

## Respuesta de la cebada a la fertilización orgánica y química en las localidades de Belén y Patacamaya

J. Laura <sup>1</sup>; B. Alcocer <sup>1</sup>; H. Alzérreca <sup>2</sup>

### Resumen

El cultivo de la cebada en el altiplano norte (Belén) y central (Patacamaya) es común y constituye una fuente importante de grano para consumo humano y forraje para el ganado. Su cultivo se efectúa como cola de rotación después de los cultivos principales de cabeza de rotación que son generalmente papa y luego quinua. La idea es que la cebada al ser menos exigente en nutrientes que la papa y quinua, puede aprovechar los nutrientes residuales que quedan de la aplicación inicial de abono orgánico y fertilización química. En condiciones de clima semiárido, al contrario que en Belén, en Patacamaya una seria limitante es la disponibilidad de agua que entre otras cosas no permite un ambiente apropiado en el substrato para la degradación de la materia orgánica y hacer los nutrientes rápidamente disponibles para las plantas, a lo que se adjunta la baja fertilidad natural de los suelos. Esta investigación se planteó bajo dos condiciones, en Belén con el objetivo de determinar los efectos a la aplicación de abono orgánico complementado con fósforo, en un suelo previamente abonado para la producción de papa en el rendimiento de cebada y en Patacamaya determinar los efectos residuales de la fertilización orgánica y química en el rendimiento de cebada cultivada a secano. En Belén, el análisis de suelo mostró solo deficiencia moderada de N previo a la aplicación de abono al cultivo de papa el primer año, el segundo año se aplicó abono de llama, ovino y vacuno. Al contrario, los suelos de Patacamaya mostraron baja fertilidad previa a la aplicación de abono de llamas, ovinos y vacuno y fertilización química el primer año, no habiéndose aplicado ningún abono ni fertilizante el segundo año. Para la primera condición, en la zona subhúmeda de Belén, los resultados no muestran incrementos significativos ( $P < 0.05$ ) en rendimiento de cebada a la adición de abono orgánico ni de fertilizante químico; la lenta disponibilidad de nutrientes que aporta la fertilización orgánica y el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo sugieren que estos suelos pueden ser utilizados intensivamente si se reemplazan oportunamente los nutrientes tomados por los cultivos. En Patacamaya, 11 de 12 tratamientos con previo abonamiento orgánico, muestran rendimientos estadísticamente superiores ( $P < 0.05$ ) al testigo y las diferencias no son significativas a la adición previa de fertilizante químico en los tres tratamientos restantes; lo que indica, por tanto, una respuesta positiva de la cebada a la disponibilidad residual de nutrientes de la aplicación de abono orgánico y por otra, que los fertilizantes químicos no dejan nutrientes residuales para cultivos posteriores, afectando más bien negativamente al suelo, lo que es sugerido por el rendimiento de cebada inferior al testigo de estos tratamientos. En este ensayo resalta la importancia de los análisis de la fertilidad del suelo previo al cultivo, lo que evitara gastos innecesarios en abono y fertilizante y más bien hacer precisiones de elementos nutritivos faltantes para una aplicación especializada, en el caso de Belén, y optimizar la aplicación de nutrientes de abono orgánico en Patacamaya.

<sup>1</sup> Técnicos del Subprograma Forrajes de la Estación Experimental de Patacamaya.

<sup>2</sup> Coordinador de REPAAN/IBTA/Bolivia.

## Introducción

### Belén

En Belén se siembra cereales para la producción de grano y forraje entre estos sobresalen la avena, trigo, triticale y cebada.

En general, en un suelo cualquiera la falta de nutrientes para las plantas bajará los rendimientos de forraje. Morales y Zapata (1976), en Belén, mostraron que la cebada responde a la aplicación de fertilizantes químicos, especialmente N. Los análisis de suelo en el lugar del ensayo mostraron el bajo contenido de nitrógeno, el fósforo fue abundante y el contenido de potasio moderado. El contenido de materia orgánica fue de 3.11% que es alto para la mayoría de los suelos del altiplano, excepto para praderas con suelos orgánicos que fueron transformadas para uso agrícola, tal como es la del ensayo que se reporta. En la mayoría de los suelos no orgánicos altiplánicos son frecuentes los bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, siendo generalmente satisfactorios en contenido de potasio. Esta situación es mas critica en los suelos agrícolas de rotación cuyo uso para producción de cereales se aplica al final del periodo de rotación sobre la base de utilizar la los nutrientes residuales de la fertilización aplicada a los cultivos del inicio de la rotación, generalmente la papa.

Los niveles óptimos entonces variaran de acuerdo al estado de fertilidad del suelo y presencia de riego o no, sin embargo, lo general es que la mayoría de los suelos agrícolas del altiplano tienen baja fertilidad natural.

La importancia de análisis químico previo a la aplicación de fertilizantes al cultivo también deben estar correlacionados con las respuestas de las cosechas lo que posibilitara refinar las recomendaciones de elementos específico o fertilizantes (Tisdela y Nelson, 1970).

### Patacamaya

El cultivo de la cebada en el altiplano central es común y constituye una fuente importante de grano para consumo humano y forraje para suplementar a los animales. Al igual que en el altiplano norte su cultivo se efectúa como cola de rotación después de los cultivos principales de cabeza de rotación que son generalmente papa y luego quinua. La idea es que la cebada al ser menos exigente en nutrientes que la papa y quinua puede aprovechar los nutrientes residuales que quedan de la aplicación de inicial de abono orgánico.

En condiciones de clima semiárido, al contrario que en Belén, en Patacamaya una seria limitante es la disponibilidad de agua que entre otras cosas no permite un ambiente apropiado en el sustrato para la degradación de la materia orgánica y hacer los nutrientes rápidamente disponibles para las plantas, a lo que se adjunta la baja fertilidad natural de los suelos. Por lo tanto, se espera que la aplicación de abono orgánico y químico al suelo el año anterior para la producción de cebada muestre efectos residuales en el rendimiento de de cebada en este ensayo. Al respecto Flores y Bryant (1989), Crespo y Arteaga, (1986) y Villarroel (1985) mencionan que en la descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo existe una transformación continuada quedando la posibilidad de aprovechar los nutrientes para las plantas paulatinamente.

Resultados de análisis de suelos en Patacamaya muestran que tienen baja fertilidad y es necesario incorporar macro nutrientes y materia orgánica la que esta presente en menos del 2%, que es bajo para un suelo agrícola (Laura, 1990 y Bellour, 1980).

### Objetivos

**Belén:** Determinar los efectos a la aplicación abono orgánico complementado con fósforo, en un suelo previamente abonado para la producción de papa en el rendimiento de cebada.

**Patacamaya:** Determinar los efectos residuales de la fertilización orgánica y química en el rendimiento de cebada cultivada a secano en el altiplano semiárido.

### Materiales y métodos

El primer ensayo se llevó a cabo en la localidad de Belén, provincia Omasuyos, La Paz. Ecológicamente se ubica en la eco región de la puna semihúmeda con árboles (Ellenberg, 1981), los datos de ubicación geográfica y clima son:

Ubicación geográfica	16° 5' latitud sur y 68° 40' longitud oeste
Altitud	3.820 msnm.
Temperatura promedio anual	9.2 °C.
Precipitación promedio anual	497 mm

El segundo ensayo se ejecuto en la Estación Experimental de Patacamaya, provincia Aroma, La Paz. Ecológicamente se ubica en la ecoregión de la Puna semiárida (Ellenberg, 1981).

Altitud	3.789 msnm.
Temperatura promedio anual	10°C.
Precipitación promedio anual	397 mm

Se utilizó los siguientes materiales en Belén y Patacamaya:

|Semilla de cebada, variedad IBTA 80.  
Estiércol de ovino  
Estiércol de llamino  
Estiércol de bovino  
Fertilización química: Urea al 46% N  
Superfosfato concentrado, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
Fosfato diamónico, 18% N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

## Caracterización del suelo

En el área del ensayo de Belén se observa una tendencia de la textura hacia limo arcilloso, pedregosidad nula, la apariencia del suelo es no salino, la pendiente es plana o de poca pendiente (2%) (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Análisis físico de suelo en Belén. Laboratorio de la UMSS, Cochabamba. 1989.

cc % PF=2.5	PMP % PF = 4.2	Da g/cm <sup>3</sup>	Textura	Arena %	Limo %	Arcilla %
35.3	18	1.25	Arcilloso	23	36	41

cc = Capacidad de campo; PMP = Punto de marchites permanente; Da = Densidad aparente.

En el área del ensayo de Patacamaya el suelo tiene textura franco arenosa, pedregosidad superficial, la pendiente es plana o de poca pendiente (3%) (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Análisis físico de suelo en Patacamaya. Laboratorio de la UMSS, Cochabamba. 1988.

cc % PF=2.5	PMP % PF=4.2	Da g/cm <sup>3</sup>	Textura	Arena %	Limo %	Arcilla %
11.0	5.90	1.62	Franco Arenosa	62.7	25.7	11.7

CC = capacidad de campo; PMP = Punto de marchites permanente; D.a. = Densidad aparente.

El pH el el suelo de Belén es suavemente ácido, hay buen contenido de materia orgánica, al parecer no hay problemas con presencia de fósforo y potasio, pero si hay deficiencia de nitrógeno (cuadros 3 y 4).

**Cuadro 3.** Análisis químico de suelo en Belén. Laboratorio de la UMSS, Cochabamba. 1989.

1.25 pH	1.25 C.E. mmhos/cm	Mat. Org. %	N total %	Met. OLSEN P. Asimilable ppm	Cation K+ meq/100g
6.3	0.93	3.11	0.159	30	0.55

El suelo del lugar del ensayo en Belén muestra en general una fertilidad de regular a buena, por lo que se espera que la adición de abono orgánico mas que aportar nutrientes tenga efecto de mejora las condiciones físicas del suelo, por tanto la retención de agua y que esto se manifieste en una mayor producción de materia seca. Efectivamente, el área del ensayo el año anterior tuvo una siembra de papa con una fertilización orgánica a razón de 6-8 t/ha de estiércol de bovino.

**Cuadro 4.** Interpretación de los resultados para análisis de suelo, según Cochrane, T.

Determinación Valores	M.O. %	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio meq/100g	C. I. C. meq/100g
Muy alto	-----	mayor 8	mayor 26	mayor 1.21	mayor 40
Alto	mayor 3	4.0-8.0	16-25	0.17-1.20	26-40
Moderado	2.0-2.9	1.0-2.0	7-15	0.41-0.70	13-25
Bajo	1.0-2.0	2.0-4.0	3-6	0.11-0.40	6-12
Muy bajo	0.0-1.0	0.0-1.0	menor 3	menor 0.10	menor 5

El suelo del lugar del ensayo en Belén muestra en general una fertilidad de regular a buena, por lo que se espera que la adición de abono orgánico mas que aportar nutrientes tenga efecto de mejora las condiciones físicas del suelo, por tanto la retención de agua y que esto se manifieste en una mayor producción de materia seca. Efectivamente, el área del ensayo el año anterior tuvo una siembra de papa con una fertilización orgánica a razón de 6-8 t/ha de estiércol de bovino.

En Patacamaya los resultados del análisis químico de suelos muestran deficiencias en los macro elementos: muy bajo en nitrógeno, moderado en fósforo y bajo en potasio y un contenido muy bajo de materia orgánica, con solo 0.93%, lo que define un suelo de baja fertilidad en el que se requiere fertilización acorde a las deficiencias detectadas (cuadros 4, 5, y 6).

**Cuadro 5.** Análisis químico de suelo en Patacamaya. Laboratorio de la UMSS, Cochabamba. 1989.

Cationes intercambiables meq/100 g				Total bases intercambiables meq/100 g
Ca	Mg	Na	K	
3.16	1.16	0.27	0.21	4.8

**Cuadro 6.** Análisis químico de suelo en Patacamaya. Laboratorio de la UMSS, Cochabamba. 1989.

1.25 pH	1.25 C.E. mmhos/cm	% Sat. de bases	Mat. Org. %	N total %	Met. OLSEN P. Asimilable ppm	C.I.C meq/100g
6.1	0.076	88.6	0.93	0.046	11.5	5.1

### Características de los estiércoles

Del cuadro 7, se tiene que los estiércoles son fuertemente alcalinos, hay variabilidad en el contenido de elementos, se observa mayor riqueza de nitrógeno en el estiércol de ovino.

**Cuadro 7.** Análisis químico de los estiércoles del ensayo. Laboratorio UMSS, Cochabamba, 1989.

Abono	Nutrientes en % de materia seca											
	pH		M.O. %		N. Tot. %		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %		K <sub>2</sub> O %		Mat. Seca Real %	
	Bel.	Pat.	Bel.	Pat.	Bel.	Pat.	Bel.	Pat.	Bel.	Pat.	Bel.	Pat.
Estiércol-ovino	8.6	8.3	40.28	48.92	1.46	1.49	1.26	0.58	0.47	----	73	73
Estiércol- llamino	7.9	7.9	28.97	28.97	1.08	1.08	0.82	0.36	----	----	58	72
Estiércol- bovino	9.3	8.3	56.29	34.27	1.34	1.04	1.49	0.32	0.59	----	44	74

Bel.= Belen, Pat.= Patacamaya.

### Cálculo de los niveles de fertilización en el estiércol

Los tratamientos corresponden a los siguientes niveles: 00-00 (testigo), 40-30, 80-70 y 120- 110 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.

Para el cálculo de cantidad de estiércol por nivel se siguieron los siguientes pasos, ejemplo: para llegar con estiércol de ovino al nivel 80-60 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de acuerdo al cuadro 4, en 100 kg

de materia seca hay 1.46 kg de N por lo tanto para llegar al nivel de 80 se necesitan 5479.4 kg de estiércol completamente seco. Ajustando por contenido de humedad de 27% en realidad debemos sacar de estercolero 7506.0 kg/ha (de estiércol húmedo). En fósforo con estas cantidad de estiércol se llega a 69 kg de  $P_2O_5$ , luego para llegar al nivel de 70 se debe añadir superfosfato concentrado 1 kg (fertilizante químico).

## **Metodología**

### **En Belén**

El estiércol de las diferentes especies animales fue llevado de los apriscos y corrales a los estercoleros con 8 meses de anticipación para obtener luego de este tiempo un estiércol descompuesto. El análisis de nutrientes del estiércol se realizo con este estiércol descompuesto.

La siembra se realizo el 14 de diciembre bajo un diseño de parles divididas, se tomo como parcela a los tipos de abono y como sub parcela a los niveles de fertilización. Las sub parcelas tuvieron 7 surcos, cada surco de 5m de largo y una distancia entre surcos de 0.25m. La siembra se efectuó a chorro continuo luego de la apertura del surco, primero el abonado y luego la semilla. La germinación fue uniforme, no se aplico riego suplementario, no se observo presencia de malezas.

La cosecha de forraje verde se realiza a los 104 días de la siembra cuando el grano estaba en estado de leche, para la evaluación final se tomo el peso de 5 surcos centrales.

### **En Patacamaya**

La siembra en las parcelas previamente abonadas el año anterior se realizo el 4 de enero de 1990, con el cuidado de mantener el mismo croquis de campo del ensayo anterior. La densidad de siembra fue de 100 kg/ha. En las parcelas se trazaron 7 surcos de 4 metros de largo y 0.25 m entre surcos. Para la evaluación final de rendimiento se tomo los 5 surcos centrales.

La germinación fue uniforme, pero la escasa precipitación pluvial de solo 171 mm obligó a compensar el déficit en dos oportunidades. La cosecha se realizo a los 95 días cuando el grano estuvo en estado lechoso.

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones.

## **Resultados y discusión**

### **Belén**

En el cuadro 8, se observa que la aplicación de 3 tipos de abono orgánico y el abono químico conduce a un similar rendimiento de forraje.

**Cuadro 8.** Rendimiento de materia seca t/ha de los tipos de abono en parcelas.

Abonos		t/ha MS	Duncan 0.05
A1	Ovino	12.76	a
A2	Llamino	13.32	a
A3	Bovino	13.66	a
A4	Químico	12.91	a
<b>Promedio general</b>		<b>13.16</b>	<b>a</b>

C.V. % 35.67.

Tampoco se detectan diferencias significativas para rendimiento de cebada a nivel de sub parcelas, habiendo muy poca diferencia entre los 12.50 t MS/ha en el testigo con los 13.65 t/ha MS, medidos para el tratamiento b2 (40-30) (cuadro 9).

**Cuadro 9.** Rendimiento en t/ha MS para niveles de fertilización en sub parcelas.

Niveles		t MS/ha	Duncan 0.05
b 1	00-00	12.50	a
b 2	40-30	13.65	a
b 3	80-70	13.42	a
b 4	120-110	13.08	a
<b>Promedio general</b>		<b>13.16</b>	<b>a</b>

C.V. % 17.27.

Finalmente, tampoco se detectaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para las interacciones entre niveles de fertilización por tipo de abono. El rango de rendimiento fue entre 12.50 y 15.17 t/ha MS, el primer valor es del testigo y el segundo para el subtratamiento b2 (40-30) y A2 (abono de llamino). Estos rendimientos son ligeramente superiores a los resultados reportados para ensayos de producción de variedades de cebada para tres años continuos en cultivo a secano en la zona, no se utilizó fertilización, estos fluctúan entre 8.59 para la variedad IBTA-80 en un año seco hasta 14.46 t MS/ha en la variedad L-154 para un año húmedo; Es de hacer notar que el diseño del trabajo que se reporta fue similar al usado en este ensayo, haciendo por lo tanto mejor comparables los resultados (Prieto y Alzérrec, 1992). Estos resultados confirman que no es necesaria la fertilización orgánica y química en cultivos a secano de cebada en suelos naturalmente fértiles y con nutrientes residuales del cultivo de papa tal como lo confirma el análisis de suelos efectuado previo al ensayo. Tampoco se refleja que la aplicación de abono orgánico y químico adicional al disponible influyo para una mas eficiente utilización del agua de lluvia.

### Patacamaya

El análisis de los datos dio diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos ( $P < 0.05$ ) (C.V. = 15.94%). Del cuadro 10, en la cosecha 2, se desprende que a excepción del tratamiento 5, los tratamientos a base de estiércol de ovinos, llaminos y bovinos son estadísticamente ( $P < 0.05$ ) diferentes de la mezcla ovino + fertilizante químico y del testigo. Los resultados rendimiento de materia seca de cebada indican por lo tanto una respuesta a la disponibilidad residual de nutrientes de la aplicación de abono orgánico reforzado con fósforo el año anterior.

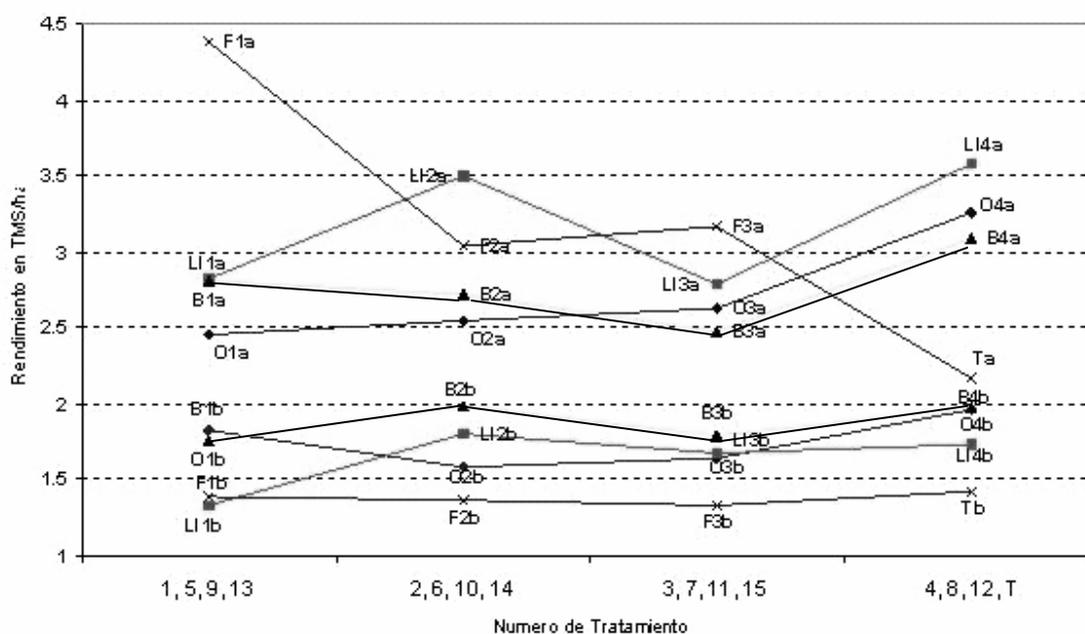
**Cuadro 10.** Tratamientos y análisis estadístico para los dos años de evaluación sucesivos.

No. Trat.	Ovino t/ha	Llama t/ha	Bovino t/ha	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Rend. 1 t/ha MS	Duncan 0.05	Rend. 2 t/ha MS	Duncan 0.05
1	13.79				0	2.46	def	1.83	ab
2	17.47				5	2.55	def	1.59	abcd
3	21.14				29	2.63	cdef	1.64	abcd
4	24.82				54	3.26	bcd	1.96	a
5		23.63				2.83	bedef	1.33	d
6		28.77			7	3.5	bc	1.80	abc
7		33.92			3	2.79	bedef	1.68	abdc
8		39.06			60	3.58	b	1.74	abdc
9			19.43			2.81	bedef	1.76	abdc
10			24.63		8	2.72	bedef	1.99	a
11			29.82		35	2.48	def	1.79	abc
12			35.02		63	3.09	bedef	1.97	a
13	13.79			40	20	4.39	a	1.39	cd
14	13.79			80	60	3.04	bedef	1.37	cd
15	13.79			120	100	3.17	bcde	1.33	d
16	Testigo					2.17	f	1.42	bcd
<b>Promedio</b>						<b>2.97</b>		<b>1.66</b>	
<b>CV%</b>						<b>18.81</b>		<b>15.94</b>	

De todas las aplicaciones de estiércol de animales la cantidad de 23.63 t/ha de llaquinos es el único caso que muestra un rendimiento inferior al testigo en la segunda cosecha, lo que se debería a que los nutrientes de este estiércol fueron rápidamente asimilados en el cultivo anterior ya que los datos de rendimiento con este abono son significativos en la primera evaluación.

Todos los rendimientos son inferiores a los del primer año, lo que está relacionado al parecer más a la baja cantidad de lluvia que al agotamiento de los nutrientes residuales en el suelo. Lo último parece ser demostrado por las diferencias significativas entre los tratamientos.

En la figura 1, al seguir el gráfico de mezcla de estiércol + químico al nivel de 0.22% de materia orgánica + 40-20 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tratamiento 13-L14a, es superior al resto de los tratamientos en la primera evaluación y los más bajos en la segunda evaluación, lo que sugiere que, al parecer la mezcla reaccionó y desprendió todos los nutrientes en el primer año. En promedio el grupo de tratamientos de fertilización química (13, 14 y 15) es el más alto (promedio de 3.4 t/ha MS). Esto indica también que la combinación de fertilizante químico y orgánico en cantidades apropiadas puede favorecer más que cualquiera de los dos independientemente a cultivos mediatos siempre y cuando la precipitación pluvial sea suficiente.



**Figura 1.** Rendimiento de cebada por tratamientos lo que se detallan de en el cuadro 7.

En general, se observan dos grupos de respuestas, el primero los de alto rendimiento, entre los que destacan los de los tratamientos 4, 10, 12 con 1.96, 1.99 y 1.97 t/ha MS, el rango de rendimiento en este grupo es de 1.59 hasta 1.99 t/ha MS. El segundo grupo de menores rendimientos que incluye al testigo (1.42 t/ha MS) muestran un rango de 1.33 t/ha MS en el límite inferior hasta el dato reportado para el testigo.

Este segundo grupo correlaciona con el tipo de fertilización química + un bajo complemento de estiércol de ovino, utilizada el primer año, lo que indica claramente que los fertilizantes químicos no dejan nutrientes residuales para posteriores cultivos y más bien dañan el suelo, posiblemente por procesos de mineralización y limitaciones para la actividad microbiana, ya que los rendimientos obtenidos en estos suelos son inferiores al testigo.

Al ser los rendimientos superiores, en todos los casos el segundo año, en los tratamientos con abonamiento orgánico previo (excepto el tratamiento 5, estiércol de llamino), comparados con los que se aplicó fertilización química previa, sugiere en los primeros, la incidencia de un efecto residual importante de nutrientes y mejor capacidad de almacenar y administrar la escasa agua de lluvia en cultivos a secano en esta zona.

## Conclusiones

### Belén

- La aplicación de fertilización orgánica con estiércoles de tres especies animales (bovino, ovino, y llamino), con complemento químico de P en suelos abonados el año anterior con 6-8 t/ha para cultivo a secano de papa, no muestran incrementos significativos ( $P < 0.05$ ) en rendimiento de cebada.

- La lenta disponibilidad de nutrientes que aporta la fertilización orgánica y el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo sugieren que estos suelos pueden ser utilizados intensivamente si se remplazan oportunamente los nutrientes tomados por los cultivos.

### **Patacamaya**

- Se detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) ( $CV = 15.94\%$ ).
- A excepción del tratamiento 5, los otros 11 tratamientos a base de estiércol de ovinos, llaminos y bovinos muestran rendimientos estadísticamente ( $P < 0.05$ ) superiores al testigo diferentes de la mezcla fertilizante químico + abono de ovino en dosis baja y del testigo, por tanto una respuesta positiva a la disponibilidad residual de nutrientes de la aplicación de abono orgánico reforzado con fósforo el año anterior.
- Los rendimientos de cebada no fueron significativamente diferentes al testigo ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos donde se aplicó fertilizantes químicos el año anterior, por tanto no dejan nutrientes residuales para cultivos posteriores, afectando más bien negativamente al suelo lo es sugerido por los rendimientos de cebada inferiores al testigo.
- No es aconsejable la fertilización química en cultivos a secano en Patacamaya, en general en clima semiárido y árido, puede dañar severamente el suelo y hacerlo improductivo.

### **Belén y Patacamaya**

- En estos ensayos resalta la importancia de los análisis de la fertilidad del suelo previo al cultivo, lo que evitara gastos innecesarios en abono y fertilizante y más bien hacer precisiones de elementos nutritivos faltantes para una aplicación especializada, en el caso de Belén y optimizar la aplicación de macro nutrientes en Patacamaya.

## **Referencias**

- MORALES, D. y ZAPATA, E. 1977. Riego y fertilización en cebada, pp. 32-34. **In:** Informe anual de la Estación Experimental de Belén. 1976-1977/IBTA. La Paz, Bolivia.
- PRIETO, G y ALZERRECA, H. 1992. Ensayo comparativo de forrajes anuales en tres localidades del Altiplano. pp. 96-100. **In:** Alzérreca, H. (ed.), X Reunión Nacional de ABOPA. DANCHURCHAID/IBTA/ABOPA. La Paz, Bolivia. 99 p.
- QUINTANA, E. 1986. Densidad de siembra y niveles de fertilización en producción de semilla de avena, cebada y triticale en dos localidades. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. 94 p.
- TISDALE, S. Y NELSON, W. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España. pp. 482-540.