

Recolección, conservación, caracterización preliminar y multiplicación de alfalfa y otras leguminosas recolectadas en zonas altas de Bolivia ¹

Laura, J. ²; Alzérreca, H. ³; Prieto, G. ²; Alcócer, B. ²

Resumen

De la totalidad del material forrajero introducido y adaptado en las zonas altas de Bolivia, la alfalfa constituye una especie de primera importancia por su excelente valor nutritivo para los animales y por ser una planta que al fijar nitrógeno mejora la fertilidad del suelo, entre las principales limitaciones se tiene, su baja producción y la falta de disponibilidad de semilla de variedades mejor adaptadas a las difíciles condiciones agro climáticas del altiplano. El objetivo de este trabajo fue rescatar material adaptado de alfalfa para fitomejoramiento y conseguir variedades adaptadas a las difíciles condiciones edafoclimáticas del altiplano. En este trabajo se recorrieron cerca de 4000 km en un rango de altitud de 3400 a 4200 msnm en el altiplano y altoandino. El criterio de recolección fue identificar, con el productor, plantas viejas de alfalfa (de 20 o más años de edad) con una historia larga de adaptación al medio ambiente y al manejo local y que al mismo tiempo se muestren sanas y vigorosas. El procedimiento fue tomar 10 a 20 plantas vivas (más 20 cm de raíz) en cada localidad de recolección incluyendo la semilla si era posible conseguirla. El banco de germoplasma de plantas vivas y semilla fue instalado en la Estación Experimental Patacamaya (EEP), geográficamente ubicada en los 17° 14' de latitud sur y 67° 55' de longitud oeste, a 3789 msnm y clima semiárido. Una réplica se envió al Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” (CIF-UMSS) para trabajos de fitomejoramiento. Los datos se recolectaron en boletas de recolección y en el libro de registro de las accesiones de la EEP. La caracterización se realizó con 66 accesiones de las 102 recolectadas y se hace mención al hábito de crecimiento, cobertura, macollaje, altura de planta, resistencia a enfermedades, relación hoja/tallo y rendimiento de materia seca. Utilizando el análisis de conglomerados se clasificaron preliminarmente 11 grupos usando como corte el valor de disimilitud de 1.82. En general, los conglomerados que se forman corresponden a una correlación positiva entre las variables de relación hoja/tallo, altura de planta y rendimiento. Las accesiones que muestran los rendimientos mas elevados son las numeradas con 48 y 53 con más de 3.73 kg de materia seca/20 plantas y las número 12 y 41 con 3.60 y 3.20 kg de materia seca/20 plantas, respectivamente, lo que indica, en general, de la alta variabilidad para estos factores entre las plantas recolectadas y por otra que hay material promisorio para selección por alto rendimiento.

Introducción

De la totalidad del material forrajero introducido y adaptado en las zonas altas de Bolivia, la alfalfa constituye una especie de primera importancia por su excelente valor nutritivo para los animales y por ser una planta que al fijar nitrógeno mejora la fertilidad del suelo. Entre las

¹ Trabajo efectuado con la cooperación de la Red de Pastizales Andinos (REPAAN).

² Subprograma Forrajes del IBTA.

³ Coordinador de la Red de Pastizales Andinos (REPAAN), actualmente docente de la Universidad Católica Boliviana, Unidades Académicas Campesinas.

principales limitaciones se tiene, su baja producción y la falta de disponibilidad de semilla de variedades mejor adaptadas a las difíciles condiciones agro climáticas del altiplano.

Desde hace mucho tiempo a través de procesos de pruebas exitosas y realizadas por productores ganaderos, la alfalfa se ha adaptado a las condiciones de altura. En este intento, se ha seleccionado empíricamente especies y variedades de alfalfa tolerantes al medio ambiente altiplánico. Este recurso genético ofrece una oportunidad de incorporar estos atributos de producción en condiciones mediambientales severas a variedades de alta producción sin esta tolerancia, de otra manera, esta riqueza genética podría perderse. Por esta razón, se decidió tomar acciones para identificar y rescatar este material de gran valor genético para el altiplano de Bolivia.

Este esfuerzo se realizó con el apoyo de la REPAAN e incluye otras leguminosas con potencial de desarrollo de las zonas altas de Bolivia (3400-4200 msnm). Con este material se está iniciando la formación de un banco de germoplasma de plantas vivas y de semilla; actualmente se tiene establecidas en el jardín de introducciones un total de 102 accesiones, material que nos permitirá seguir estudios de caracterización, así como la producción de semilla. Por otra parte, este material se podrá a disposición de centros de mejoramiento genético que podrían tener interés en trabajar en programas de mejoramiento de alfalfa.

El objetivo central del trabajo fue rescatar material genético adaptado de alfalfa de alto importancia biológica y económica para las zonas altas del país. Los objetivos específicos fueron:

- Conservar germoplasma de alfalfa en un jardín de introducciones (Banco de Germoplasma).
- Recolectar y caracterizar el material de alfalfa.
- Probar diferentes métodos de multiplicación.
- Proveer material de alfalfa para trabajos de fitomejoramiento a instituciones de investigación.

Si se introduce el cultivo de alfalfa en una determinada región con amplia variación medioambiental y si las progenies resultantes podrían quedar establecidas en distintas zonas por ejemplo a diferentes altitudes, con seguridad, que a través del tiempo en cada zona llegarán a conformar diferentes poblaciones a consecuencia de la selección natural o dirigida por la mano del hombre (selección empírica según mejor aspecto y rendimiento) (Del Pozo, 1977).

La exploración y recolección tiene el propósito de ampliar la base genética de la especie o especies de interés, a este paso sigue la caracterización que no es otra cosa que el ampliar la información que facilite una selección de accesiones con mayor potencial para integrar un sistema de pasturas. Este proceso de selección se la compara a una pirámide invertida o "embudo" (Royo, Benítez y Fernández, 1990).

La caracterización es un trabajo de descripción de la variación que existe en la colección de germoplasma tanto morfológica como fisiológica, preferible con una relación de utilidad y uso potencial. Además del uso de detalles morfológicos conviene el uso de métodos bioquímicos como la electroforesis de izo enzimas y otros (Schultze-Kraft, R. 1990).

Materiales y métodos

El trabajo de recolección de germoplasma se inició en marzo de 1990 con 4 recorridos de exploración y recolección de aproximadamente de 3 semanas cada uno. En total se recorrieron aproximadamente 4000 km a lo largo y ancho del altiplano y altoandino de Bolivia, esto es aproximadamente entre los 16° 47' y 21° 30' de latitud sur. Gran parte de las accesiones fueron colectadas de parcelas aisladas de campesinos productores, consiguiéndose el material luego de una detallada explicación de los objetivos de este trabajo, y una revisión de la historia del cultivo con el dueño de este, en ninguna ocasión encontramos rechazo a esta iniciativa. Otra parte de las accesiones fue colectada de zonas de producción tradicionales de alfalfa en el altiplano. Paralelamente se colectaron algunas accesiones de otras leguminosas nativas y naturalizadas.

Básicamente el criterio de recolección fue identificar con el productor plantas viejas de alfalfa (en lo posible de más de 20 años de edad) con una historia larga de adaptación al medio ambiente y al manejo local y que al mismo tiempo se muestren sanas y vigorosas, el rango altoandino de recolección fue entre 3400 a 4200 msnm. El procedimiento de muestreo para cada accesión fue el de tomar 10 a 20 plantas vivas (más 20 cm de raíz) en cada localidad de recolección incluyendo la semilla si era posible conseguirla. En el banco de germoplasma se encuentra un cuaderno donde se detalla los datos de las boletas de recolección, paralelamente se tiene un libro de registro de las accesiones.

El banco de germoplasma de plantas vivas y semilla fue instalado en la Estación Experimental Patacamaya, ubicada en la provincia Aroma del departamento de La Paz, geográficamente entre los 17° 14' de latitud sur y 67° 55' de longitud oeste. La zona está a 3789 msnm con registros de 10 °C de temperatura media, 377 mm de precipitación media anual y con una media de 153 días de heladas/año.

La caracterización se realizó a 66 accesiones en una primera parte de acuerdo a las posibilidades de tomar datos en la planta. Los descriptores de caracterización fueron resumidos o tomados de la sugerencia de varios autores, se hace mención a la descripción del hábito de crecimiento, la cobertura, macollaje, la altura de planta, la resistencia a enfermedades, la relación hoja/tallo y el rendimiento de materia seca.

Las labores culturales realizadas en el jardín de accesiones fueron riego, en 6 oportunidades (año agrícola), desmalezado, y el control de insectos con insecticidas.

El establecimiento del material recolectado, en el jardín de introducciones, se realizó utilizando semilla botánica en los casos en que era disponible, los menos, el trasplante de material vegetativo separando partes de plantas de los ejemplares originales y promoviendo el crecimiento de raíces en agua para posteriormente proceder a su trasplante en campo. A este tiempo 3 a 5 plantas por accesión y la mitad de la semilla disponible se envió al Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” de la Universidad Mayor de San Simón, donde se implantó una réplica del jardín de introducciones de la Estación Experimental de Patacamaya con el objetivo de utilizar este material para iniciar un programa de fitomejoramiento orientado a generar variedades de alta producción de alfalfa para las condiciones del altiplano.

Resultados y discusión

El banco de germoplasma posee un total de 118 accesiones en lo que toca a leguminosas forrajeras de las cuales la mayor frecuencia de accesiones es para la especie *Medicago sativa* con 102 (cuadro 1, figura 1). Es de notar que en el grupo de especies participan 4 leguminosas nativas que son: *Lupinus mutabilis*, *Lupinus sp.*, *Trifolium amabile* y la *Adesmia miraflorensis*.

Cuadro 1. Accesiones de leguminosas forrajeras, recolectadas por especie.

Especie	Nombre vulgar	Accesiones	
		Número	%
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	102	86.4
<i>Lupinus sp.</i>	Kela kela/yahuirí trawi	4	3.4
<i>Medicago sp1.</i>	Alfalfa	3	2.5
<i>Medicago sp2.</i>		3	2.5
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi	2	1.7
<i>Medicago orbicularis</i>		1	0.8
<i>Trifolium amabile</i>	Layu/Chijmu	2	1.7
<i>Adesmia miraflorensis</i>	Añahuaya	4	0.8
Total		118	100.0

Revisando el cuadro del anexo 1 de caracterización preliminar de las 66 accesiones estudiadas, se observa que la mayor parte de accesiones recolectadas son de crecimiento erecto y no se registra un solo caso con problemas fitopatológicos. Un 25% de las plantas caracterizadas tienen un rango de relación hoja/tallo superior a 1.1, lo que permite poder afirmar de la existencia de un interesante porcentaje de accesiones con mayor potencial de producción de follaje que otras, habiendo también un pequeño número de plantas con relaciones superiores a 2.1, lo que sugiere continuar trabajando con este material promisorio (figura 2).

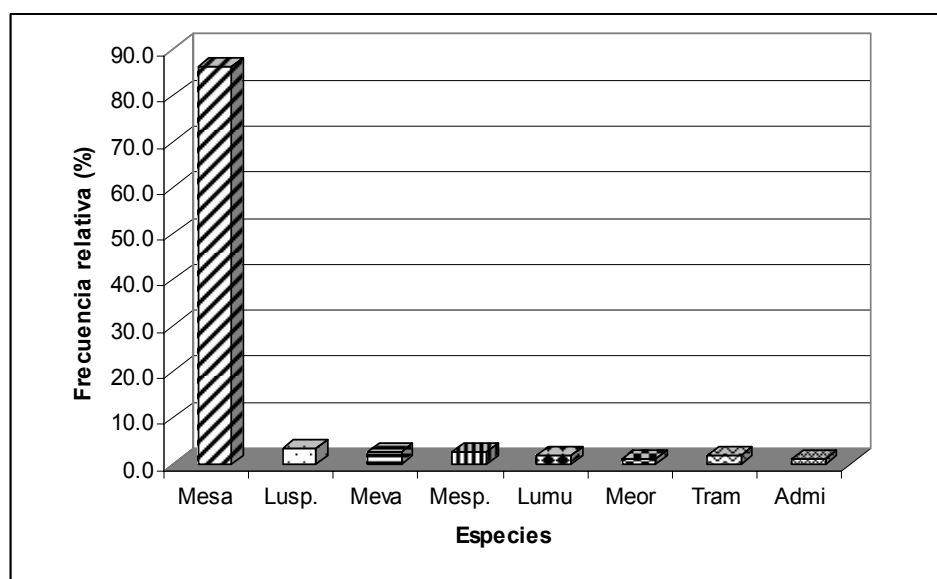


Figura 1. Relación de accesiones por especies.

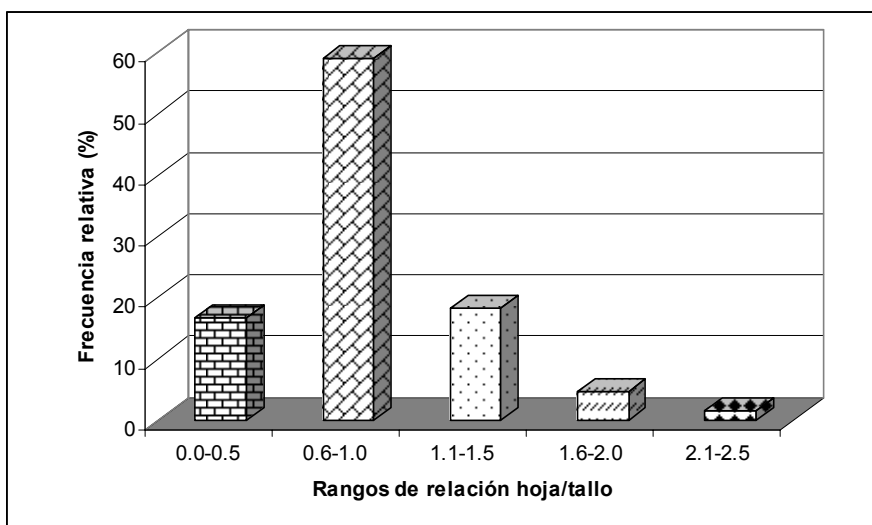


Figura 2. Frecuencia de la relación de hoja/tallo.

La altura de planta que se constituye el carácter más variable de la población evaluada muestra mayor frecuencia en el rango de 31 a 40 y 41 a 50 cm con un 45% de accesiones en el primer caso y 25 en el segundo (figura 3).

La distribución de frecuencia de valores de rendimiento resultado de la evaluación de 20 plantas por accesión muestra una concentración importante de 35% en el rango de rendimiento entre 1.1 y 2.0 kg/20 plantas, seguido con bastante diferencia por el grupo entre 2.1 y 3.0 kg/20 plantas, en términos de materia seca (MS). En el extremo más productivo se tiene menos del 2% de la población, pero con rendimientos altos de entre 4.1 y 6.0 kg/20 plantas. Este último grupo junto al de mejor relación hoja/tallo, que en muchos casos corresponde a la misma accesión, constituyen el grupo élite para trabajarlo en condiciones del altiplano (figura 4).

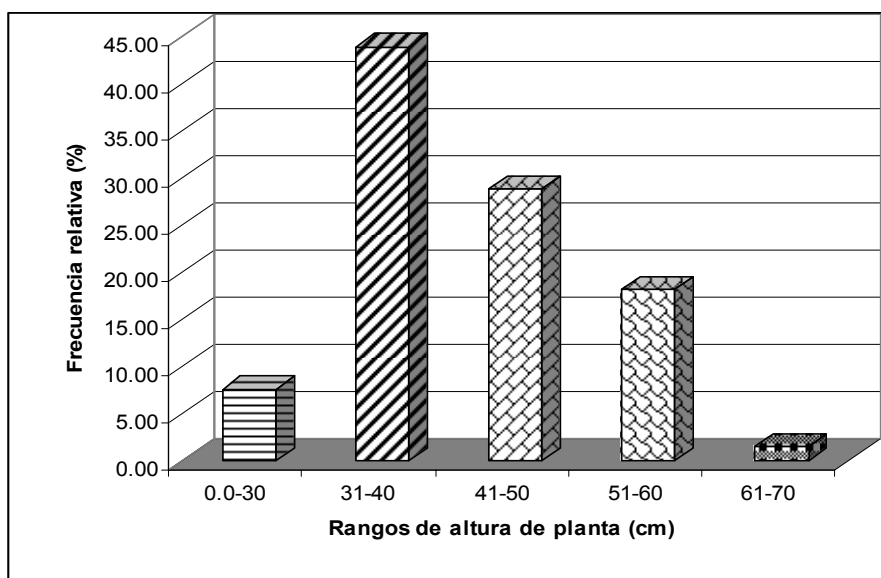


Figura 3. Frecuencia de la altura de planta.

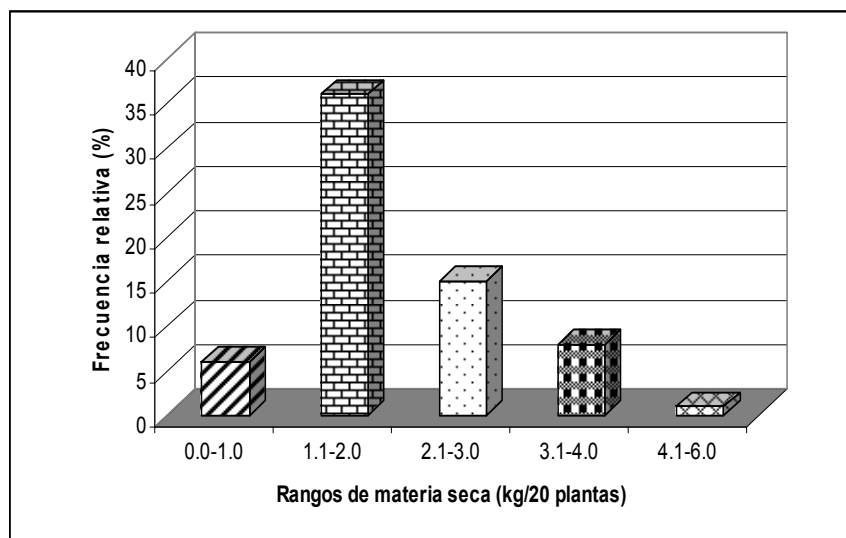


Figura 4. Frecuencia de materia seca kg/20 plantas.

Con respecto a la producción de semilla, aspecto que constituye una seria limitante para la expansión del cultivo de alfalfa adaptada al altiplano y en el altiplano, se observó una formación de semilla en un significativo número de las accesiones en caracterización, 25%. Aunque esta información es preliminar y no se cuantificó la cantidad ni se evaluó la viabilidad de la semilla, es un indicador de que sí algunas alfalfas presentan capacidad de producción natural de semilla botánica en el altiplano. Con la información preliminar disponible se agruparon por similitud de características de evaluación las accesiones de alfalfa, resultado en la formación de 11 grupos usando como corte el valor de disimilitud de 1.82. En general, los conglomerados que se forman corresponden a una correlación positiva entre las variables de relación hoja/tallo, altura de planta y rendimiento. Las accesiones que muestran los rendimientos mas elevados son las numeradas con 48 y 53 con mas de 3.73 kg/20 plantas y las número 12 y 41 con 3.60 y 3.20 kg/20 plantas, respectivamente, en términos de materia seca; lo que indica, en general, de la alta variabilidad para estos factores entre las plantas recolectadas y por otra que hay material promisorio para selección por alto rendimiento (figura 5). Réplicas de las accesiones recolectadas en la zona sur del país fueron utilizadas para iniciar un jardín de alfalfa criolla en la Est. Exp. de Chinoli (ver fotos).

Conclusiones

- Se inició el trabajo de la formación del banco de germoplasma en plantas y semillas de alfalfa y otras leguminosas de zonas de altura.
- Actualmente el banco de germoplasma cuenta con 118 accesiones entre plantas vivas y semillas de leguminosas forrajeras. Se cuenta con un libro de registros.
- Se realizó la caracterización preliminar de 66 accesiones de alfalfa que identifican una alta variabilidad lo que posibilita la identificación de especies interesantes para su selección.
- En forma preliminar se identificó 4 accesiones de alfalfa (48, 53, 12 y 41) como las de mayor rendimiento de materia seca.
- Los resultados del presente trabajo son preliminares y muestran un interesante potencial para desarrollo.

Dendrogram

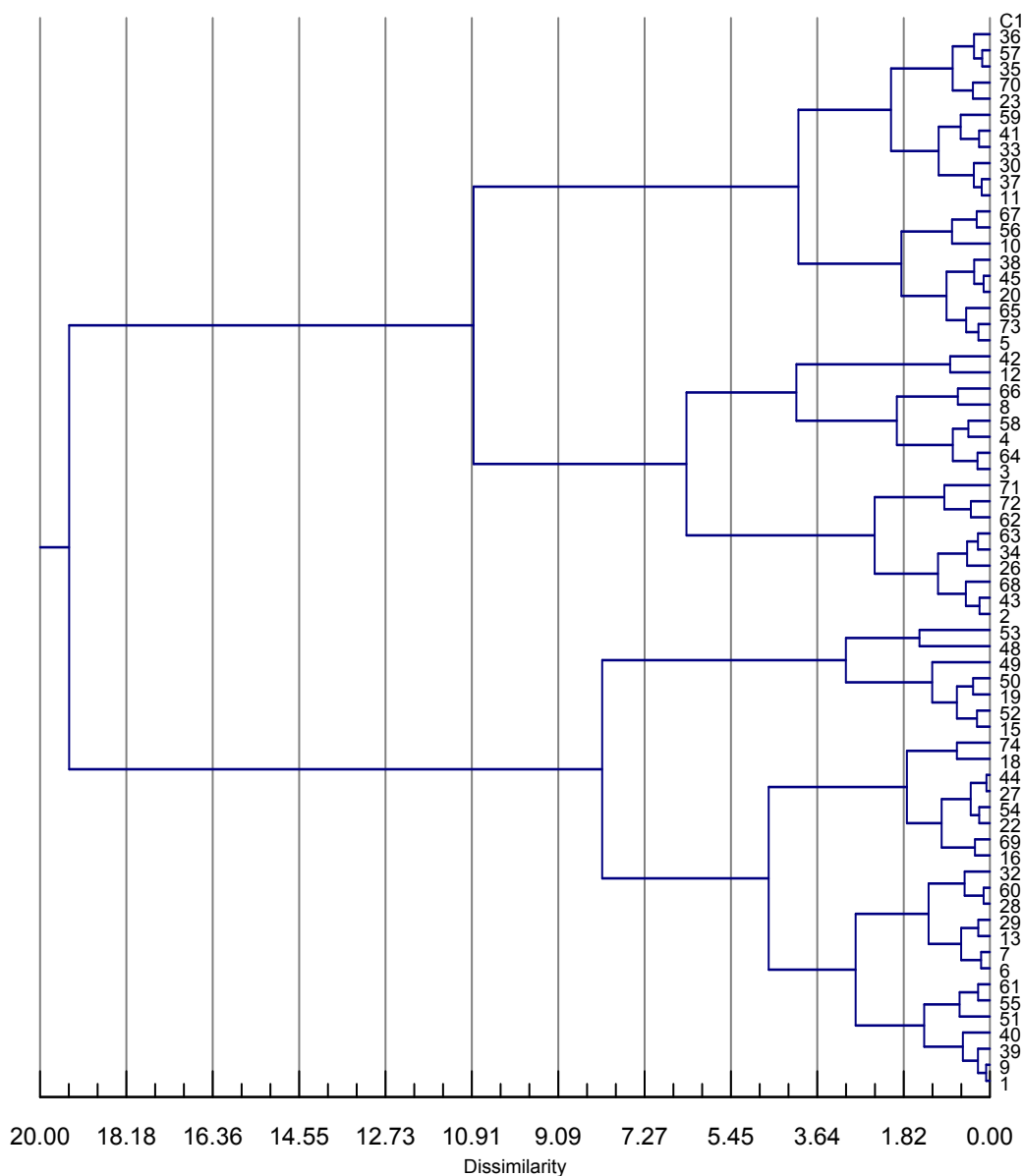


Figura 5. Resultados del análisis de conglomerados de 66 accesiones de alfalfa.

Referencias

- DEL POZO, M. 1977. La alfalfa: su costo y aprovechamiento, pp. 99-101. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- ROYO, O.; BENÍTEZ, C. Y FERNÁNDEZ, J. 1990. Recolección, caracterización y evaluación inicial de germoplasma forrajero tropical y subtropical, pp. 127-138. **In:** Red de Pastizales Andinos (REPAAN), Paladines, O y Delgadillo, J. (eds). Cochabamba, Bolivia.
- SCHULTZE-KRAFT, R. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de plantas forrajeras, pp. 319-326. **In:** IICA-PROCISUR. Introducción, conservación, y evaluación de germoplasma forrajero en el Cono Sur. Dialogo XXVII. Editor Puignau, J. Montevideo, Uruguay.

Anexo 1. Descripción de caracteres de 66 accesiones de *Medicago sativa*.

No.	ID Accesión	Hábito de crecimiento	Cobertura macollaje	Resistencia a enfermedades	Relación hoja/tallo	Altura de planta (flor) cm	Materia seca kg/20 plantas
1	1	E	D	B	0.7	48	2.52
2	2	E	M	B	1.2	34	1.57
3	3	E	M	B	1.5	35	1.23
4	4	E	M	B	1.3	35	1.07
5	5	E	M	B	0.9	35	1.33
6	6	E	D	B	0.8	42	2.27
7	7	E	D	B	0.8	39	2.30
8	8	E	Es	R	0.9	23	0.42
9	9	E	D	B	0.7	49	2.59
10	10	E	M	B	0.5	26	1.65
11	11	E	M	B	0.4	40	1.23
12	12	E	D	B	1.8	40	3.60
13	13	S	D	B	0.7	40	1.60
14	15	E	M	R	0.6	55	3.13
15	16	E	M	R	0.7	55	2.53
16	18	E	M	B	0.4	55	1.75
17	19	E	M	R	0.8	55	3.30
18	20	E	M	B	0.7	33	1.61
19	22	E	D	B	0.7	50	2.12
20	23	E	D	B	0.8	45	1.00
21	26	E	D	R	1.1	40	1.61
22	27	E	M	B	0.6	45	2.15
23	28	E	M	B	0.7	48	1.49
24	29	E	M	B	0.8	40	1.88
25	30	S	M	B	0.4	38	0.90
26	32	E	M	B	0.5	42	1.49
27	33	E	D	B	0.5	35	1.45
28	34	E	M	B	1.1	39	2.24
29	35	E	M	B	0.8	37	1.06
30	36	S	M	B	0.7	40	1.19
31	37	E	M	B	0.5	40	1.12
32	38	SyE	M	B	0.8	32	1.33
33	39	E	DD	B	0.6	50	2.40
34	40	SyE	E	B	0.5	45	2.80
35	41	E	E	B	0.6	35	1.20
36	42	E	D	B	2.3	43	3.20
37	43	SyE	D	B	1.1	35	1.36
38	44	E	M	B	0.6	46	2.10
39	45	S	M	B	0.7	35	1.54
40	48	E	M	B	1.5	60	3.73
41	49	E	M	B	0.4	50	3.95
42	50	E	M	B	0.7	60	3.40
43	51	E	M	B	0.9	52	2.67
44	52	E	M	B	0.6	53	3.49
45	53	E	M	B	0.7	70	4.53
46	54	E	M	B	0.6	48	1.96

anexo 1 continuación

No.	ID Accesión	Hábito de crecimiento	Cobertura macollaje	Resistencia a enfermedades	Relación hoja/tallo	Altura de planta (flor) cm	Materia seca kg/20 plantas
47	55	E	M	B	0.9	46	2.00
48	56	E	M	B	0.6	36	2.20
49	57	E	M	B	0.8	37	1.30
50	58	E	M	B	1.5	40	1.25
51	59	E	M	B	0.5	30	0.77
52	60	E	M	B	0.7	47	1.66
53	61	E	M	B	0.9	50	2.03
54	62	E	M	B	1.1	49	1.10
55	63	E	M	B	1.0	40	1.96
56	64	E	M	B	1.6	32	1.38
57	65	E	M	B	1.0	30	1.30
58	66	E	M	B	1.3	25	0.78
59	67	E	M	B	0.7	33	1.99
60	68	E	M	B	1.3	35	1.94
61	69	E	M	B	0.5	55	2.45
62	70	E	M	B	0.9	40	0.86
63	71	E	M	B	1.6	52	1.53
64	72	E	M	B	1.3	45	1.19
65	73	E	M	B	0.9	35	0.97
66	74	E	M	B	0.8	60	1.86

S=semirrecto, E=erecto; D=densa, M=moderada, Es=escasa; B=buena, R=regular, M=mala.

Anexo fotográfico



La Violeta. El director y técnicos del CIF informando al Coordinador Internacional de la REPAAN, Dr. O. Paladines del trabajo que se esta efectuando con el material de germoplasma de alfalfa adaptado al altiplano, recolectado por el IBTA



Jardín de alfalfa criolla en la Esta. Exp. de Chinoli, Potosí, recolectada por la REPAAN/IBTA en el Altiplano Sur. Ing. L. Torres del IBTA, quien colaboró con este trabajo en Potosí



Ejemplares de alfalfa establecidas vegetativamente de material original tolerante a la sequía, helada, suelos salinos y de baja fertilidad en un patio protegido con cerco de piedra en el suroeste del altiplano, cerca de Salinas de Garci Mendoza