura 1). En términos generales, analizando la erosión entre especies, la menor erosión, corresponde a la veza dasicarpa, debido a la elongación precoz de la planta, que permitió incrementar la cobertura del suelo, y por ende reducir la erosión. Sin embargo, comparada con el testigo “vegetación nativa”, ésta reportó menor erosión que la leguminosa, debido a que no se realizó labranza y por tanto no se alteró la estructura del suelo.

Se destaca en el Cuadro 2 y Figura 1, que la cobertura vegetal nativa (tratamiento 11) protege naturalmente al suelo, después de tres años en descanso, similar a la cobertura con leguminosas (veza dasicarpa), y no así, si el suelo está desprotegido como en el descanso de un año (tratamiento 10).

## LEGUMINOSAS

**Altura de planta.** El ANVA para esta variable, mostró diferencias significativas entre especies ( $P < 0.05$ ). La altura de plantas varió entre 91.2 y 12.41 cm. La especie arveja y veza dasicarpa, alcanzaron las mayores alturas, estadísticamente diferentes entre sí y superiores a las demás especies. Veza común y veza peluda desarrollaron alturas promedio, estadísticamente iguales entre sí al igual que con el trébol rojo y el trébol blanco, estas dos últimas especies de menor desarrollo en términos de altura de planta (Cuadro 3).

**Rendimiento en materia seca.** El ANVA para el rendimiento de materia seca, muestra que existieron diferencias significativas entre especies ( $P < 0.05$ ). En promedio, las especies arveja y veza dasicarpa tuvieron rendimientos estadísticamente iguales entre sí y significativamente superiores a las demás especies. Las especies de menor rendimiento fueron el trébol rojo y el trébol blanco, estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 4).

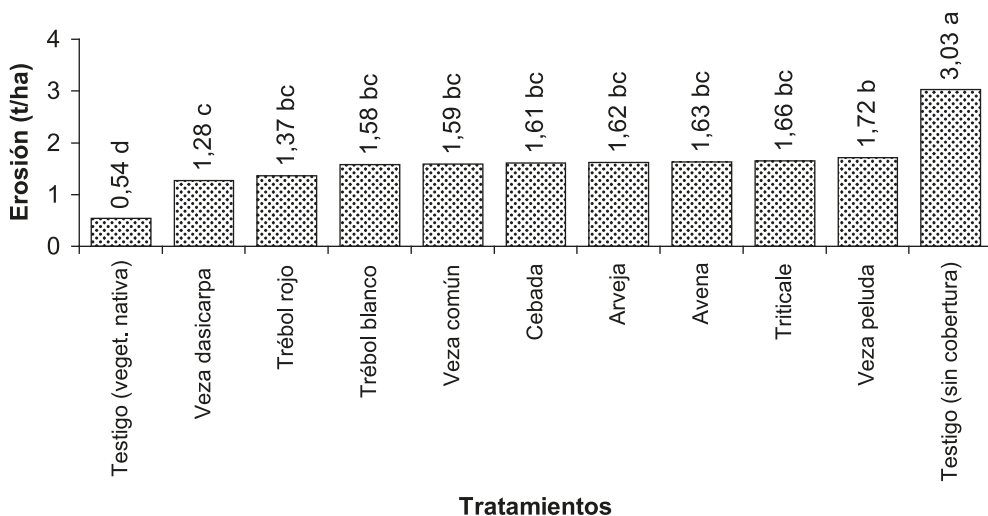


Figura 1. Medias estimadas de erosión (t/ha) para nueve tratamientos ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 3.** Medias estimadas de altura de planta (cm) de seis leguminosas

| Especies       | Altura de planta (cm) (p=0.05) |   |
|----------------|--------------------------------|---|
| Arveja         | 91,20                          | a |
| Veza dasicarpa | 62,87                          | b |
| Veza común     | 31,15                          | c |
| Veza peluda    | 27,70                          | c |
| Trébol rojo    | 22,45                          | c |
| Trébol blanco  | 12,41                          | c |

**Cuadro 4.** Rendimiento de materia seca (kg/ha) de seis leguminosas

| Especies       | Rend. MS (kg/ha) (p=0.05) |   |
|----------------|---------------------------|---|
| Arveja         | 4.940                     | a |
| Veza dasicarpa | 3.580                     | a |
| Veza común     | 2.895                     | b |
| Veza peluda    | 2.583                     | b |
| Trébol rojo    | 1.864                     | c |
| Trébol blanco  | 1.319                     | c |

En general, la alta variabilidad en rendimiento de biomasa, detectada entre especies, se debe al conjunto de materiales heterogéneos (diferentes especies) en términos de morfología y fisiología (precocidad).

## GRAMÍNEAS

**Altura de planta.** El ANVA para altura de planta no indicó diferencias significativas entre especies. La altura de planta promedio del triticale, avena y cebada fue de 116,93, 86,9 y 82,45 cm, respectivamente, siendo estos valores estadísticamente iguales entre sí.

**Rendimiento en materia seca.** El ANVA para el rendimiento en materia seca, no mostró diferencias significativas entre especies ( $P < 0.05$ ). Numéricamente, el triticale presenta buenas características forrajeras, bajo las condiciones climáticas de la zona. El rendimiento promedio de materia seca de los tres cereales, fue de 11.415, 9.597 y 7.703 kg/ha, para el triticale, avena y cebada, respectivamente.

## VARIABLES NEMATOLÓGICAS

Se presentan y discuten los resultados de la tasa de multiplicación y presencia total de estados juveniles de *Nacobbus aberrans* en las raíces de las especies, ya que estos son los parámetros para determinar si una especie es un *cultivo trampa*, los valores medios se presentan en el Cuadro 5.

El análisis estadístico para la tasa de multiplicación del nematodo, no demostró diferencias significativas. Sin embargo, las especies triticale y veza peluda, se comportaron como especies trampa porque permitieron la penetración de estados juveniles y se detectaron en un número de 3 y 6 individuos/10 g de raíces, respectivamente, inhibiendo la reproducción del nematodo (tasa de multiplicación = 0) como se muestra en el Cuadro 5.

Por eso a estas especies cultivables se las calificaría como cultivos trampa de *N. aberrans*, siendo los datos de la leguminosa, los primeros que se reportan para esta especie, como cultivo trampa de nematodos.

**Cuadro 5.** Tasa de multiplicación (TM) obtenida en bioensayos y estadios de desarrollo juveniles de *Nacobbus aberrans*, detectados en diez gramos de raíz, evaluados a nivel de laboratorio

| Tratamientos                | TM   | Estadios de desarrollo |    |    | Total |
|-----------------------------|------|------------------------|----|----|-------|
|                             |      | J2                     | J3 | J4 |       |
| Testigo (vegetación nativa) | 1.50 | 0                      | 1  | 0  | 1     |
| Testigo (sin cobertura)     | 0.92 | 0                      | 0  | 0  | 0     |
| Trébol blanco               | 0.50 | 0                      | 0  | 0  | 0     |
| Cebada                      | 0.14 | 0                      | 1  | 2  | 3     |
| Avena                       | 0.53 | 0                      | 0  | 1  | 1     |
| Veza común                  | 0.43 | 0                      | 2  | 4  | 6     |
| Arveja                      | 0.17 | 2                      | 0  | 8  | 10    |
| Trébol rojo                 | 0.05 | 0                      | 5  | 5  | 10    |
| Veza dasycarpa              | 0.75 | 0                      | 0  | 15 | 15    |
| Veza peluda                 | 0.00 | 1                      | 2  | 3  | 6     |
| Triticale                   | 0.00 | 0                      | 0  | 3  | 3     |

## Conclusiones

- La veza dasycarpa (*Vicia villosa* ssp. *dasycarpa*) disminuye la erosión de suelo, comportándose de similar manera que una cobertura nativa de dos años de descanso.
- La veza peluda (*Vicia villosa*) y el triticale se consideran “cultivos trampa” de *N. aberrans* siendo este el primer reporte de una leguminosas con esa característica.

## Referencias citadas

- García A. 2005. El suelo como hábitat. Biología del suelo. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica. *En línea*. Disponible en: <http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL6BiolSuelo.htm> Consultado en mayo de 2011
- Hudson N. 1982. Conservación del suelo. Ed. Reverte. Madrid, España. 98 p.
- Iporre A. 1994. Diseminación de *N. aberrans* por el empleo de estiércoles. Universidad Autónoma Tomás Frías. Potosí, Bolivia. 133 p.
- Motavalli P.; Aguilera J.; Blanco-Canqui H.; Valdivia C.; Seth A.; García M. 2013. Los suelos y el cambio climático: consecuencias y potencial de adaptación en el Altiplano andino. **En:** Cambio climático y adaptación en el altiplano boliviano. La Paz, Bolivia. pp. 99-122.
- Oblitas G. 2000. Efecto de sistemas de mínima y cero labranza en la conservación de suelo y agua en los cultivos de haba y arveja en la zona de Sacabamba. Tesis de grado. Ing. Agr. FCAPyF - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 90 p.

Ortuño N.; Franco J.; Main G.; Oros R.; Montecinos R. 2004. Desarrollo del manejo integrado del nematodo "rosario de la papa" *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 122 p.

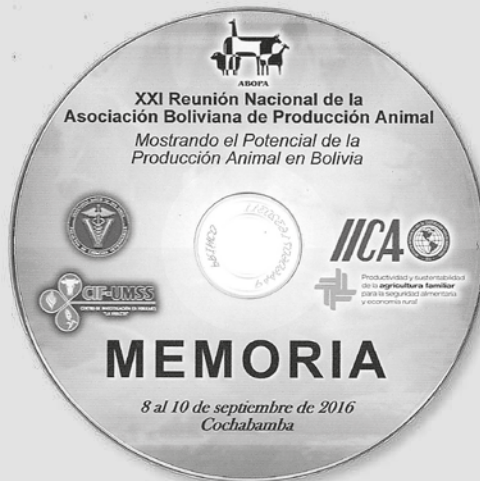
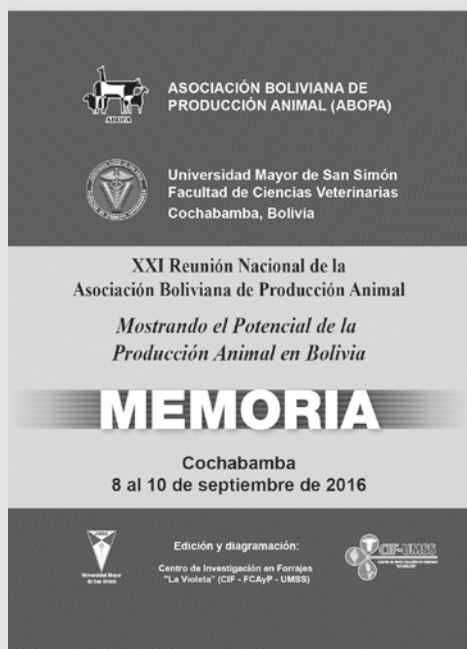
Plante A.; Eldor J.; Conant R. 2009. Does physical protection of Soil Organic Matter Attenuate Temperature Sensitivity. Volume 73: Number 4. 1168-1172.

Rosales F.; Pocasangre L.; Trejos J.; Serrano E.; Peña W. 2008. Guía de diagnóstico de la calidad y salud de suelos bananeros. Montpellier, Francia.

Schwab G.; Frevert R.; Edminster T.; Barnes K. 1992. Ingeniería de conservación de suelos y aguas. Ed. LIMUSA. México. 570 p.

*Trabajo recibido el 10 de junio de 2016 - Trabajo aceptado el 12 de julio de 2016*

## PUBLICACIÓN DESTACADA:



**Versión impresa y electrónica de la Memoria de la XXI Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA)**

69 trabajos en versión completa (428 páginas) en áreas de: Fisiología Animal / Inocuidad Alimentaria / Mejoramiento Genético / Nutrición Animal / Pastos y Forrajes / Producción Animal / Reproducción Animal / Sanidad Animal

**Editor:** Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF)

**Disponibilidad:** Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Mayor de San Simón y en el CIF "La Violeta"

**Solicitudes y mayor información:** [abopaXXI@yahoo.com](mailto:abopaXXI@yahoo.com)