

RESPUESTA DEL PEREJIL *Petroselinum sativum* L. A LA FERTILIZACION CON BORO Y MOLIBDENO, EN UN SUELO DEL ALTIPLANO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹

Vanessa Botina Estrada², Cielo Quiroz Játiva², Liliana Insuasty Bravo³

RESUMEN

En un Vitric Haplustand del Corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, se estudió el efecto de las aplicaciones de bórax (11% de B) y molibdato de amonio (54% de Mo) como fuentes de B y Mo, sobre el rendimiento del perejil *Petroselinum sativum* L., en fresco y en seco. El experimento consistió en un factorial 4 x 4, correspondiendo a la combinación de B y Mo en diferentes dosificaciones 0, 1, 2 y 3 kg/ha. Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completos al azar, con 4 repeticiones para un total de 16 unidades experimentales.

Los rendimientos en fresco y en seco, para el primer y tercer corte, estadísticamente ($p < 0.05$) fueron mejores con la aplicación de 2 kg/ha de B + 2 kg/ha de Mo; alcanzándose rendimientos de 4,49 y 2,71 tn/ha, y de 0,79 y 0,41 tn/ha respectivamente. En el segundo corte no se observaron efectos de las aplicaciones de B y Mo sobre los rendimientos en fresco y en seco. El análisis económico mostró en la variable rendimiento en fresco y en seco que el mejor tratamiento fue a base de 2 kg/ha de B + 2 kg/ha de Mo con un ingreso neto parcial de \$1.168.064, un costo variable de \$3.040.508 y una rentabilidad de 38%. Para el rendimiento en seco un ingreso neto parcial de \$7.700.302, un costo variable de \$8.824.021 y una rentabilidad de 87%.

Palabras clave. Análisis económico, boro, fertilización, molibdeno, perejil.

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, 2008.

² Estudiantes de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail: vanesboti@yahoo.es; cielitoquiroz@hotmail.com.

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.

ABSTRACT

In a Vitric Haplustand located in Obonuco, municipality of Pasto, was studied the effect of the applications of borax (11% of B) and ammonium molibdato (54% of Mo) as sources of B and Mo, on the yield of the parsley *Petroselinum sativum* L., in fresh and in dry. The experiment consisted of a factorial 4 x 4, corresponding the combination of B and Mo in different dosages 0, 1, 2 and 3 kg/ha. The treatments were distributed at random in complete blocks, with 4 repetitions for a total of 16 experimental units.

The yields in fresh and in dry, for the first and third crop, statistically ($p < 0.05$) it was better with the application of 2 kg/ha of B + 2 kg/ha of Mo; being reached yields of 4,49 and 2,71 tn/ha, and of 0,79 and 0,41 tn/ha respectively. In the second it's intersects effects of the applications of B and Mo it's didn't observe on the yields in fresh and in dry. The economic analysis showed in the variable yield in fresh and in dry that the best treatment was with the help of 2 kg/ha of B + 2 kg/ha of Mo with a partial net entrance of \$1.168.064, a variable cost of \$3.040.508 and a profitability of 38%. For the yield in dry a partial net entrance of \$7.700.302, a variable cost of \$8.824.021 and a profitability of 87%.

Words key. Economic analysis, boron, fertilization, molybdenum, parsley.

INTRODUCCION

En el departamento de Nariño se dedican más de 1000 ha al cultivo de hortalizas (Sañudo, Et. al., 2007), de las cuales 8 ha se encuentran sembradas con perejil *Petroselinum sativum* L. (Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2006), es una planta umbelífera bianual que posee propiedades aromáticas y condimentarías; por lo que responde a expectativas de producción para consumo en fresco, seco, procesamiento industrial en la extracción de aceites esenciales, mercadeo externo y diversificación de la producción tradicional de hortalizas (Monómeros, 1998).

Por el uso intensivo a que han sido sometidos los suelos de algunas áreas dedicadas al cultivo de hortalizas y al manejo de la fertilización solo con elementos mayores; sin tener en cuenta que los suelos derivados de cenizas volcánicas de las regiones frías del país son deficientes en B y Mo (Guerrero y Burbano, 1978), se viene presentando disminución de la calidad y rendimiento del cultivo de perejil.

Clavijo (1994), manifiesta que el pH óptimo del suelo que favorece la disponibilidad del B se encuentra alrededor de 5,0. Según el INPOFOS (1997), la materia orgánica es la fuente más importante de B en el suelo, sin embargo, en climas calidos y secos o fríos, la descomposición es lenta, lo cual puede llevar a una deficiencia de B. Según el tipo de arcilla la absorción del B tiene la siguiente frecuencia: illita > montmorillonita > caolinita. No obstante, cierta cantidad retenida débilmente en la superficie de las arcillas aporta a la solución del suelo B que se torna disponible para las plantas. Por este motivo los suelos arcillosos necesitan dosis más altas de fertilización (Yamada, 2000).

Según Fassbender y Bornemisza (1987), los suelos alcalinos y con abundante materia orgánica contienen suficiente Mo para suplir las demandas de este elemento por los cultivos, mientras que los suelos arenosos y los suelos muy antiguos y meteorizados son frecuentemente deficientes. En suelos muy ácidos el Mo se fija en el interior de los cristales de las arcillas de donde las raíces no pueden tomarlo (Domínguez, 1997).

Teniendo en cuenta el manejo de la fertilización y las características de los suelos dedicados al cultivo de hortalizas, en el presente trabajo se evaluó el efecto de cuatro dosis de B y Mo sobre el rendimiento en fresco y en seco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha) y el análisis económico de la fertilización con los diferentes tratamientos.

METODOLOGIA

En un suelo de la Vereda San Antonio, corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto, a 2900 msnm, con una temperatura promedio de 13°C y con una precipitación de 840 mm anuales (IDEAM, 2007), se trazaron cuatro bloques de 196 m² (56 m x 3,5 m), cada uno con 16 unidades experimentales de 9 m² (3 m x 3 m); en cada una se trazaron 5 surcos, separados 56 cm, en los cuales se sembró en forma directa 3 semillas de perejil liso por sitio a una distancia de 40 cm (7 plantas por surco y 35 por parcela), considerando para las evaluaciones 15 plantas. El área total del trabajo fue de 784 m². La tabla 1 muestra la descripción de los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en perejil *Petroselinum sativum* L. bajo diferentes dosis de boro (Bórax 11%) y molibdeno (Molibdato de amonio 54 %).

Tratamientos Boro + Molibdeno	
	kg/ha
1	B 0 + Mo 0
2	B 0 + Mo 1
3	B 0 + Mo 2
4	B 0 + Mo 3
5	B 1 + Mo 0
6	B 1 + Mo 1
7	B 1 + Mo 2
8	B 1 + Mo 3
9	B 2 + Mo 0
10	B 2 + Mo 1
11	B 2 + Mo 2
12	B 2 + Mo 3
13	B 3 + Mo 0
14	B 3 + Mo 1
15	B 3 + Mo 2
16	B 3 + Mo 3

Se realizó una fertilización fraccionada en base al análisis de suelo con 10 kg/ha de 10-30-10 + 10 kg/ha de urea 20 días después de la siembra y posteriormente a los 70 días se hizo la aplicación de 50 kg/ha de 10-30-10 + 50 kg/ha de urea. Las aplicaciones de las dosis de B y Mo se realizaron en corona a los 30 días después de la siembra.

Para el control de babosas *Milax* sp. se aplicó metaldehído al 7%, en horas de la tarde donde se encontraron señales de daño. El control de arvenses se realizó en forma manual; la primera desyerba se llevó a cabo a los 30 días posteriores a la siembra y de ahí en adelante cada 15 días.

La cosecha se realizó en forma manual, el primer corte a los 120 días después de la siembra, cuando las plantas tenían una altura de 30 cm; se cortaron los tallos a una altura de 5 cm del suelo con el fin de favorecer el rebrote para realizar el segundo y tercer corte, los cuales se efectuaron a los 150 y 180 días después de la siembra.

Como variables de respuesta se consideraron el rendimiento en fresco y en seco. Para la evaluación en fresco se cosechó el área útil de cada unidad experimental y se pesó en una balanza analítica, posteriormente este material fue llevado a estufas de secado en bolsas de papel, a una temperatura de 60 ± 10 °C durante 72 horas; con los valores obtenidos se hizo la transformación del rendimiento a tn/ha.

Las variables analizadas se evaluaron en base a un análisis de varianzas y en el caso de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos se llevó a cabo la prueba de test de Tukey, se realizó un análisis económico de los diferentes tratamientos siguiendo la metodología del presupuesto parcial propuesto por Perrin et al., (1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la zona de estudio los rendimientos en fresco oscilaron entre 4,49 y 2,71 tn/ha (Tabla 3) y en seco entre 0,79 y 0,41 tn/ha (Tabla 4), siendo superiores a los reportados por la Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño, 2006, con un rendimiento en fresco y en seco de 2,0 y 0.5 tn/ha respectivamente. Esto puede estar relacionado con la fertilización base realizada con el fertilizante completo + Urea, debido a que el B y el Mo aumentan la capacidad de la raíz para absorber N, P, Cl, K (Gómez, 2006), así como también a las condiciones climáticas de la zona.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en los tratamientos para el primer y tercer corte, y en los efectos dobles B x Mo en los tres cortes evaluados, cuando se analizaron B y Mo como efectos simples el comportamiento no fue igual en los tres cortes (Tabla 2).

Tabla 2. ANDEVA para el rendimiento en fresco y en seco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha), obtenido con diferentes dosis de B y Mo.

FV	G.L	C.M			C.M		
		Rendimiento en Fresco			Rendimiento en Seco		
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 1	Corte 2	Corte 3
Bloques	3	61,48	43,85	10,29	1,58	0,75	0,19
Tratamientos	15	1,73*	1,91 ^{ns}	0,76*	0,04*	0,05 ^{ns}	0,02*
B	3	2,41 *	1,46 ^{ns}	1,33 *	0,08 *	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Mo	3	0,51 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,01 *	0,03 ^{ns}	0,01 *
B x Mo	9	1,91 *	2,35 *	0,68 *	0,04 *	0,05 *	0,02 *
Error	45	0,72	0,86	0,25	0,02	0,02	0,005
Total	63						
C.V.		25	25	31	29	29	31
R ² (%)		87	81	79	85	74	80

*: Significativo ($p < 0.05$).

ns: No significativo.

Al analizar la prueba de comparación de medias de los diferentes tratamientos para el primer corte en la variable rendimiento en fresco (tn/ha) (Tabla 3) se encontró que con la aplicación del T11 (2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo) y T12 (2 kg/ha B + 3 kg/ha Mo) se alcanzaron los valores más altos 4,49 y 4,39 tn/ha respectivamente; presentándose diferencias estadísticas ($p < 0.05$) con la aplicación del T6 (1 kg/ha B + 1 kg/ha Mo), el cual alcanzó rendimientos de 2,18 tn/ha solamente.

Tabla 3. Prueba de Tukey para el rendimiento en fresco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha), obtenidos con diferentes dosis de B y Mo.

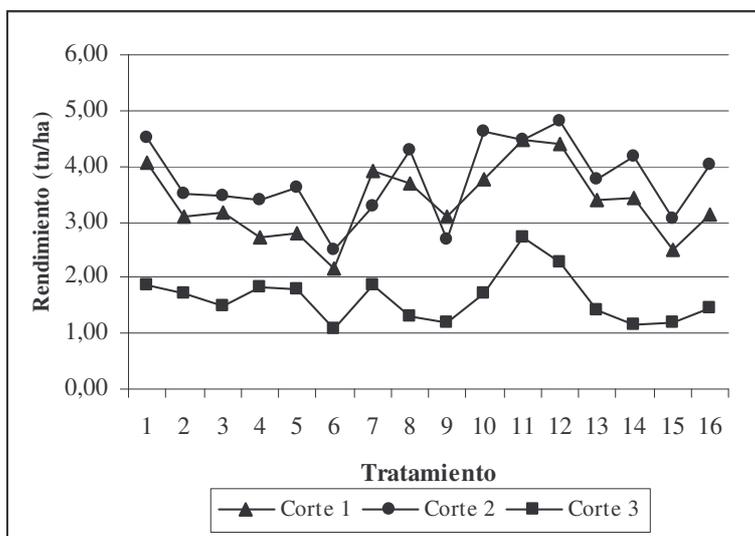
Tratamiento	Rendimiento Corte 1	Tratamiento	Rendimiento Corte 3
11	4,49 a	11	2,71 a
12	4,39 a	12	2,26 ab
1	4,06 ab	7	1,87 ab
7	3,90 ab	1	1,85 ab
10	3,77 ab	4	1,83 ab
8	3,70 ab	5	1,77ab
14	3,42 ab	10	1,73 ab
13	3,40 ab	2	1,73 ab
3	3,17 ab	3	1,49 ab
16	3,12 ab	16	1,45 ab
2	3,11 ab	13	1,40 b
9	3,11 ab	8	1,31 b
5	2,81 ab	9	1,19 b
4	2,71 ab	15	1,18 b
15	2,50 ab	14	1,17 b
6	2,18 b	6	1,10 b
Tukey ($p < 0.05$)	2,17		1,27

*: Promedios con la misma letra no son significativos según Tukey ($p < 0.05$).

Con respecto al tercer corte (Tabla 3) se pudo establecer que con la aplicación del tratamiento T11 (2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo) se alcanzó nuevamente un rendimiento alto de 2,71 tn/ha y este valor difirió estadísticamente ($p < 0.05$) de los tratamientos T6 (1 kg/ha B + kg/ha Mo), T14 (3 kg/ha B + 1 kg/ha Mo), T15 (3 kg/ha B + 2 kg/ha Mo), T9 (2 kg/ha B),

T8 (1 kg/ha B + 3 kg/ha Mo) y T13 (3 kg/ha B) que alcanzaron unos rendimientos bajos de 1,10; 1,17; 1,18; 1,19; 1,31 y 1,40 tn/ha respectivamente. El comportamiento anterior de los diferentes tratamientos se observa en la figura 1.

Figura 1. Rendimiento en fresco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha), obtenido con diferentes dosis de B y Mo.



La prueba de comparación de medias de los diferentes tratamientos para el primer corte en la variable rendimiento en seco (tn/ha) (Tabla 4) indica que en el primer corte con la aplicación del T11 (2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo) el rendimiento fue de 0.79 tn/ha difiriendo estadísticamente ($p < 0.05$) con el T6 (1 kg/ha B + 1 kg/ha Mo), T15 (3 kg/ha B + 2 kg/ha Mo) y el T5 (1 kg/ha B) con rendimientos promedios de 0,35; 0,36 y 0,39 tn/ha.

Tabla 4. Prueba de Tukey para el rendimiento en seco de perejil *Petroselinum sativum*

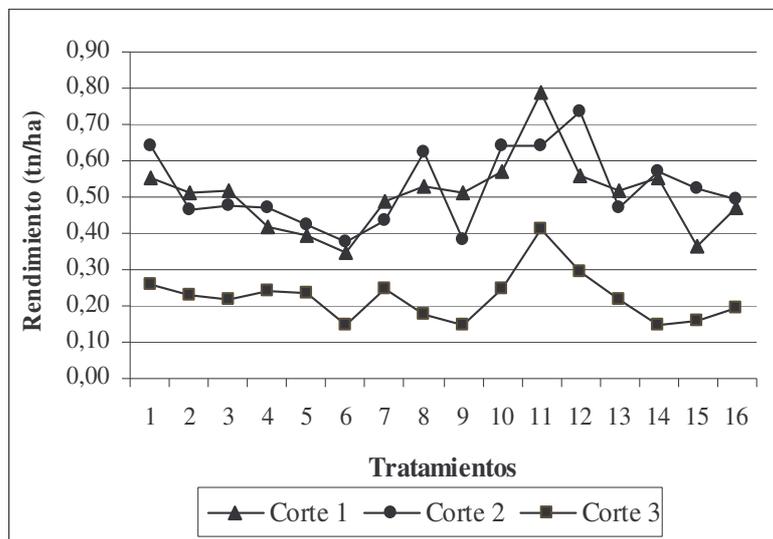
L. (tn/ha), obtenidos con diferentes dosis de B y Mo.

Tratamiento	Rendimiento	Tratamiento	Rendimiento
	Corte 1		Corte 3
11	0,79 a	11	0,41 a
10	0,57 ab	12	0,29 ab
12	0,56 ab	1	0,26 ab
14	0,55 ab	10	0,25 ab
1	0,55 ab	7	0,25 ab
8	0,53 ab	4	0,24 b
13	0,51 ab	5	0,23 b
3	0,52 ab	2	0,23 b
9	0,51 ab	3	0,22 b
2	0,51 ab	13	0,22 b
7	0,49 ab	16	0,19 b
16	0,47 ab	8	0,18 b
4	0,42 ab	15	0,16 b
5	0,39 b	14	0,15 b
15	0,36 b	9	0,15 b
6	0,35 b	6	0,14 b
Tukey (p<0.05)	0,38		0,17

*: Promedios con la misma letra no son significativos según Tukey (p<0.05).

Para el tercer (Tabla 4) corte se pudo establecer que con la aplicación del T11 (2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo) se alcanzaron rendimientos altos de 0.41 tn/ha difiriendo estadísticamente (p<0.05) del T6 (1 kg/ha B +1 kg/ha Mo), T9 (2 kg/ha B), T14 (3 kg/ha B + 1 kg/ha Mo), T15 (3 kg/ha B + 2 kg/ha Mo), T8 (1 kg/ha B + 3 kg/ha Mo), T16 (3 kg/ha B + 3 kg/ha Mo), T13 (3 kg/ha B), T3 (2 kg/ha Mo), T2 (1 kg/ha Mo), T5 (1 kg/ha B) y T4 (3 kg/ha Mo); que alcanzaron valores bajos de rendimiento 0,14; 0,15; 0,15; 0,16; 0,18; 0,19; 0,22; 0,22; 0,23; 0,23 y 0,24 tn/ha respectivamente. El efecto de los diferentes tratamientos evaluados sobre el rendimiento en seco (tn/ha) de perejil, se observa en la figura 2.

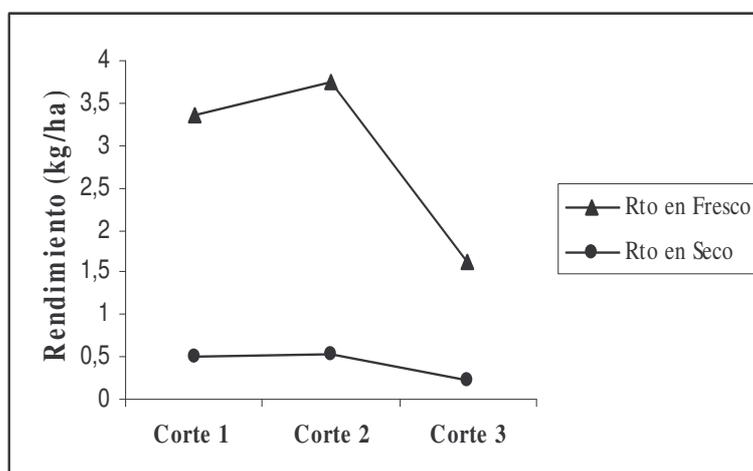
Figura 2. Rendimiento en seco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha), obtenido con diferentes dosis de B y Mo.



Los resultados anteriores evidencian que el rendimiento en las plantas de perejil en fresco y en seco para el primer y tercer corte presentaron valores importantes con las aplicaciones conjuntas de 2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo y 2 kg/ha B + 3 kg/ha Mo, colocando de manifiesto la interacción positiva de la aplicación de estos dos elementos en el cultivo. Sin embargo con la aplicación de 1 kg/ha B + 1 kg/ha Mo el rendimiento se vio reducido, posiblemente porque esta dosis sea baja teniendo en cuenta que en suelos derivados de cenizas volcánicas existe una baja disponibilidad de B y Mo y a la reacción fuertemente acida del suelo (pH 5,3) donde se desarrolló la investigación, como lo manifiestan Yamada (2000), García y Viveros (1993) y Gupta y Clutcliffe (1985).

Por otra parte al analizar los tratamientos combinados de B x Mo en los tres cortes los mayores rendimientos en fresco y en seco se alcanzaron en el corte 2 con valores promedios de 3,76 y 0,52 tn/ha, esto pudo deberse a que los tratamientos B*Mo en acción conjunta encontraron una mejor efectividad en la segunda época posiblemente por mejores condiciones de suelo y medio ambiente influyendo en los rendimientos finales.

Figura 3. Efecto de la combinación de B x Mo sobre el rendimiento en fresco y en seco de perejil *Petroselinum sativum* L. (tn/ha).



Otros autores dan soporte a esta investigación sobre el efecto positivo encontrado con la aplicación de B y Mo en el incremento del rendimiento en otras hortalizas, tal como lo afirman Aragón y Montañó (1970), quienes reportan que aplicaciones de B en pepinos cultivados en invernadero, incrementan del 12 al 25% el rendimiento. Gupta y Clutcliffe (1985), en nabo y coles, mostraron respuesta a la fertilización con este elemento.

Higuita y Lora (1964), al evaluar bajo condiciones de invernadero, la respuesta de la coliflor a la aplicación de diferentes dosis de cal y molibdato de sodio, encontraron respuesta a la aplicación de 6 tn/ha de cal y 4.8 kg/ha de molibdato de sodio.

En experimentos realizados en Australia y Nueva Zelanda, citados por Cooke (1992), sobre suelos ácidos (pH 4.8), los rendimientos de trébol fertilizado con molibdato de sodio aumentaron en un 15% para el primer año.

Análisis económico. Para el rendimiento en fresco se observa que, al pasar del tratamiento 1 testigo con cero aplicaciones de B y Mo al tratamiento 11 con la aplicación de 2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo es necesario aumentar la inversión en \$186.496. De la misma forma esta inversión se traduce en un incremento de \$276.362 en beneficios netos, arrojando una rentabilidad del 38%. Además para esta alternativa se tiene que por cada peso invertido se gana \$ 1.38 (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis económico del rendimiento en fresco de perejil *Petroselinum sativum* L. (\$/ha), obtenidos con diferentes dosis de B y Mo.

Tratamiento	Beneficio Bruto	Costos variables	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)	Relación Beneficio /Costo
11	4.208.572	3.040.508	1.168.064	38	1.38
12	4.121.143	3.047.916	1.073.227	35	1.35
1	3.745.714	2.854.012	891.702	31	1.31
10	3.647.143	2.939.491	707.652	24	1.24
8	3.342.857	2.902.128	440.729	15	1.15
7	3.257.143	2.870.036	387.107	13	1.13
14	3.150.857	2.903.568	247.290	9	1.09
2	2.995.714	2.776.960	218.755	8	1.08
13	3.081.429	2.873.798	207.631	7	1.07
16	3.101.143	2.937.328	163.815	6	1.06
5	2.948.572	2.785.197	163.375	6	1.06
3	2.918.572	2.786.938	131.634	5	1.05
4	2.860.286	2.798.500	61.786	2	1.02
9	2.515.714	2.758.316	-242.601	-9	0.91
15	2.430.857	2.821.896	-391.039	-14	0.86
6	2.082.857	2.681.647	-598.790	-22	0.78

Para el rendimiento en seco el análisis económico muestra que, al pasar del tratamiento 1 testigo con cero aplicaciones de B y Mo al tratamiento 11 con la aplicación de 2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo es necesario aumentar la inversión en \$1.414.023. De la misma forma esta inversión se traduce en un incremento de \$2.093.198 en beneficios netos, arrojando una rentabilidad del 87%. Además para esta alternativa se tiene que por cada de peso invertido se gana \$ 1.87 (Tabla, 6).

Tabla 6. Análisis económico de rendimiento en seco de perejil *Petroselinum sativum* L. (\$/ha), obtenidos con diferentes dosis de B y Mo.

Tratamiento	Beneficio Bruto	Costos Variables	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)	Relación Beneficio / Costo
11	16.524.323	8.824.021	7.700.302	87	1.87
12	14.253.600	8.036.676	6.216.924	77	1.77
10	13.179.816	7.552.427	5.627.389	75	1.75
1	13.017.102	7.409.998	5.607.104	76	1.76
8	12.008.727	7.105.183	4.903.544	69	1.69
14	11.492.638	6.925.991	4.566.647	66	1.66
3	10.912.887	6.606.448	4.306.439	65	1.65
2	10.818.761	6.563.526	4.255.235	65	1.65
13	10.803.134	6.654.894	4.148.240	62	1.62
7	10.534.635	6.557.159	3.977.476	61	1.61
16	10.464.415	6.599.873	3.864.542	59	1.59
4	10.169.363	6.357.777	3.811.586	60	1.60
5	9.442.813	6.090.181	3.352.632	55	1.55
9	9.375.102	6.039.602	3.335.501	55	1.55
15	9.432.297	6.123.200	3.309.097	54	1.54
6	7.809.516	5.414.978	2.394.539	44	1.44

Según los resultados obtenidos en el análisis económico la mejor alternativa para el agricultor es la comercialización del perejil en seco, debido a que la implementación de nuevas formas de producción da un valor agregado al producto generando una mayor rentabilidad.

CONCLUSIONES

La aplicación de 2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo en el cultivo de perejil, presentó un efecto favorable en el rendimiento en fresco con 4,49 y 2,71 tn/ha y en seco con 0,79 y 0,41 tn/ha para el primer y tercer corte respectivamente.

La aplicación de 1 kg/ha B + 1 kg/ha Mo en el cultivo de perejil, presentó un efecto desfavorable en el rendimiento en fresco con 2,18 y 1,10 tn/ha y en seco con 0,35 y 0,14 tn/ha para el primer y tercer corte respectivamente.

Los tratamientos en combinaciones B*Mo presentaron una mejor efectividad en los rendimientos en fresco y seco (tn/ha) en el segundo corte con valores de 3,76 y 0.52 respectivamente.

La aplicación de 2 kg/ha B + 2 kg/ha Mo en la fertilizaron del perejil generó una mayor rentabilidad del producto en fresco con 38% y en seco de 87% con respecto a los demás tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Facultad de Ciencias Agrícolas; Liliana Insuasty Bravo I.A. M.Sc; Ernesto Insuasty I.A. Esp; Alberto Unigarro Sánchez I.A. M.Sc; Marino Rodríguez I.A. M.Sc; Amanda Silva Parra I.A. M.Sc y Javier García Alzate I.A. M.Sc.

BIBLIOGRAFIA

ARAGON, V y MONTAÑO, A. 1970. Respuesta de la coliflor a la aplicación de boro y molibdeno en dos suelos volcánicos del altiplano de Pasto. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. p 16-18.

CLAVIJO, J. 1994. Fertilidad de suelos, diagnostico y control: metabolismo de los nutrientes en las plantas. SCCS, Bogota. p 26-27.

COOKE, G. 1992. Fertilización para rendimientos máximos. Continental, México. 373 p.

DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de fertilización. Mundi-Prensa, Madrid. 573 p.

FASSBENDER, H y BORNEMISZA, E. 1987. Química de suelos con énfasis de suelos de América Latina. IICA, Costa Rica. p 331-397.

GARCIA, B y VIVEROS, M. 1993. Disponibilidad de elementos menores en suelos de clima frío en Nariño. Revista de ciencias agrícolas. 12(1): 32 - 40.

- GOMÉZ, I. 2006. Manual técnico de fertilización de cultivos. Microfertisa, Bogotá. 115 p.
- GUERRERO, R y BURBANO, O. 1978. Estado de los micronutrientes en suelos derivados de cenizas volcánicas. Revista Suelos Ecuatoriales, Colombia. 9(2):181.
- GUPTA, C y CUTCLIFFE, A. 1988. Boron nutrition of carrots and table beets grow in a boron deficient soil. Review Plant anal, USA. 16(5):509 - 516.
- HIGUITA, F y LORA, R. 1964. Respuesta de la coliflor a la aplicación de molibdeno. Revista de agricultura tropical. 26(11):638 - 643.
- INPOFOS, Instituto de la Potasa y el Fósforo. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Reserch educación, Quito. p 3-4.
- INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. 2007. Información meteorológica. Pasto.
- MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. 1998. Fertilización de cultivos de clima frío. Monómeros, Bogota. 370 p.
- PERRIN, R.; WILKELMAN, D; MOSCARDI, E. y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México. 54 p.
- SAÑUDO, B; AREVALO, R; ARTEAGA, G.; BETANCOURTH, C. y CHAVES, J. 2007. La necesidad de preservar el recurso fitogenético alimentario de la región andina de Nariño. Universidad de Nariño, Pasto. p 21-22.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE NARIÑO. 2006. Consolidado agropecuario. 85 p.
- YAMADA, T. 2000. Boro: se están aplicando las dosis suficientes para el adecuado desarrollo de las plantas. Revista de informaciones agronómicas. 1(41):6.