

Densidad de siembra y aporque para mejorar la productividad del cultivo de tarwi en la región andina semiárida de Cochabamba

Pablo Mamani; Juan José Calisaya; Juan Vallejos

Fundación PROINPA

E mail: p.mamani@proinpa.org

Resumen. El estudio se llevó a cabo durante las campañas agrícolas 2014-2015 y 2015-2016, en comunidades del municipio de Anzaldo, Cochabamba, ubicadas a 3040 msnm. Ambos años difirieron en la precipitación pluvial, siendo normal el primer año (450 mm) y seco el segundo (270 mm). El objetivo fue determinar el efecto de la densidad de siembra y el aporque, en la productividad del cultivo del tarwi en regiones andinas semiáridas. Las densidades de siembra consideraron la distancia entre surco de 50, 70 y 90 cm el primer año y 30, 40, 50 y 60 cm el segundo. En ensayos paralelos, el primer año también se evaluó el efecto del aporque. En condiciones normales de lluvia el mejor rendimiento de tarwi se presentó a una distancia entre surcos de 50 cm y en condiciones de sequía a una distancia de surco de 40 cm, aspecto corroborado por las evaluaciones participativas que señalan que a una menor distancia entre surcos, se mejora el control de malezas y se reduce la evaporación de agua del suelo. La práctica del aporque logra incrementar la productividad del cultivo de tarwi, especialmente en aquellas parcelas de poca profundidad. Las evaluaciones participativas, en un 60%, valoran positivamente esta práctica y un 40% la considera de poca prioridad, por el tiempo y costo adicional que implicaría su realización.

Palabras clave: Manejo agronómico; Prácticas culturales; Investigación participativa

Summary. **Density of sowing and hilling for improving the productivity of tarwi crop in the semi-arid Andean region of Cochabamba.** The study was carried out during the agricultural campaigns 2014-2015 and 2015-2016, in communities of the Municipality of Anzaldo, Cochabamba, located at 3040 meters above sea level. Both years differed in rainfall, being normal the first year (450 mm) and dry the second year (270 mm). The objective was to determine the effect of sowing density and hilling on the productivity of tarwi crop in semi-arid Andean regions. Planting densities considered the distance between rows of 50, 70 and 90 cm the first year and, 30, 40, 50 and 60 cm the second one. In parallel trials, the effect of hilling was also evaluated in the first year. Under normal rain conditions, the best tarwi yield was found at a distance between rows of 50 cm and, in drought conditions, at a row distance of 40 cm, an aspect corroborated by participatory evaluations indicating that, at a smaller distance between rows, weed control is improved and water evaporation from soil is reduced. The hilling practice achieves to increase the productivity of tarwi crop, especially in those plots of little depth. In a 60%, the participatory evaluations, value this practice positively and 40%, consider it a low priority, for the time and additional cost that its implementation would imply.

Keywords: Agronomic management; Cultural practices; Participatory research

Introducción

La agricultura familiar que caracteriza a los sistemas de producción altos andinos, se torna cada vez más vulnerable a las presiones que ejercen los mismos productores sobre sus suelos (principal capital de los agricultores), al cambio climático y a la falta de acceso al mercado, factores que en conjunto repercuten en la seguridad alimentaria y la economía de las familias (Sivila y Herve, 2006; Ravelo y Planchuelo, 2003).

Los productores cuentan con estrategias de manejo de su agroecosistema, sin embargo el conocimiento local es rebasado por la velocidad de los efectos del cambio climático (plagas y enfermedades, salud del suelo, disminución o pérdida de la diversidad genética, etc.) que determinan una baja productividad (Espinoza *et al.* 2007, Crespo *et al.* 2018, Plata y Gandarillas 2018).

Un cultivo nativo poco aprovechado, a pesar de su gran potencial, es el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), muy bien adaptado a Los Andes, de gran aporte a la mejora de la fertilidad del suelo, comparativamente con buenos precios en el mercado, sin embargo, sus rendimientos son bajos debido a la falta de conocimiento de algunos aspectos de su manejo (Gandarillas *et al.* 2018).

Por ejemplo, no se conoce la densidad de siembra óptima para las condiciones biofísicas y socioeconómicas de las regiones semiáridas, donde se desarrolló el estudio. En general, los agricultores de otras regiones andinas de Bolivia utilizan densidades que varían según el lugar, la experiencia y los ecotipos utilizados, sembrando a distancias de 3 cm a 6 cm entre plantas y 70 cm a 200 cm entre surcos.

De la misma forma, no se conoce el efecto del aporque, ya que los agricultores realizan esta práctica solo en el cultivo de papa (Barrientos *et al.* 2002).

Bajo condiciones de buena humedad, fertilidad y profundidad del suelo, la planta de tarwi desarrolla ramificaciones laterales frondosas y vigorosas, que llegan a cubrir toda la superficie, lo que evita el desarrollo de malezas, pero dificulta la cosecha manual y/o mecánica.

Bajo altas densidades de población, las plantas se desarrollan con tallos débiles debido al ahilamiento. También, a densidades altas existe una competencia entre las plantas por la captación de luz y nutrientes, aspecto que afecta el rendimiento del cultivo (Soto *et al.* 2015).

Por otra parte, a densidades altas y en presencia de vientos fuertes, las plantas tienden a acamarse, y una forma de proteger el acame es el aporque.

En las regiones andinas de ladera de Bolivia, la distancia entre surco para el cultivo de papa varía de 50 a 70 cm, atribuible básicamente a la necesidad de aprovechar mejor la superficie de tierra, al grosor del arado de palo y a la capacidad del operador de la yunta.

Muchos productores tratan de seguir esta norma en el cultivo de tarwi, aunque existen regiones donde se siembra en distancias de hasta 150 cm entre surcos.

La tendencia en regiones secas como Anzaldo, es reducir la distancia entre surco con la idea de que el follaje del tarwi, al cerrar completamente el surco, ayuda a conservar la humedad del suelo.

La competencia por malezas es otro criterio que ayuda a algunos productores a definir el ancho de surco.

Trabajos realizados en Chile por Baer (1986), definieron distancias aún menores: 0.2 m para *L. albus* y *L. angustifolius*, lo que permite un mayor control de malezas. En tanto, ensayos realizados por Caicedo et al. (1999) y Mujica et al. (2001), en Ecuador y Perú, respectivamente, señalan para tarwi, las distancias de 60 cm a 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, como óptimas.

El aporque es una práctica cultural que los productores comúnmente realizan en la papa. Esta práctica al acumular tierra en torno a la planta ya sea con arado de palo o a mano, es muy necesaria para mejorar la aireación, proteger a los tubérculos y mejorar la productividad del cultivo de papa.

No es muy común su práctica en otros cultivos, pero algunos agricultores la realizan en haba, maíz y otros. En el cultivo de tarwi, la práctica del aporque no es común, debido al desconocimiento y también al costo adicional.

Por estos antecedentes, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de dos técnicas de manejo, como son la densidad de siembra y el aporque, en la productividad del cultivo del tarwi en regiones andinas semiáridas de Cochabamba, Bolivia.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante las campañas agrícolas 2014-2015 y 2015-2016. Los ensayos se establecieron en comunidades del municipio de Anzaldo, ubicado a 62 km de la ciudad de Cochabamba,

a una altitud de 3040 msnm y en las coordenadas 17°46'46" de latitud Sud y 65°55'56" de longitud Oeste. En el primer año de trabajo, la precipitación promedio fue de 450 mm/año, con una temperatura mínima de 4°C y una máxima de 23°C.

En el segundo año la precipitación fue de 270 mm y las temperaturas mínimas y máximas fueron similares al primer año.

La predominancia es de suelos con escasa profundidad y la presencia de una roca dura continúa (barrera física) y mucha pedregosidad, lo cual describe a un tipo de suelo predominantemente Leptosoles Éútricos con algunos Cambisoles Éútricos y Dístricos, en campos con suelos más profundos.

Se trabajó en dos ecoregiones diferentes, una que se denominó "ladera media" representada por la comunidad de Tijrasca (3040 msnm) y que se caracteriza por su topografía de pendiente moderada (40%), suelos en diferente grados de erosión, franco arenosos, con bajo contenido de materia orgánica (0,75%), superficiales en las partes altas y de relativa profundidad en las partes bajas y con presencia forestal dispersa en las laderas (*Eucalyptus* spp.).

La otra ecoregión denominada "planicie alta y seca", representada por la comunidad Muña Mayu (3100 msnm) y que se caracteriza por presentar una topografía predominantemente plana (*pampa* en quechua), presencia de suelos superficiales, francos a franco arenosos, con bajo contenido de materia orgánica (0,8%); alta ocurrencia de vientos y con ausencia de especies forestales.

a) Densidad de siembra

En Bolivia no existen referencias de estudios de densidad de siembra en tarwi. El principal referente que ayudó a definir los tratamientos de distancia de surco en el presente estudio, fue el que se utiliza tradicionalmente en el cultivo de papa, el cual varía de 50 cm a 70 cm.

Otro referente son los estudios realizados en Ecuador y Perú por Caicedo *et al.* 1999 y Mujica *et al.* 2001, respectivamente, que recomiendan distancias para tarwi de 60 cm a 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas.

Con estas experiencias, para el primer año se eligieron las distancias de siembra entre surcos de 50 cm, 70 cm y 90 cm.

En base a los resultados de ese primer año, para el segundo año se definió comparar las distancias entre surco de 30 cm, 40 cm, 50 cm y 60 cm.

En esta primera etapa del estudio, no se consideró la evaluación de la distancia de siembra sobre surco, porque primero se buscó responder a la primera inquietud de los productores, de saber cuál es la distancia de surco más apropiada para el cultivo de tarwi en su región.

La siembra se realizó en surco abierto donde se colocó la semilla a *chorro continuo*, como tradicionalmente siembran los productores, a un promedio de 10 cm entre semillas; la profundidad de siembra fue de 3 a 5 cm.

En ambos años se utilizó el diseño de Bloques Completos en Franjas, con 3 repeticiones. Cada ensayo fue replicado en las dos ecoregiones descritas anteriormente.

La unidad experimental consistió de una parcela de 30 m de largo y 10 m de ancho. Antes de la implementación del ensayo se seleccionó y clasificó la semilla.

Las variables de respuesta fueron:

- Número de vainas por panoja principal
- Número de granos por vaina
- Peso de 100 granos
- Rendimiento en grano

b) Aporque

El aporque es una práctica cultural que comúnmente la realizan los productores de papa en la región andina de Bolivia.

El estudio se realizó en la campaña 2014-2015, evaluando los tratamientos de CON y SIN aporque. La distancia de surco fue de 70 cm, la siembra se realizó en surco abierto donde se colocó la semilla a chorro continuo, a un promedio de 10 cm entre semillas.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y con replicas en las dos ecoregiones descritas anteriormente.

La unidad experimental consistió de una parcela de 10 m de largo y 5 m de ancho. Las variables de respuesta fueron altura de planta, panojas productivas/planta, vainas/panoja principal, panojas secundarias/planta y peso de 100 semillas.

El aporque se realizó con la ayuda de picotas y cuando las plantas presentaban una altura de 15 cm.

En ambas evaluaciones: densidades y aporque, los datos obtenidos fueron analizados previa verificación de los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianza.

Evaluaciones participativas. La evaluación con la participación de productores, se realizó al momento de la maduración de las vainas.

Los evaluadores formaron grupos de hombres y mujeres, quienes por separado analizaron, discutieron y plasmaron sus ideas en papelógrafos.

Para la evaluación se utilizó la metodología de “las caritas” que consiste en valorizar las tecnologías según sean los criterios de evaluación, en bueno, regular o malo (Ashby 1991).

Resultados y discusión

a) Densidad de siembra de tarwi

El Cuadro 1 muestra los resultados de rendimiento de tarwi por efecto de las diferentes distancias de siembra evaluadas el primer año agrícola (2014-2015) en dos ecoregiones “planicie alta y seca” (Muña Mayu) y “ladera media” (Tijraska).

En el Cuadro 1 se muestra también el número de plantas por m², como un componente muy relacionado al rendimiento.

El estudio no pudo demostrar que las distancias de siembra comparadas, hubiesen tenido efecto significativo sobre los otros componentes de rendimiento, como son el número de panojas por planta, número de vainas por panoja, peso de 100 semillas y tampoco en la altura de planta.

En este primer año (2014 - 2015) y bajo condiciones normales de precipitación (450 mm), se presentaron diferencias en el rendimiento a favor de la ecoregión “ladera media” (comunidad Tijraska) y en detrimento de la ecoregión “planicie alta y seca” (comunidad Muña Mayu). Esta última se caracteriza por suelos más superficiales y menos fértiles, lo que afectó sobre el desarrollo y productividad de las plantas (Espinoza *et al.* 2007).

En ambas ecoregiones, los rendimientos más altos se encontraron con las distancia de surco de 50 cm y 70 cm, que se diferenciaron estadísticamente de los 90 cm entre surco.

Esta tendencia muestra que la arquitectura de la planta de tarwi, bajo las condiciones de Anzaldo, no desarrollan plenamente como para generar competencia entre ellas, cuando se siembra incluso hasta los 50 cm entre surco.

Esta ventaja se atribuye al mayor número de plantas por unidad de superficie como consecuencia de la mayor densidad de siembra, y también a la mayor humedad del suelo que pudo mantener las densidades más altas que se logran con 50 cm y 70 cm entre surco, respecto a 90 cm. Al respecto Caicedo *et al.* (1999), indican que a mayor densidad de siembra se logra una mejor regulación del desarrollo de malezas competidoras. Lo que no se pudo determinar en este primer estudio fue el comportamiento del cultivo a densidades más altas, es decir a distancias entre surco menores a los 50 cm, tal como propone el INIA de Chile (2009) para la siembra de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius*, llegando a recomendar densidades de siembra de 32 plantas/m² con distancias entre surco de 20 cm.

Cuadro 1. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de tarwi en un año agrícola normal (450 mm de lluvia, 2014-2015) en dos ecoregiones "planicie alta y seca" (Muña Mayu) y "ladera media" (Tijraska)

Distancia entre surcos	Rendimiento (t/ha)		Número de plantas por m ²
	Muña Mayu (2014-2015)	Tijraska (2014-2015)	Tijraska (2014-2015)
50 cm	0,46 a	1,01 A	20,0 a
70 cm	0,35 a	0,95 A	14,3 ab
90 cm	0,15 b	0,45 B	11,1 b
Promedio	0,32	0,80	15,1

Letras iguales, por columna y variable, son estadísticamente similares al 95% de probabilidad

Esta fue la inquietud que obligó a pensar en un segundo estudio donde se redujo aún más la distancia entre surco, considerando que sería un año seco por las predicciones climáticas de la presencia del *Fenómeno del Niño* y que las plantas de tarwi bajo estas condiciones no desarrollarían lo suficiente como para competir entre ellas y permitiría además mantener mayor humedad en los suelos y también permitiría competir mejor con las malezas.

El segundo año (2015 - 2016) que se caracterizó por ser muy seco (270 mm), las plantas en la ecoregión "planicie alta y seca" (comunidad Muña Mayu) no lograron prosperar por el efecto de la sequía y la baja calidad de los suelos, es por esto que para este año solo se presenta los resultados de la ecoregión "ladera media" (comunidad Tijraska) (Cuadro 2).

Los resultados del segundo año (2015-2016), que se caracterizó por ser seco (270 mm de precipitación), como se esperaba, muestran rendimientos mucho menores que en un año normal.

El cultivo no desarrolló lo suficiente y bajo estas condiciones, la siembra a 40 cm entre surco, permite un mayor rendi-

miento respecto a los 50 cm entre surco, tal como se determinó en un año normal como fue el primero.

Estos resultados corroboran las aseveraciones de algunos productores de Anzaldo, quienes indican que es necesario cerrar los surcos para mantener la humedad del suelo.

En resumen, la mejor distancia de siembra para un año normal en Anzaldo fue 50 cm entre surco y si se espera un año seco, se podría acortar la distancia hasta a 40 cm. Afortunadamente, con un buen manejo de la yunta, arado tradicional y parcelas con pendientes menores, es posible lograr la apertura de surcos de hasta 40 cm, es muy difícil lograr menores distancias con este tipo de arado.

En el Cuadro 2 se observa también que existe diferencias estadísticas para las distancias entre surcos en los otras variables; así hay mayor número de vainas por panoja principal cuando se siembra a 40 cm, 50 cm, 60 cm, comparado con la siembra a 30 cm. Al respecto Vallejos *et al.* 2003, al evaluar diferentes genotipos de lupinos, encontraron que la mejor distancia de siembra está entre 20 y 30 cm.

Cuadro 2. Efecto de la densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento de tarwi en Tijraska (ciclo agrícola 2015-2016)

Distancia entre surcos	Rendimiento (t/ha)	Número de plantas / m ²	Número de vainas por panoja
30 cm	0,29 ab	33,3 A	10,3 b
40 cm	0,38 a	25,0 B	14,0 a
50 cm	0,24 b	20,0 BC	12,8 a
60 cm	0,11 c	16,7 C	12,1 a
Promedio	0,26	23,8	12,3

Letras iguales, por columna y variable, son estadísticamente iguales al 95% de probabilidad

Evaluación participativa de la densidad de siembra de tarwi

La Figura 1 muestra diferentes evaluaciones participativas de la densidad de siembra de tarwi, realizadas por mujeres y hombres de Anzaldo, en dos años consecutivos.

El Cuadro 3 muestra los resultados de esta evaluación. El criterio de los agricultores respecto a la preferencia de distancia de siembra, se encuentra entre los 50 cm y 70 cm entre surco, aunque en gran parte prefieren la distancia de surco de 50 cm, debido a que el cultivo cubre toda la

superficie del suelo, mantiene la humedad del suelo, evita la proliferación de malezas y reduce el posible acame de las plantas por el viento.

En cambio no prefieren distancias de siembra mayores a 90 cm, debido a que el suelo queda descubierto, permitiendo la evaporación y la proliferación de malezas y el posible acame de las plantas.

Asimismo, creen que el rendimiento será menor cuando las distancias de surco son mayores, aspecto que se corroboró posteriormente.



Figura 1. Evaluación participativa de la densidad de siembra de tarwi en las ecoregiones “planicie alta seca” (Muña Mayu) y “ladera media” (Tijraska) de Anzaldo (ciclos agrícolas 2014-2015 y 2015-2016)

Cuadro 3. Evaluación participativa de la densidad de siembra en tarwi (Anzaldo, 2014 a 2016)

Práctica	Bueno: 50 cm	Regular: 70 cm	Malo: 90 cm
Densidad de siembra:	- Suelo cubierto.		- Suelo descubierto.
	- Mantiene la humedad.	- Existe poca cantidad de maleza.	- No mantiene la humedad.
	- No deja crecer malezas.	- No cubre totalmente el suelo.	- Hay mayor cantidad de malezas.
	- Evita el acame de plantas porque se apoyan entre ellas.		- Plantas muy separadas. - La planta podría caerse.

b) Aporque de tarwi

El Cuadro 4 presenta los resultados del efecto del aporque en el rendimiento y otros componentes de rendimiento del cultivo de tarwi, en un año normal, con 450 mm de lluvia (2014-2015) y en las dos ecoregiones indicadas.

El aporque tiene su efecto en la productividad del cultivo de tarwi en dos de las tres comunidades donde se evaluó esta práctica.

Las condiciones de la ecoregión “ladera media” (comunidad Tijraska), donde no hubo efecto del aporque, se deben a la calidad de sus suelos, que se caracterizan por ser más profundos (20 cm a 30 cm) y más fértiles (0,8% a 1,2% de materia orgánica), respecto a la ecoregión “planicie alta y seca” (comunidad Muña Mayu), que tiene suelos menos profundos (15 cm a 20 cm) y menos fértiles (0,26% a 0,8% de materia orgánica).

Las plantas de tarwi tienen raíz pivotante, esta característica les permite anclarse bien en el suelo, principalmente en suelos profundos. Aparentemente esta ventaja influye en los agricultores para no reali-

zar el aporque, asimismo, el costo adicional que implica.

Evaluación participativa del aporque de tarwi

El Cuadro 5 muestra información sobre la evaluación participativa del aporque de tarwi, realizada por agricultores de Anzaldo.

En general se valora positivamente esta práctica, porque favorece las condiciones para una mayor productividad, pero algunos productores no piensan realizarlo por el tiempo y costo adicional que significa realizarla.

Indican que las plantas con aporque fueron más altas, por lo tanto podrían producir mayor cantidad de panojas/planta y en consecuencia mayor rendimiento. Asimismo, indican que el aporque podría evitar el acame de las plantas, especialmente en suelos superficiales.

Contrariamente las plantas sin aporque, presentan menor desarrollo, especialmente en las primeras etapas, afectando la formación de panojas.

Cuadro 4. Efecto del aporque en el rendimiento de tarwi y en sus componentes de rendimiento, en dos eco regiones: “planicie alta y seca” (Muña Mayu y Torancali) y “ladera media” (Tijraska) en Anzaldo (ciclo agrícola 2014-2015)

Rendimiento (t/ha)			
Tratamiento	Muña Mayu	Tijraska	Torancali
CON aporque	0,97 a	1,53 A	0,5 a
SIN aporque	0,53 b	1,33 A	0,2 b

Peso de 100 granos (g)			
Tratamiento	Muña Mayu	Tijraska	Torancali
CON aporque	60,6 a	--	--
SIN aporque	58,7 b	--	--

Panojas primarias por planta			
Tratamiento	Muña Mayu	Tijraska	Torancali
CON aporque	3,6 a	--	--
SIN aporque	1,8 b	--	--

Panojas secundarias por planta			
Tratamiento	Muña Mayu	Tijraska	Torancali
CON aporque	2,5 a	--	--
SIN aporque	0,7 b	--	--

Letras iguales, por columna y variable, son estadísticamente iguales al 95% de probabilidad

Cuadro 5. Evaluación participativa del aporque por agricultores de Anzaldo (n = 45) en el ciclo agrícola 2014-2015

Práctica	Bueno	Regular	Malo
 <p>Evaluación participativa del aporque:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El aporque ayuda a crecer más a las plantas. - El aporque evita el acame. - Con aporque hay mayor cantidad de panojas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No todos tienen tiempo para realizar el aporque. - El aporque tiene mayor costo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin aporque las plantas no crecen totalmente. - Sin aporque las plantas se pueden caer. - Sin aporque las plantas tienen menos panojas.
	 <p><i>Plantas con aporque</i></p>		 <p><i>Con y sin aporque</i></p>

Conclusiones

a) Densidad de siembra de tarwi

- Bajo condiciones normales de precipitación (450 mm) de la región andina semiárida del municipio de Anzaldo (Cochabamba), la mejor distancia entre surco para la siembra de tarwi, es de 50 cm, respecto a 70 y 90 cm.
- Para esta misma región y bajo condiciones de sequía (270 mm), es posible reducir la distancia de siembra hasta 40 cm entre surco, aspecto que permite una mayor productividad respecto a distancias, entre surco, mayores y menores.
- Las evaluaciones participativas, muestran la preferencia de siembra a 50 cm entre surco, debido a que el cultivo cubre toda la superficie del suelo, manteniendo la humedad del mismo y evitando la proliferación de malezas y el posible acame de las plantas a causa del viento.

b) Aporque de tarwi

- La práctica del aporque logra incrementar la productividad del cultivo de tarwi, especialmente en aquellas parcelas de suelos poco profundos.
- Los componentes de rendimiento más afectados por el aporque son el peso de granos, número de panojas principales y panojas secundarias.
- La evaluación participativa del aporque de tarwi, valora positivamente esta práctica porque favorece las condiciones para una mayor productividad, pero algunos productores no piensan realizarla por el tiempo y costo adicional que implica.

Referencias citadas

- Ashby J. 1991. Manual para la evaluación de tecnologías con productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 102 p.
- Baer E. 1986. El cultivo del lupino. El campesino. Chile. 117(6): 21-34.
- Barrientos L., Montenegro A., Pino N. 2002. Evaluación de la fijación simbiótica de nitrógeno de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius* en un Andisol. Vilcun del Sur de Chile. Revista Terra Latinoamericana. Vol. 20 (1): 39-44.
- Caicedo C., Peralta E., Murillo A., Rivera M., Pinzón J. 1999. Información técnica de la variedad de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) INIAP450 ANDINO, para la Zona Centro y Norte de la sierra ecuatoriana. Quito, Ecuador. 16 p.
- Crespo L., Bonifacio A., Quispe R., Gandarillas A. 2018. Las plagas del tarwi y su manejo. Revista de Agricultura Nro. 57. FCAyP-CIF-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. *En prensa*.
- Espinoza Y., Lozano Z., Velásquez L. 2007. Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. Vol. 32. pp. 554-559.
- Gandarillas A., Vallejos J., Mamani P. 2018. El tarwi: Un cultivo con nuevas oportunidades en Bolivia. Revista de Agricultura Nro. 57. FCAyP-CIF-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. *En prensa*.

- INIA (Instituto de investigaciones Agropecuarias). 2009. Producción de Canola, Lupino y Arveja en la pre cordillera Bio Bio y el secano costero de la provincia de Arauco. Boletín 188. Chillan, Chile. pp. 24-33.
- Mujica A., Sven E., Ortiz R., Canahua A., Galvez N., Apaza V. 2001. Investigaciones en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 57 p.
- Plata G., Gandarillas A. 2018. Enfermedades que afectan al cultivo del tarwi (*Lupinus mutabilis*) en Bolivia. Revista de Agricultura Nro. 57. FCAYP-CIF-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. *En prensa*.
- Ravelo A., Planchuelo A. 2003. Aptitud agroecológica de la pradera pampeana Argentina para el cultivo de lupino blanco (*Lupinus albus* L.). Agriscientia. Vol. 20: 35-44.
- Sivila de Cary R., Herve D. 2006. Efecto de leguminosas nativas en terrenos de descanso sobre la microbiota del suelo durante un cultivo de papa (Altiplano Central Boliviano). Ecología en Bolivia. Vol. 41 (3): 154-166.
- Soto J., Correa C., Romero C., Paz H., Cisneros R. 2015. Drought stress in provenances of *Lupinus elegans* from different altitudes. Madera y Bosques. Xalapa, México. Vol. 21 (1): 35-43.
- Sven E., Mujica A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Revista Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz, Bolivia. pp. 458-482.
- Vallejos E., Silva P., Acevedo E. 2003. Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de lupino en la zona central. Tesis de licenciatura. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 69 p.

Trabajo recibido el 22 de mayo de 2018 - Trabajo aprobado el 19 de junio de 2018

Promotor de crecimiento, biofertilizante y biofungicida

Tricobal-L



Tricobal - L contiene cepas nativas de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis*, aisladas en diferentes zonas de Bolivia. Sus principales características son:

- Promueve el crecimiento de la planta (engrosamiento de tallos y estimula el crecimiento de raíces).
- Protege de enfermedades de suelo.
- Activa la resistencia natural de la planta
- Incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

OFICINA CENTRAL COCHABAMBA: Av. Elías Meneces s/n Km 4 (Zona El Paso)
Telf./Fax: (591-4) 4319522 • www.biotopbolivia.org

 **Biotop**
Bioinsumos para la vida s.r.l.