

## Producción de forrajes en carpas solares <sup>1</sup>

Martínez, Z. <sup>2</sup>, Alzérreca, H. <sup>3</sup> y Huanca, P. <sup>4</sup>

### Resumen

Debido a los fenómenos climatológicos naturales de: sequía, granizo, heladas y anormal distribución de las lluvias, que tienen lugar con diferente intensidad en el altiplano no se puede garantizar un suministro constante de forraje durante todo el año. Este trabajo tiene el objetivo de demostrar la viabilidad técnica de la producción de forraje en carpas solares como una propuesta alternativa inicial para contrarrestar las limitaciones mencionadas. El trabajo se ejecuto en Kallutaca, ubicada a 17 km de la ciudad de El Alto, en el altiplano subhúmedo a 3890 msnm. La temperatura promedio es de 7 °C y la precipitación promedio anual de 500 mm. Se aplicaron 10 tratamientos seleccionando asociaciones forrajeras compatibles y cultivos puros, tomando como referencia densidades y especies probadas en cultivos no controlados comúnmente utilizados en la zona. Se encontraron diferencias altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre el grupo de mayores rendimientos que corresponden a los tratamientos 7 (*X. Phalaris*), 8 (trébol rojo), 9 (avena), 10 (*X Phalaris/Vicia villosa*), 3 (avena/*Vicia villosa*), 4 (trébol rojo/pasto oville) y 1 (trébol rojo/ray grass), respectivamente y el grupo de menores rendimientos, 2 (alfalfa/pasto oville), 5 (alfalfa/festuca alta), y 6 (alfalfa), respectivamente. Sin embargo, las diferencias son estrechas dentro de un rango general de 1.83 a 3.64 kg MS/m<sup>2</sup>. Los tratamientos 7 y el 10, que muestran los mayores rendimientos tienen al híbrido *X Phalaris* como componente, este pasto es agresivo y responde muy bien a suelos ácidos y fértiles, condiciones ideales que encontró en el invernadero. Por otra parte, una vez establecido por vía vegetativa inicia rápidamente la producción de fitomasa mostrando luego de los cortes una alta capacidad de rebrote. El período de corte con mayor rendimiento (10.1 kg MS/m<sup>2</sup>) se presentó entre los meses de septiembre y marzo, mas calientes y húmedos y los de menor rendimiento ocurren en meses más fríos y secos de abril a agosto. En conclusión, es técnicamente factible producir forraje en carpas solares con altos rendimientos (18.3 a 36.4 t MS/ha usando especies introducidas de buena calidad. Se detecta una época de rendimientos altos (septiembre a marzo) y de bajos (abril a agosto) como efecto mas de la temperatura que de la humedad. Se recomienda completar la tecnología de producción en carpas solares, evaluando la factibilidad económica de esta práctica y su utilidad para especialmente animales menores (conejos, cuyes y gallinas), fertilización, abonamiento, combinación de fertilización \* abono, frecuencia de corte y identificación de especies mas productivas en calidad y cantidad.

<sup>1</sup> Trabajo ejecutado con la cooperación de La REPAAN/CORDEPAZ/IBTA. Informe de la Red de Pastizales Andinos (REPAAN), 1995.

<sup>2</sup> Ing. Agr. Encargado de la Cabaña Kalluta-CORDEPAZ. Actualmente docente investigador, Facultad Agronomía, UMSA.

<sup>3</sup> Ing. Agr M.Sc. Ph.D. Coordinador de la Red de Pastizales Andinos (REPAAN), actualmente docente de la Universidad Católica Boliviana, Unidades Académicas Campesinas.

<sup>4</sup> Egr. Agr. ayudante de campo.

## Introducción

Desde el año de 1983, año de una severa sequía, la producción de forraje ha disminuido consistentemente en el Altiplano, con al consecuente disminución del número de cabezas de ganado. Excepto que debido a precipitaciones sobre el promedio histórico los años 1987 y 1991 promovieron altos rendimientos de forraje en praderas nativas, así se reporta rendimientos de entre 4 y 7 t/ha en materia verde para praderas nativas tipo Chilliwar (*Festuca dolichopylla*).

Debido a los fenómenos climatológicos naturales de: sequía, granizo, heladas y anormal distribución de las lluvias, fenómenos que tienen lugar con diferente intensidad en las diferentes regiones del altiplano, existe inseguridad en la obtención de los volúmenes esperados de forraje de especies cultivadas anuales y plurianuales. Por ejemplo, en el año 1992 la baja precipitación pluvial hubo apenas a 300 mm/año en relación a lo normal de entre 400 a 500 mm/año, resultó en bajos rendimientos de estos cultivos.

El año 1991 cayó una granizada localizada en la localidad de Kallutaca, afectando la producción de forraje en un 90%, incluyendo al forraje de pastos nativos, y a los pastos de las praderas reservadas y fertilizadas con la finalidad de producir semilla.

## Justificación

El clima del altiplano en general es muy cambiante entre años y dentro del año, especialmente estas últimas décadas, a tal extremo que no es posible garantizar la producción constante de pastos y forrajes introducidos. Esta situación nos obliga a buscar otras alternativas, como la producción en condiciones controladas, que nos permitan obtener cosechas garantizadas de pastos y forrajes durante todo el año.

Además de la inestabilidad climática, otros factores que afectan negativamente a la producción de forrajes introducidos de buena calidad y rendimiento son: la escasez de riego y baja calidad de suelos destinados a su cultivo. En estas condiciones buscar alternativas tecnológicas que garanticen una producción segura es importante si se quiere mantener una ganadería productiva. Se identifica como una de estas alternativas el cultivo de forrajes en carpas solares, tecnología que es utilizada exitosamente para producción de hortalizas y verduras en primavera y verano.

En este trabajo, se demuestra la viabilidad técnica de producir forraje en carpas solares, la que puede cumplir por su alta calidad y constante disponibilidad, aunque independientemente del costo y limitada área destinada a esta actividad, un rol estratégico para la alimentación de animales menores y como fuente de emergencia de Vitamina A durante la época de reproducción de ovejas.

Como objetivo del presente trabajo, se busca demostrar la viabilidad técnica de la producción de forraje en carpas solares.

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo se ejecutó en la Cabaña de Kallutaca (CORDEPAZ), ubicada a 17 km de la ciudad de El Alto, en el altiplano subhúmedo a 3890 msnm. La temperatura promedio es de 7 °C y la precipitación promedio anual de 500 mm.

### Tratamientos

Los siguientes 10 tratamientos fueron seleccionados y establecidos para este ensayo. Por una parte se establecieron asociaciones compatibles, con referencia a densidades y especies, probadas en cultivos no controlados y por otra parte cultivos puros con especies y densidades de siembra comúnmente utilizados en la zona.

**Cuadro 1.** Densidades de cultivos asociados y puros de 9 especies de forrajes en condiciones de carpas solares.

| No. y asociación                     | Densidad de siembra |                      |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|
|                                      | (kg /ha)            | g/3.5 m <sup>2</sup> |
| (1) Trébol rojo/Ray grass            | 15 + 10             | 4.5 + 3              |
| (2) Alfalfa/Pasto ovillo             | 25 + 10             | 6.0 + 3              |
| (3) Avena/ <i>Vicia villosa</i>      | 80 + 30             | 24.0 + 9             |
| (4) Trébol rojo/Pasto ovillo         | 15 + 10             | 4.5 + 3              |
| (5) Alfalfa/Festuca alta             | 20 + 10             | 6.0 + 3              |
| (6) Alfa                             | 25                  | 7.5                  |
| (7) X <i>Phalaris</i>                | 20 cm p/p           |                      |
| (8) Trébol rojo                      | 20                  | 6.0                  |
| (9) Avena                            | 80                  | 30                   |
| (10) X <i>Phalaris/Vicia villosa</i> | 20 cm p/p-30        |                      |

p/p = Distancia entre plantas; X *Phalaris* = híbrido de *Phalaris tuberosa* y *P. canariensis*.

Tamaño de la parcela: 2.70 m x 1.5 m = 3.05 m<sup>2</sup>.

Distancia entre plantas = 0.085 m.

Tamaño del invernadero: 24 m x 6 m = 144 m<sup>2</sup>.

Fecha de siembra del ensayo: 12 de enero de 1991.

### Diseño experimental

El diseño utilizado en esta investigación exploratoria fue el de bloques completamente al azar con 3 repeticiones en arreglo jerárquico (anidado), por que las cosechas de cada cultivo forrajero se realizaron en la misma fecha, pero dentro de cada bloque.

$$Y(m)ijk = \mu + \lambda_i + \alpha_j(i) + \beta_k + \varepsilon(m)ijk$$

donde:

- $Y(m)_{ijk}$  = Una observación cualquiera.  
 $\mu$  = Media del experimento.  
 $\lambda_i$  = Mide el efecto del rendimiento de materia seca entre especies forrajeras ( $i = 10: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  y  $10$ ).  
 $\alpha_j(i)$  = Mide el efecto de los rendimientos de materia seca obtenidos en diferentes fechas dentro de cada cultivos forrajero ( $j = 6: A, B, C, D, E, F$  y  $G$ ).  
 $\beta_k$  = Mide el efecto de bloque o repeticiones ( $k = 3: 1, 2$  y  $3$ ).  
 $\varepsilon(m)_{ij}$  = Error experimental.

El periodo del ensayo abarcó 359 días continuos entre marzo y enero de los años 1991/92. Los resultados se reportan en kg/m<sup>2</sup> de materia seca.

## Resultados y discusión

En el cuadro 2 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

**Cuadro 2.** Rendimiento de forraje por corte y acumulado en kg MS/m<sup>2</sup> para un periodo de 359 días.

| Tratamiento                        | Cód. | Fechas de corte |              |               |                |                |              |              |
|------------------------------------|------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|                                    |      | A               | B            | C             | D              | E              | F            | Y            |
|                                    |      | 23/3            | 29/5         | 28/8          | 24/10          | 27/11          | 6/1          | Total        |
| Trébol rojo/<br>ray grass          | 1    | 0.62a           | 0.44a        | 0.44a         | 0.47a          | 0.49a          | 0.42a        | 2.88a        |
| Alfa/pasto ovillo                  | 2    | 0.32a           | 0.26a        | 0.35a         | 0.56a          | 0.35a          | 0.30a        | 2.14b        |
| Avena/<br><i>Vicia villosa</i>     | 3    | 1.09a           | 0.24c        | 0.48b         | 0.44b          | 0.07d          | 0.09d        | 2.41a        |
| Trébol rojo/<br>pasto ovillo       | 4    | 0.70a           | 0.33a        | 0.31c         | 0.61c          | 0.52b          | 0.42b        | 2.89a        |
| Alfa/Festuca alta                  | 5    | 0.32a           | 0.21a        | 0.33a         | 0.50a          | 0.42a          | 0.28a        | 2.06b        |
| Alfalfa                            | 6    | 0.35a           | 0.14a        | 0.29a         | 0.29a          | 0.38a          | 0.37a        | 1.82b        |
| <i>X Phalaris</i>                  | 7    | 1.61a           | 0.31b        | 0.27b         | 0.42b          | 0.33b          | 0.41b        | <b>3.35a</b> |
| Trébol rojo                        | 8    | 0.32a           | 0.29b        | 0.26b         | 0.56a          | 0.57a          | 0.58a        | 2.58a        |
| Avena                              | 9    | 1.20a           | 0.26b        | 0.24b         | 0.37b          | 0.23b          | 0.30b        | 2.60a        |
| <i>X. Phalaris/<br/>V. villosa</i> | 10   | 1.19a           | 0.05f        | 0.56d         | 0.95b          | 0.21a          | 0.70c        | <b>3.66a</b> |
| <b>Promedio</b>                    |      | <b>0.772</b>    | <b>0.253</b> | <b>0.353</b>  | <b>0.517</b>   | <b>0.357</b>   | <b>0.387</b> | <b>2.639</b> |
| <b>Periodos/días</b>               |      | <b>70</b>       | <b>67</b>    | <b>91</b>     | <b>57</b>      | <b>34</b>      | <b>40</b>    | <b>359</b>   |
| <b>Mes</b>                         |      | <b>Marzo</b>    | <b>Mayo</b>  | <b>Agosto</b> | <b>Octubre</b> | <b>Noviem.</b> | <b>Enero</b> |              |

Cod. = Código; Fechas de corte = A, B, C, D, E, F, G; Y = Rendimientos acumulados de los cultivos forrajeros.

Se observa diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre el grupo de mayores rendimientos que corresponden a los tratamientos 7, 8, 9, 10, 3, 4 y 1, respectivamente y el grupo de menores rendimientos, tratamientos 2, 5, y 6, respectivamente. Sin embargo las diferencias son estrechas dentro de un rango general de 1.83 a 3.64 kg MS/m<sup>2</sup>. Se explica esta situación por que las diferencias interespecíficas en potencial de producción entre de plantas forrajeras usadas de

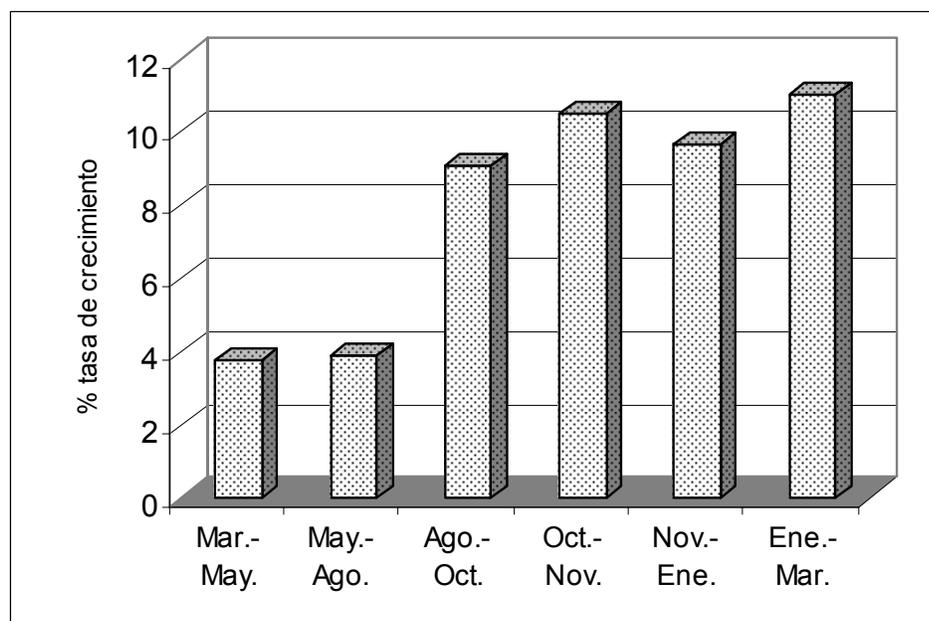
alguna manera son encubiertas por las condiciones artificiales de su cultivo, asumiendo lo indicado se comparan los rendimientos acumulados para diferentes especies y asociaciones.

Se informa también de rendimientos de 3.1 kg MS/m<sup>2</sup> contra 1.83 kg MS/m<sup>2</sup> en este ensayo para alfa y 3.8 kg MS/m<sup>2</sup> para avena contra 3.64 kg MS/m<sup>2</sup> en este ensayo, en 6 cortes en carpas solares solo con abonamiento con estiércol fresco y orina de cerdo en la zona de San Andrés de Machaca (Proyecto Satawi, 1987).

Los dos tratamientos que muestran los mayores rendimientos, el 7 y el 10, tienen al híbrido *X Phalaris* como componente, este pasto es agresivo, y responde muy bien a suelos ácidos y fértiles, condiciones ideales que encontró en el invernadero. Por otra parte, una vez establecido por vía vegetativa inicia rápidamente la producción de fitomasa mostrando luego de los cortes una alta capacidad de rebrote.

Por otra parte, se detecta diferencias en rendimiento entre épocas de corte, estos períodos se establecieron en base al estadio del inicio de floración de la alfa, lo que permitió 6 cosechas al año. El período de corte con mayor rendimiento se presentó entre los meses de septiembre y marzo que corresponden a los de incremento en temperatura entre septiembre y noviembre, y de temperatura y humedad, entre diciembre y marzo. Al contrario los menores rendimientos ocurren en el período de abril a agosto que corresponden a los meses más fríos y secos. El rendimiento en el primer período es de 10.1 kg MS/m<sup>2</sup> y en el segundo es de 3.8 kg MS/m<sup>2</sup>.

Los mayores rendimientos por corte en el 90% de los casos se presenta en el período correspondiente entre el 6 de enero y 23 el de marzo (70 días). Esto indica que la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras en carpas solares es de todas maneras influenciada por la temperatura medioambiental, siendo la temperatura el factor más determinante que la humedad (figura 1).



**Figura 1.** Tasa de crecimiento del rendimiento acumulativo de los tratamientos.

La alfalfa, al ser usada como indicador de corte, los rendimientos para esta especie entre cortes no varían significativamente, igual comportamiento se observa para trébol rojo/ray grass, alfa/pasto ovillo y alfa/Festuca alta. Para las otras especies y asociaciones se presenta diferencias significativas en rendimiento entre períodos de corte.

## Conclusiones

- Es técnicamente factible producir forraje en carpas solares con altos rendimientos usando especies de leguminosas y gramíneas introducidas con un rango de producción de 1.83 a 3.64 kg MS/m<sup>2</sup> (18.3 a 36.4 t MS/ha).
- Se detecta dos épocas de concentración de rendimientos; época caliente de septiembre a marzo con mayores rendimientos y época fría de abril a agosto con menores rendimientos. Pero, en general, se puede producir forraje durante todo el año.
- Para 6 cortes y 10 tratamientos se detecta diferencias significativas (P<0.05) entre rendimientos para períodos de corte, lo que indica diferencias en capacidad de rebrote entre las especies utilizadas, la que puede ser mejorada utilizando fertilizantes químicos y orgánicos o combinaciones para lograr mas rápido y abundante rebrote.
- Recomendación; completar la tecnología de producción en carpas solares, evaluando la factibilidad económica de esta práctica y su utilidad para especialmente animales menores (conejos, cuyes y gallinas), fertilización, abonamiento, combinación de fertilizacion \* abono, frecuencia de corte y identificación de especies mas productivas en calidad y cantidad.

## Referencias

PROYECTO SATAWI. 1987. Informe de actividades, gestión 1987. Documento interno. La Paz, Bolivia. 200 p.