

## NOTA CIENTÍFICA

---

### Evaluación de mezclas formuladas de fertilizantes con dosis crecientes y aplicación de materia orgánica en el rendimiento de tabaco negro en un suelo arenoso bajo condiciones de invernadero

#### Evaluation of formulated blending of fertilizers with increasing doses and addition of organic matter in dark tobacco in a sandy soil under greenhouse conditions

Aníbal Córdor G.<sup>1</sup> y Sven Villagarcía H.<sup>2</sup>

---

#### Resumen

El presente trabajo compara tres mezclas formuladas de fertilizantes —una mezcla tradicional; un fertilizante mineral 10-15-20; y un fertilizante orgánico-mineral 8-12-16 en dosis crecientes, con y sin aplicación de materia orgánica (humus de lombriz)— en el cultivo de tabaco. El experimento se condujo en un suelo arenoso de irrigación utilizando 2 plántulas de tabaco negro por maceta. La fertilización al suelo para cada dosis de NPK en mg.kg<sup>-1</sup>/maceta fue: dosis baja (160-60-80), dosis media (320-120-160) y dosis alta (480-180-240). Se utilizó el diseño completo al azar con arreglo factorial, con tres repeticiones y conducido en macetas con 4 kg de suelo. La evaluación consistió en medir el rendimiento en peso fresco de la parte aérea y el peso seco total (parte aérea y radicular) de las plantas.

Fue posible observar que no existe superioridad en cuanto a la materia fresca y seca total producidas entre las mezclas formuladas utilizadas, con un promedio de 432,5g/maceta y 112,6g/maceta, respectivamente. Se pudo tener así tres alternativas en la fertilización de tabaco. Sin embargo, con el uso del fertilizante orgánico-mineral se obtendría mayores beneficios en el suelo por el efecto residual que dejaría por contener en su composición un 25% de materia orgánica por cada 100 kg de fertilizante. Conforme aumentan las dosis de fertilización se incrementan también los rendimientos, notándose el efecto directo de los fertilizantes en el sustrato arenoso utilizado, sin salinidad que pueda haber afectado la asimilación de nutrientes. Además, se observó la baja fertilidad del sustrato al comparar el tratamiento adicional 0-0-0 con los demás tratamientos, lo que ha producido más del 300% en cuanto a rendimiento. No existe efecto significativo en la interacción fertilizante vs. materia orgánica en la producción de materia fresca aérea y seca total, debido a que la dosis de materia orgánica fue baja (1%).

**Palabras clave:** mezclas formuladas de fertilizantes, suelo arenoso, tabaco negro.

#### Abstract

This trial compares 3 formulated blending of fertilizers (a traditional blending, a mineral fertilizer 10-15-20 and an organic-mineral fertilizer 8-12-16) in increasing doses, with and without the addition of organic matter (worm compost) in tobacco cultivation. This trial was conducted in a sandy soil of irrigation using 2 dark tobacco seedlings per pot. Soil fertilization for each NPK doses in mg.kg<sup>-1</sup> was: low dose (160-60-80), medium dose (320-120-160) and high dose (480-180-240). A complete randomized design with factorial arrangement and three replications was used. Replications were 4 kg soil pots. The evaluation consisted in measuring the yield of the fresh weight of the aerial part and the dry weight of the aerial and rooted part of the plants.

It could be seen that none of the formulated blending used were much better among them in terms of the fresh and dry matter evaluated, with an average of 432,5 g and 112,6 g, respectively. In this way, there are three alternatives when fertilizing tobacco. However, when we use the organic-

---

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. E-mail: anibalfcg@yahoo.com

<sup>2</sup> Docente Principal del Departamento de Suelos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Suelos Av. La Universidad s/n La Molina. Tt. 3495647-219

mineral fertilizer we can get more benefits for soils because there is a 25% of organic matter in its composition for each 100 kg of the fertilizer. While doses are increased yields also increase, the direct effect of fertilizers was evident in the sandy soil without a high visible salinity. Besides, it could be seen the poor fertility of the soil when comparing the additional treatment 0-0-0 with the other ones producing more than 300% in terms of yield. There is no significant effect in the interaction fertilizer-organic matter in the production of aerial fresh matter and total dry matter due to the low application of organic matter (1%).

**Key words:** Formulated blending of fertilizers, sandy soil, dark tobacco.

Actualmente en el Perú, se siembra alrededor de 1200 hectáreas de tabaco en los departamentos de Tumbes, Lambayeque, Amazonas, Cajamarca, San Martín y Junín. Estas siembras son fomentadas y financiadas por dos empresas tabacaleras (Hoja Peruana de Tabaco y Tabacos del Perú S. A.). Los tipos de tabaco que se cultivan a nivel nacional son tabaco negro y tabaco rubio (curados al aire y en atmósfera artificial). El tabaco negro es el único que se siembra en San Martín. Se producen más de 3800 toneladas de hoja seca anualmente, de las cuales 90% corresponde al tabaco rubio (que incluye al tabaco claro, tabaco rubio Virginia y al tabaco Burley); la diferencia corresponde al tabaco negro (variedad Tarapoto y tabaco para habanos). Con un adecuado manejo agronómico se puede obtener 20 toneladas de hojas verde por hectárea lo que significa 3 tm/ha de tabaco curado.

Debido a que la calidad de las hojas es más importante que el rendimiento, habrá que aportar los elementos nutritivos promotores de la calidad. El orden de preferencia es el siguiente: el potasio, que contribuye a una buena calidad de la hoja ya curada y fermentada, tanto en apariencia física como en combustibilidad; el nitrógeno, que es necesario para el desarrollo de la planta y obtener una cuantiosa cosecha; el fósforo, que favorece el crecimiento normal de la planta y acelerar la maduración de las hojas. Otro punto clave en la fertilización del tabaco es el efecto negativo del cloro, el cual reduce la combustibilidad más que cualquier otro componente inorgánico, por lo que debe evitarse fertilizantes y enmiendas orgánicas que presenten cloruros.

El nitrógeno es la base para obtener una cosecha cuantitativamente elevada. Su in-

fluencia directa sobre el metabolismo del tabaco se manifiesta por un incremento en nicotina, nitratos y amoníaco en los tejidos de las hojas. Indirectamente su acción se deja sentir sobre la asimilación de otros elementos como el potasio y el fósforo, cuyos contenidos en los tejidos de las hojas de la planta disminuyen cuando ésta recibe aportes excesivos de nitrógeno, además se produce una merma en su capacidad de combustión. Los aportes nitrogenados deben proporcionar este elemento en forma asimilable durante todo el ciclo vegetativo, si se trata de tabacos para cigarro y lo contrario para tabacos destinados a la confección de cigarrillos (tabacos tipo Virginia). Esto debido a la relación azúcar/proteína que debe ser para los del primer tipo elevada (a fin de tener un humo de sabor dulce y reacción ácida) y para los segundos baja (para tener un sabor y aroma alcalinos) (Llanos, 1981). La intensidad del color verde de las hojas se halla estrechamente relacionada con el contenido de nitrógeno. Una planta muy deficiente tendrá hojas pálidas y pequeñas que tenderán a crecer enhiestas y formando un ángulo agudo con el tallo. El desarrollo general se efectúa en pequeña escala con un tallo delgado, y la maduración se demora. Las hojas recolectadas de tales cosechas son pálidas, delgadas y faltas de textura después del curado (Akehurst, 1973). Un exceso de nitrógeno da una coloración oscura, casi negra, una escala exagerada de desarrollo vegetativo, una proporción muy grande de tallo a hoja y de nervio central a lámina, y una demora en la maduración (Akehurst, 1973).

Por otro lado la acción del fósforo consiste en acelerar el proceso de maduración de sus hojas. Para los tabacos de cigarrillos que pre-

cisan una proporción elevada de azúcares en sus tejidos al cosechar, convendrá su maduración con aportes fosforados, no así para los tabacos para cigarros puros. El exceso de fósforo produce tabacos de hojas quebradizas y acartonadas que arden mal, dando una ceniza negruzca. La mejor fuente de fósforo son los superfosfatos (Llanos, 1981).

El potasio es el elemento de mayor importancia para este cultivo. La calidad de las hojas y la buena combustibilidad son características relacionadas con una dosis adecuada de potasio (Akehurst, 1973; Llanos, 1981; Gros, 1992). Las sales potásicas de los ácidos orgánicos que se encuentran en las hojas liberan este elemento con gran facilidad al arder, confirmando al producto industrial una extraordinaria capacidad de combustión. Es recomendable el uso del potasio para el abonado de los tabacos destinados a la elaboración de cigarrillos por la inhibición de la síntesis de proteínas y por ser catalizador de la formación de azúcares en las hojas de la planta (Llanos, 1981).

En los tejidos de la planta el calcio da mayor movilidad a otros elementos como el nitrógeno y contribuye directa o indirectamente al equilibrio ácido-base de los compuestos de la hoja y a la formación de materia seca. La relación Ca/Mg en las hojas secas y fermentadas es de gran importancia, pues de ella dependen las características de las cenizas que producen al arder. El calcio, sobre todo en exceso, contribuye a que la ceniza sea compacta, lo que, al dificultar el paso del aire al interior del cigarro o cigarrillo, produce una combustión incompleta. En cambio, el magnesio contribuye a dar una ceniza porosa, suelta y de color claro, lo que mejora la combustión. De un equilibrio apropiado entre los dos elementos depende la buena combustión del tabaco y la formación de una ceniza de consistencia media, porosa pero no excesivamente compacta (Llanos, 1981).

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo experimental del La-

boratorio de Fertilidad de Suelos de la UNALM, durante los meses de agosto a diciembre del 2001. Los datos climatológicos durante el establecimiento del cultivo fueron: temperatura promedio mensual 17,6 °C, precipitación pluvial mensual 0,9 mm; las características del suelo utilizado fueron de textura arenosa, CE: 1,83 dS/m, pH: 8,5, M. O.: 0,1%, P-disponible: 4,8ppm, K-disponible 127,2 kg K<sub>2</sub>O/ha. De acuerdo a los resultados del análisis de suelo, se trata de un suelo muy ligeramente salino, de pH neutro, con un bajo contenido de materia orgánica, fósforo y potasio aunque con un contenido medio de carbonato de calcio. El diseño estadístico empleado fue el Diseño Completo al Azar (DCA) en arreglo factorial (3x3x2). El factorial compuesto por tres fuentes de fertilización (mezcla tradicional de fosfato diamónico, nitrato de amonio, sulfato de potasio y sulpomag; fertilizante mineral 10-15-20 +2MgO+10S; superguano 8-12-16 +2MgO + 7S), tres dosis de NPK en ppm: baja (160-60-80), media (320-120-160) y alta (480-180-240). La dosis nitrogenada se fraccionó en cuatro partes, siendo la relación inicial de NPK de 1:1,5:2, y dos niveles de materia orgánica (humus de lombriz al 0% y 1%) hacen un total de 18 tratamientos del factorial más 4 tratamientos adicionales de 0-0-0 y con elementos faltantes (0-P-K, N-0-K y N-P-0; utilizándose fosfato diamónico, superfosfato de calcio triple, sulfato de potasio y sulpomag). El aporte de potasio (K<sub>2</sub>O) para el caso de la mezcla tradicional y adicional fue con un 80% de sulfato de potasio y un 20% de sulpomag.

Se tuvo 3 repeticiones por tratamiento, lo que hace un total de 66 tratamientos. El ensayo fue conducido en macetas con 4 kg de suelo utilizándose en cada maceta 2 plántulas de tabaco negro de la variedad Tarapoto provenientes de bandejas almacigueras con celdas.

Los parámetros evaluados fueron el peso fresco de parte aérea y el peso seco total (parte aérea y radicular) de las plantas previo secado en estufa.

### *Efecto principal de la fuente de fertilización*

Entre los tratamientos con los fertilizantes (mezcla tradicional, 10-15-20 + 2MgO + 10S y superguano 8-12-16 + 2MgO + 7S) no existen diferencias estadísticas significativas en cuanto a las variables de peso fresco de la parte aérea, peso seco radicular y peso seco total.

El rendimiento promedio de las fuentes en base a materia fresca de la parte aérea fue de 432,5 g/maceta. La mezcla tradicional alcanzó un rendimiento de 434 g/maceta, el fertilizante mineral 10-15-20 + 2MgO + 10S obtuvo 429,9 g/maceta y el fertilizante orgánico-mineral 8-12-16 + 2MgO + 7S rindió 433,6 g/maceta.

El rendimiento promedio en base a peso seco aéreo y materia seca total fue el siguiente: usando la mezcla tradicional con 90,9 y 113,2 gramos/maceta respectivamente; con el fertilizante mineral 10-15-20 + 2MgO + 10S con 92,5 y 114,1 gramos/maceta respectivamente y con el fertilizante orgánico-mineral 8-12-16 + 2MgO + 7S con 87,8 y 110,6 gramos/maceta respectivamente. El comportamiento superior con la mezcla tradicional y el fertilizante mineral 10-15-20 + 2MgO + 10S se debería a que aportan mayor cantidad de azufre y según (Llanos, 1981), éste contribuiría al rendimiento en peso de la cosecha. Los tratamientos con el fertilizante mineral 10-15-20 + 2MgO + 10S poseen mayor porcentaje de materia seca de la parte aérea promedio con 21,4%, seguido de los de la mezcla tradicional con 21% y por último con los del fertilizante orgánico-mineral 8-12-16 + 2MgO + 7S con 20,3%. Este comportamiento respondería a la ligera diferencia estadística que existe en el peso seco aéreo.

### *Efecto principal de la dosis de fertilización*

El mayor rendimiento se registra con la dosis alta de fertilización (480-180-240) con 552,2 y 145 gramos de peso fresco aéreo y peso seco total /maceta respectivamente. Seguido por la dosis media (320-120-160) con 451,6 y 118,1g de peso fresco aéreo y peso seco total por maceta respectivamente. Por

último, la dosis baja (160-60-80) con 293,6 y 74,9 gramos de peso fresco aéreo y peso seco total / maceta, respectivamente. La dosis de fertilización fue estadísticamente significativa, y se notó el efecto directo de las fuentes de fertilización y las dosis de fertilización debido al uso del suelo arenoso.

Se puede afirmar que no hubo efecto de salinidad por parte de los fertilizantes en las dosis crecientes debido a que mayor cantidad de sales fertilizantes incorporadas hubo mayor rendimiento. La conductividad eléctrica fue similar con cada fuente y dosis (con un promedio general de 2,8 dS/m) al iniciar el experimento. Además, el agua utilizada contenía baja C. E. (0,86 dS/m) no pudiendo ser las sales un factor limitante. En cuanto al pH, éste fue neutro ideal y no limitante para tabacos del tipo oscuro según (Llanos, 1981).

### *Efecto principal de la aplicación de materia orgánica*

Con la aplicación de 1% de materia orgánica se obtuvo 438,1 y 113,7 gramos de peso fresco aéreo y peso seco total por maceta respectivamente. En cambio, no aportando materia orgánica se obtuvo 426,9 y 111,6 gramos de peso fresco aéreo y peso seco total/maceta respectivamente.

Existe así, una diferencia estadística no muy alta en el peso fresco aéreo pero sin que represente significación para el peso seco total. Esto último debido a que fue un aporte bajo y no se pudo observar resultados de sus efectos en el cultivo a pesar de haberse utilizado humus, materia orgánica que ha pasado por un proceso de descomposición.

### *Efectos de primer orden*

La producción de materia fresca de la parte aérea, materia seca aérea, materia seca radicular y materia seca total con las interacciones fertilizante vs. dosis de fertilización y fertilizante vs. materia orgánica fluctúa de 287,2 a 755,6% respecto del testigo 0-0-0.

*Efectos simples*

Existen diferencias estadísticas significativas con la interacción Fuentes de fertilización vs. Dosis baja en base al peso fresco aéreo, resultando la mezcla tradicional con un rendimiento promedio superior con 316,7 g/maceta; esto se debería a que esta fuente aporta mayor cantidad de magnesio y azufre respecto del uso de las otras fuentes. La interacción Fuentes de fertilización vs. Dosis alta fue estadísticamente significativa, resultando el superguano 8-12-16 con un peso fresco aéreo promedio superior con 566,7 g/maceta; esto también se debería a la buena respuesta de la planta a tal dosis considerando que el superguano tiene diversas fuentes de materia orgánica que aportan microelementos que vigorizan las plantas.

Existe diferencia estadística no muy significativa con la interacción materia orgánica vs. fertilizante orgánico-mineral en base al peso seco aéreo, resultando el aporte de 1% de materia orgánica superior al nulo aporte con 92,6 y 83 g/maceta respectivamente. Esto se habría producido debido al mayor porcentaje de materia seca alcanzado por los tratamientos con materia orgánica (20,8%) respecto de los que tuvieron 0% de materia orgánica (19,7%).

*Efectos de segundo orden*

El rendimiento promedio mas bajo en base al peso fresco aéreo y peso seco total se observa con la interacción (8-12-16-dosis baja+0%M.O.) con 264,3 y 65,6 gramos/maceta respectivamente. Este comportamiento al poco vigor en el momento del transplante para la interacción mencionada muestra un rendimiento diferente de otros tratamientos.

Se observa que para las fuentes de fertilización la producción de materia fresca aérea y materia seca total aumenta conforme la dosis es mayor tanto con 0% como con 1% de materia orgánica.

Estadísticamente, no existen diferencias significativas entre la interacción de los 3 factores en estudio.

Respecto de la prueba de comparación DLS (0,05), se observa que existen diferencias entre tratamientos de una misma dosis de fertilización, y la causa puede ser principalmente el ataque de plagas (larva de lepidópteros, chinches, pulgones y mosca minadora) poco después del primer mes de iniciado el experimento, lo que hace que el área foliar disminuya y por consiguiente también los rendimientos. Se nota, la lenta adaptación de la variedad de tabaco utilizada a las condiciones de la costa.

Una repetición del tratamiento (8-12-16-dosis media+0%M.O.) tuvo una supuesta patología virósica que causó una baja en el rendimiento.

*Conclusiones*

—El sustrato arenoso utilizado fue de baja fertilidad, sobre todo carente de nitrógeno debido a la escasa producción de materia fresca y seca al comparar los tratamientos testigos 0-0-0 y 0-P-K con los del factorial. Estos últimos produjeron más de 300% en términos de materia fresca aérea y seca total respecto al testigo 0-0-0.

—No existe superioridad en cuanto a la materia fresca aérea y seca total producidas entre las mezclas formuladas utilizadas, y así se puede tener tres alternativas en la fertilización de tabaco. Sin embargo, con el uso del superguano 8-12-16 se obtendría mayores beneficios en el suelo por el efecto residual que dejaría por contener en su composición un 25% de materia orgánica por cada 100 kg de fertilizante.

—Conforme aumentan las dosis de fertilización se incrementan también los rendimientos, notándose el efecto directo de los fertilizantes en el sustrato arenoso utilizado, sin salinidad que pueda haber afectado la asimilación de nutrientes.

—No existe efecto significativo en la interacción fertilizante vs . materia orgánica en la producción de materia fresca aérea y seca total, debido a que la dosis fue baja (1%).

**Tabla 1.** Efecto de la interacción de fuentes de fertilización, dosis de fertilización y aplicación de materia orgánica (M.O.) en el rendimiento en peso (g/maceta) de tabaco negro

	Tratamiento	Peso fresco promedio		Peso seco promedio		total
		Parte aérea	Parte aérea	Parte radicular		
<b>Mezcla tradicional+N.A.</b>						
1	160-60-80+0%M.O.	308,3 FG	66,0 EF	13,0 HI		79,0 GH
2	160-60-80+1%M.O.	325,0 F	68,3 E	16,3 GH		84,6 G
3	320-120-160+0%M.O.	433,0 DE	94,0 C	22,3 DEF		116,3 DE
4	320-120-160+1%M.O.	460,3 CD	94,3 C	25,7 BCDE		120,0 DE
5	480-180-240+0%M.O.	541,3 AB	112,0 AB	30,0 AB		142,0 AB
6	480-180-240+1%M.O.	536,0 B	11,0 B	26,3 BCD		137,3 BC
<b>10-15-20+2MgO+10S+N.A.</b>						
7	160-60-80+0%M.O.	271,7 H	58,7 FG	12,3 HI		71,0 BC
8	160-60-80+1%M.O.	283,0 GH	55,7 G	14,7 GHI		70,4 HI
9	320-120-160+0%M.O.	465,7 C	105,0 B	22,0 DEF		127,0 CD
10	320-120-160+1%M.O.	456,3 CD	96,7 C	21,3 EF		118,0 DE
11	480-180-240+0%M.O.	557,0 AB	119,7 A	30,0 AB		149,7 A
12	480-180-240+1%M.O.	545,7 AB	119,3 A	29,3 ABC		148,6 AB
<b>Superguano 8-12-16+2MgO+7S+N.A.</b>						
13	160-60-80+0%M.O.	264,3 H	53,3 GH	12,3 HI		65,6 I
14	160-60-80+1%M.O.	309,3 FG	64,0 EF	14,7 GHI		78,7 GH
15	320-120-160+0%M.O.	436,7 DE	85,0 D	24,7 CDE		109,7 EF
16	320-120-160+1%M.O.	457,7 CD	94,0 C	23,3 DEF		117,3 DE
17	480-180-240+0%M.O.	564,0 AB	110,7 B	33,0 A		143,7 AB
18	480-180-240+1%M.O.	569,3 A	119,7 A	29,0 ABC		148,7 A
<b>Adicionales</b>						
19	0-0-0	75,0 I	16,0 I	4,7 J		20,7 K
20	0-120-160	86,0 I	17,7 I	5,3 J		23,0 K
21	320-0-160	255,3 H	45,7 H	10,3 I		56,0 J
22	320-120-0	412,0 E	83,0 D	18,7 FG		101,7 F
<b>Estadística del Factorial con Adicionales</b>						
	CV(%)	4,5	6,0	14,8		6,6
	DLS (0,05)	28,7	8,0	4,9		10,9

N.A.= Nitrato de amonio

**Nota.** Cuando se compara dos tratamientos y se tiene al menos una letra que se repite en el análisis estadístico, esto indica que ambos tratamientos tienen comportamiento similar; en caso contrario existen diferencias estadísticas significativas.

### Literatura citada

- Akehurst, B. C. 1973. El tabaco. Editorial Labor. Barcelona. pp. 112-121.
- Gros, A y A, Domínguez. 1992. Abonos: guía práctica de la fertilización. Editorial Mundi-prensa. Madrid. 450 pp.
- Llanos, M. 1981. El Tabaco: Manual Técnico para el Cultivo del Tabaco. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 305 pp.