

**ESTUDIO DE LA FERTILIZACION QUIMICA EN CAÑA GUADUA  
(*Guadua angustifolia*) EN VIVERO. PEDRO V. MALDONADO – PICHINCHA**

Napoleón Núñez<sup>1</sup>, Marcelo Calvache<sup>2</sup>, Eric Briones<sup>3</sup>

**RESUMEN**

En la Hacienda “San Marcos” del H. Consejo Provincial de Pichincha ubicada en La Celica, Pedro Vicente Maldonado, a 560 msnm y con una temperatura promedio anual de 24°C, se investigó el efecto de la fertilización química en plántulas de Guadua (*Guadua angustifolia*) en la fase de vivero. Para el elemento Nitrógeno (N) se utilizaron las dosis n1: 4.20 g/m<sup>2</sup>, n2: 6.00 g/m<sup>2</sup> y n3: 7.80 g/m<sup>2</sup>, para el Fósforo (P) p1: 7.00 g/m<sup>2</sup> y p2: 13.00 g/m<sup>2</sup> y para Potasio (K) k1: 4.90 g/m<sup>2</sup> y k2: 9.10 g/m<sup>2</sup>. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar en el que se dispuso un arreglo factorial 3 x 2 x 2 + 1 con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de 0.80m x 0.50m = 0.40 m<sup>2</sup>. Se evaluó: porcentaje de prendimiento, altura de planta a los 30, 60 y 90 días, número de hijuelos/planta, días a la obtención de plántulas y análisis económico. De los resultados obtenidos, se desprende que la menor altura de planta se obtuvo con la interacción n2p1k2 (6.00gN/m<sup>2</sup>, 7.00gP/m<sup>2</sup>, 9.10gK/m<sup>2</sup>) que alcanzó 14.06 cm al momento del deshije; el mayor número de hijuelos/planta presentó la interacción n2p2k1 (6.00gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 4.90gK/m<sup>2</sup>), con un promedio de 10.28 hijuelos/planta; mientras que para la variable días a la obtención de plantas la interacción n3p2k2 (7.80gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 9.10gK/m<sup>2</sup>) resultó ser la más precoz para realizar el deshije con 101.94 días de promedio. Del análisis económico se desprende que la interacción n2p2k1 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) obtuvo el mayor beneficio económico, con una Tasa Beneficio / Costo de 5.71.

**INTRODUCCION**

La guadúa (*Guadua angustifolia* Kunth) es una planta que aporta múltiples beneficios para el ambiente y el hombre (5). El rápido crecimiento permite “aportes de biomasa aérea” al suelo entre 2 y 4 ton/ha/año, volumen que varía según el grado de intervención del guadual. Contribuye significativamente a controlar la erosión del suelo y al aumento de la infiltración del agua proveniente de la lluvia, con lo cual se ayuda la regulación hídrica, además, actúa como una bomba de almacenamiento de agua, donde en épocas húmedas absorbe importantes volúmenes de agua que almacena tanto en su sistema rizomático como en el tallo, en algunos casos llegando a superar fácilmente los 30375 litros por hectárea, que son regresados al suelo paulatinamente en épocas de sequía (2). En los últimos años, donde la protección del medio ambiente ha tomado especial importancia, el potencial de *Guadua angustifolia* como planta fijadora de dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>) es de 9.00 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea/año, información fundamental y necesaria para ingresar al sistema internacional de comercio de derechos de emisión; lo cual traería beneficios adicionales a los inversionistas y cultivadores (4). Debido a los múltiples beneficios que esta planta presenta, y con la finalidad de que el productor disponga de información, se realizó la presente investigación, orientado a

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo de la Universidad Central del Ecuador.

<sup>2</sup> Profesor de la cátedra de Nutrición Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador.

<sup>3</sup> Ing. Agrónomo Universidad Tecnológica Equinoccial.

obtener plantas de buena calidad en vivero a base de un adecuado manejo y aplicación de fertilizantes, considerando que esta es una etapa muy importante para el desarrollo de la futura plantación. Con estos antecedentes la presente investigación se planteó los siguientes objetivos: - Evaluar la fertilización química a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en guadúa (*Guadua angustifolia*) en la fase de vivero. - Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio y los costos de producción de las plántulas bajo condiciones del ensayo.

### **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se realizó en la Hacienda San Marcos, del H. Consejo Provincial de Pichincha, ubicada a 560 msnm en La Celica, Pedro Vicente Maldonado. La zona del ensayo tiene una temperatura promedio anual de 24 °C, y una precipitación promedio anual de 2500 mm (10).

Los factores en estudio fueron niveles de Nitrógeno (N): n1= 4.20 g/m<sup>2</sup>; n2= 6.00 g/m<sup>2</sup>; n3= 7.80 g/m<sup>2</sup>; Fósforo (P): p1= 7.00 g/m<sup>2</sup>; p2= 13.00 g/m<sup>2</sup> y Potasio (K): k1= 4.90 g/m<sup>2</sup>; k2= 9.10 g/m<sup>2</sup>. Además se incluyó un tratamiento adicional que fue n0p0k0 (sin fertilización).

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial 3 x 2 x 2 + 1 con cuatro repeticiones. El área de la unidad experimental fue de 0.40 m<sup>2</sup>, cada una con 3 filas de 0.80 m de largo y 0.25 m entre filas.

Se evaluaron las siguientes variables: Porcentaje de prendimiento, altura de planta a los 30, 60 y 90 días, número de hijuelos por planta, días a la obtención de plántulas y análisis económico.

A más del análisis de suelo, se realizó el desmalezado y arado del suelo, para posteriormente trazar los bancos de propagación. Adicional a estas actividades se realizó la preparación de las plántulas (separación y selección de “chusquines”), luego se procedió a la fertilización de los bancos y a la plantación de los “chusquines”. Las labores culturales que se realizaron fueron: cinco deshieras y el deshije o separación de “chusquines” al final del ensayo. No se realizaron riegos ni controles fitosanitarios porque según el monitoreo del almacenamiento del agua en el suelo con el L Para la interacción N x P, la combinación de la dosis media de nitrógeno con la dosis baja de fósforo (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 11.71 cm, mientras que la mayor altura presenta la combinación de los niveles altos de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>) con 13.78 cm. Para la interacción P x K, la dosis baja de fósforo y alta de potasio (7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 12.29 cm, en tanto que la mayor altura presenta la combinación de las dosis altas de estos elementos (13.00 gP/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 13.15 cm.

isímetro MC (3) y de la incidencia de plagas y enfermedades no fue necesario realizarlos.

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **- Porcentaje de prendimiento**

Del análisis de varianza para evaluar el porcentaje de prendimiento, Cuadro 1, se observa que no hay diferencia significativa para las fuentes de variación; es decir, que las diferentes dosis

de fertilizantes no influyen en el prendimiento de las plántulas. El coeficiente de variación fue de 7.94% dando una alta confiabilidad a los resultados obtenidos y el promedio general fue de 92.44%, que es considerado como bueno para este tipo de investigaciones.

La significación estadística obtenida en las repeticiones se atribuye a problemas de exceso de agua y falta de buen drenaje, especialmente, en la parte baja de las repeticiones I y III, lo cual afectó a los tratamientos ubicados en dicha área

**Cuadro 1.** ADEVA para porcentaje de prendimiento, número de brotes y días a la obtención de plántulas en el estudio de la fertilización química en Guadúa (*Guadua angustifolia*) en vivero. Pedro V. Maldonado – Pichincha. 2002.

F de V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS		
		PRENDIMIENTO %	No.- BROTES	DIAS OBTENCION PLANTULAS
TOTAL	51			
TRAT.	12	34.47 ns	13.35 **	135.43 **
Nitrógeno (N)	2	33.33 ns	42.68 **	580.25 **
Fósforo (P)	1	75.00 ns	7.39 **	2.30 *
N x P	2	33.32 ns	0.17 ns	0.04 ns
Potasio (K)	1	45.32 ns	0.96 ns	42.19 **
N x K	2	3.71 ns	0.08 ns	6.87 **
P x K	1	23.13 ns	0.10 ns	0.88 ns
N x P x K	2	64.72 ns	32.96 **	202.74 **
Fact. vs. Adic.	1	1129.43 ns	65.92 **	405.48 **
REPETICIONES	3	191.71*	1.48 *	1.30 *
E. EXPERIMENTAL	36	53.88	0.42	0.42
Promedio:		92.44	7.78	111.20
C.V. : %		7.94	8.33	0.58

Para Nitrógeno, Fósforo y Potasio, Cuadro 4, los menores porcentajes de prendimiento se obtuvieron con las dosis altas de nitrógeno n3 (7.80 g/m<sup>2</sup>) y fósforo p2 (13.00 g/m<sup>2</sup>) con 90.42 y 90.83%; mientras que con la dosis baja de potasio p1 (7.00 g/m<sup>2</sup>) se alcanzó la menor respuesta con 91.11%. En tanto que los porcentajes más altos de prendimiento presentaron los niveles bajo de nitrógeno n1 (4.20 g/m<sup>2</sup>) y fósforo p1 (7.00 g/m<sup>2</sup>) con 92.92 y 93.33% respectivamente y el nivel alto de potasio k2 (9.10 g/m<sup>2</sup>) con 93.06%.

En el Cuadro 4, para la interacción N x P, los niveles alto de nitrógeno y fósforo n3p2 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>) presentaron el menor porcentaje de prendimiento con 88.33%, mientras que la combinación de los niveles bajo de nitrógeno y fósforo n1p1 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) obtuvieron el mayor prendimiento con 95.00%. Para la interacción N x K el menor porcentaje de prendimiento presentó la combinación de los niveles alto de nitrógeno y baja de potasio n3k1 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 4.90 gK/m<sup>2</sup>) con 89.17%, en tanto que el mayor prendimiento se obtuvo con la combinación de los niveles bajo de nitrógeno y alta de potasio n1k2 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 94.17%. Para la interacción P x K el nivel alto de fósforo combinado con el nivel bajo de potasio p2k1 (13.00 gP/m<sup>2</sup>; 4.90 gK/m<sup>2</sup>) presentó el menor prendimiento con

90.56%, mientras que la combinación de las dosis baja de fósforo y alta de potasio p1k2 (7.00 gP/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentaron el mayor porcentaje de prendimiento con el 95.00%.

En el mismo Cuadro 4, para la interacción N x P x K se observa que los niveles alto de nitrógeno y fósforo y bajo de potasio n3p2k1 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) presentan el menor porcentaje de prendimiento con el 86.67%, mientras que la combinación de las dosis baja de nitrógeno y fósforo y alta de potasio n1p1k2 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) obtuvieron el mayor prendimiento de plántulas de guadúa con 98.33%. Es decir, tanto en forma independiente como en combinación las dosis altas de nitrógeno y fósforo y baja de potasio inciden en el porcentaje de prendimiento de guadúa, lo que se puede atribuir a la susceptibilidad de la planta a determinadas concentraciones de ciertos elementos en los primeros estados de desarrollo.

Para la interacción factorial vs adicional, Cuadro 4, se observa que el tratamiento testigo presentó el mayor prendimiento con el 96.67%, mientras que los tratamientos con fertilización química alcanzaron un 92.08% de prendimiento.

### - **Altura de planta a los 30 días**

Del análisis de la varianza para altura de planta a los 30 días, Cuadro 2, se observó alta significación estadística para las interacciones N x K, N x P x K y para el factorial vs adicional y no presentan significación estadística los elementos nitrógeno, fósforo, potasio y las interacciones N x P y P x K. El coeficiente de variación fue de 12.12% y el promedio general de 7.65 cm de altura de planta.

En el Cuadro 3, se presentan los promedios y rangos de significación estadística. Así, para nitrógeno las dosis media (6.00 g/m<sup>2</sup>) y alta (7.80 g/m<sup>2</sup>) presentaron la menor y mayor altura de planta con 7.65 y 7.94 cm de promedio respectivamente. Para el fósforo el nivel bajo (7.00 g/m<sup>2</sup>) y alto (13.00 g/m<sup>2</sup>) presentaron la menor y mayor altura de planta con 7.55 y 7.96 cm de promedio. El nivel alto de potasio (9.10 g/m<sup>2</sup>) presentó la menor altura de planta con 7.65 cm, mientras que el nivel bajo (4.90 g/m<sup>2</sup>) registró la mayor altura de planta con 7.86cm.

Para la interacción N x P, la combinación de la dosis alta de nitrógeno con la dosis baja de fósforo (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) presentó la menor altura con 7.42 cm, mientras que la mayor altura se obtuvo con la combinación de los niveles alto de nitrógeno y fósforo (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>) con una altura de 8.46 cm. Para la interacción P x K, la dosis baja de fósforo y alta de potasio (7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentó la menor altura con 7.34 cm de promedio, en tanto que la mayor altura se obtuvo con la combinación de los niveles alto de fósforo y potasio (13.00 gP/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 7.96 cm.

En el mismo Cuadro 3, mediante Tukey 5%, para las interacciones N x K y N x P x K, se obtienen dos rangos de significación estadística para cada una. Para N x K la combinación del nivel medio de nitrógeno y alto de potasio (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 6.82 cm; mientras que la mayor altura presenta la combinación de los niveles medio de nitrógeno y baja de potasio (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 4.90 gK/m<sup>2</sup>) con 8.49 cm. Para N x P x K las dosis media nitrógeno, baja de fósforo y alta de potasio (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 6.82 cm de promedio, mientras que las dosis altas de

nitrógeno, fósforo y potasio (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentaron la mayor altura de planta con 9.48 cm.

Realizando la prueba DMS 5% para la interacción factorial vs adicional; el tratamiento testigo presenta la menor altura de planta con 6.37 cm y el factorial 7.75 cm. Esto explica la importancia que tiene la fertilización balanceada con N, P y K en el rendimiento del cultivo de guadúa (7).

**Cuadro 2.** ADEVA para altura de planta en el estudio de la fertilización química en Guadúa (*Guadua angustifolia*) en vivero. Pedro V. Maldonado – Pichincha. 2002.

F de V	G.L.	CM		
		30 días	60 días	90 días
TOTAL	51	---	---	---
TRAT.	12	3.00 **	5.13 **	12.34**
Nitrógeno (N)	2	0.41 ns	6.95 *	30.92**
N.L.	1	0.58 ns	6.49 *	41.38**
N.C.	1	0.24 ns	7.40 *	20.46**
Fósforo (P)	1	2.02 ns	4.70 ns	15.88**
N x P	2	1.75 ns	0.35 ns	1.91 ns
Potasio (K)	1	0.49 ns	0.06 ns	0.07 ns
N x K	2	7.05 **	6.50 **	6.51 **
P x K	1	0.53 ns	0.68 ns	4.56*
N x P x K	2	7.27 **	14.26 **	24.48**
Factorial vs Adic.	1	14.54 **	28.51 **	48.96**
REPET.	3	0.34 ns	0.32 ns	0.34 ns
E.EXP.	36	0.86	1.49	0.86
Promedio: cm		7.65	12.48	16.65
C.V. : %		12.12	9.78	5.57

**- Altura de planta a los 60 días**

Del análisis de varianza, según el cuadro 2, se observa alta significación estadística para las interacciones N x K, N x P x K y para el factorial vs adicional; significación estadística para el elemento nitrógeno y no presenta significación estadística los elementos fósforo, potasio y las interacciones N x P y P x K. El coeficiente de variación de 9.78% que da confiabilidad a los resultados obtenidos y el promedio fue de 12.48 cm.

Según el cuadro 3, el elemento nitrógeno presenta dos rangos de significación estadística; la dosis media (6.00 g/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura de planta con 12.13 cm de promedio y la dosis alta (7.80 g/m<sup>2</sup>) presenta la mayor altura con 13.41 cm. Los niveles bajos de fósforo y potasio (7.00 g/m<sup>2</sup>) y (4.90 g/m<sup>2</sup>) presentan las menores alturas de planta con 12.37 y 12.64 cm, mientras que los niveles altos (13.00 g/m<sup>2</sup>) y (9.10 g/m<sup>2</sup>) de estos elementos registran la mayor altura con 12.99 y 12.72 cm de altura respectivamente.

Para la interacción N x P, la combinación de la dosis media de nitrógeno con la dosis baja de fósforo (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 11.71 cm, mientras que la mayor altura presenta la combinación de los niveles altos de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>;

13.00 gP/m<sup>2</sup>) con 13.78 cm. Para la interacción P x K, la dosis baja de fósforo y alta de potasio (7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 12.29 cm, en tanto que la mayor altura presenta la combinación de las dosis altas de estos elementos (13.00 gP/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 13.15 cm.

**Cuadro 3.** Promedios y rangos de significación para altura de planta en el estudio de la fertilización química en Guadua (*Guadua angustifolia*) en vivero. Pedro V. Maldonado – Pichincha. 2002.

FACTORES	SIGNIFICADO	ALTURA PROMEDIO 30 días (cm)	ALTURA PROMEDIO 60 días (cm)	ALTURA PROMEDIO 90 días (cm)
NITRÓGENO	n1=4.20g/m <sup>2</sup>	7.67	12.51 a b	16.24 a
	n2=6.00g/m <sup>2</sup>	7.65	12.13 a	15.99 a
	n3=7.80g/m <sup>2</sup>	7.94	13.41 b	18.51 b
FÓSFORO	p1=7.00g/m <sup>2</sup>	7.55	12.37	16.34 a
	p2=13.00g/m <sup>2</sup>	7.96	12.99	17.49 b
POTASIO	k1=4.90g/m <sup>2</sup>	7.86	12.64	16.87
	k2=9.10g/m <sup>2</sup>	7.65	12.72	16.95
N x P	n1p1	7.43	12.36	16.02
	n1p2	7.91	12.65	16.46
	n2p1	7.80	11.71	15.39
	n2p2	7.51	12.55	16.59
	n3p1	7.42	13.03	17.60
	n3p2	8.46	13.78	19.42
N x K	n1k1	7.59 a b	12.21 a b	16.11 a
	n1k2	7.75 a b	12.81 a b	16.36 a
	n2k1	8.49 b	12.82 a b	16.63 a b
	n2k2	6.82 a	11.44 a	15.35 a
	n3k1	7.49 a b	12.91 a b	17.88 b c
	n3k2	8.39 b	13.91 b	19.14 c
P x K	p1k1	7.76	12.45	16.61 a b
	p1k2	7.34	12.29	16.07 a
	p2k1	7.96	12.84	17.14 b c
	p2k2	7.96	13.15	17.83 c
N x P x K	n1p1k1	6.96 a	11.89 a b	15.78 a b
	n1p1k2	7.91 a b	12.84 a b	16.26 a b c
	n1p2k1	8.22 a b	12.53 a b	16.45 b c
	n1p2k2	7.6 a b	12.78 a b	16.46 b c
	n2p1k1	8.77 a b	12.81 a b	16.73 b c
	n2p1k2	6.82 a	10.60 a	14.06 a
	n2p2k1	8.21 a b	12.82 a b	16.53 b c
	n2p2k2	6.82 a	12.27 a b	16.64 b c
	n3p1k1	7.54 a b	12.66 a b	17.32 b c
	n3p1k2	7.30 a b	13.41 a b	17.88 b c
	n3p2k1	7.44 a b	13.17 a b	18.45 c d
	n3p2k2	9.48 b	14.40 b	20.40 d
Fact. Vs Adic.	Adicional	6.37 a	10.04 a	13.47 a
	Factorial	7.75 a	12.68 b	16.91 b

**Cuadro 4.** Promedios y rangos de significación para porcentaje de prendimiento, número brotes por planta y días a la obtención de plántulas en el estudio de la fertilización química en Guadúa (*Guadua angustifolia*) en vivero. Pedro V. Maldonado – Pichincha. 2002.

FACTORES	SIGNIFICADO	PORCENTAJE PRENDIMIENTO	NUMERO DE BROTES POR PLANTA	DIAS A LA OBTENCION DE PLANTULAS
NITROGENO	n1=4.20g/m <sup>2</sup>	92.92	6.37 c	115.72 c
	n2=6.00g/m <sup>2</sup>	92.92	9.62 a	111.61 b
	n3=7.80g/m <sup>2</sup>	90.42	8.33 b	103.86 a
FOSFORO	p1=7.00g/m <sup>2</sup>	93.33	7.71 b	110.18 a
	p2=13.00g/m <sup>2</sup>	90.83	8.50 a	110.61 b
POTASIO	k1=4.90g/m <sup>2</sup>	91.11	8.25	111.33 b
	k2=9.10g/m <sup>2</sup>	93.06	7.96	106.46 a
N x P	n1p1	95.00	5.95	115.94
	n1p2	90.83	6.79	115.50
	n2p1	92.50	9.14	111.18
	n2p2	93.33	10.09	111.34
	n3p1	92.50	8.05	104.03
	n3p2	88.33	8.61	103.69
N x K	n1k1	91.67	6.55	116.06 e
	n1k2	94.17	6.20	115.38 e
	n2k1	92.50	9.80	112.44 d
	n2k2	93.33	9.43	110.78 c
	n3k1	89.17	8.39	105.50 b
	n3k2	91.67	8.27	102.22 a
P x K	p1k1	91.67	7.81	111.42
	p1k2	95.00	7.62	109.81
	p2k1	90.56	8.68	111.25
	p2k2	91.11	8.31	109.10
N x P x K	n1p1k1	91.67	6.00 f	116.13 f
	n1p1k2	98.33	5.91 f	115.75 f
	n1p2k1	91.67	7.10 d e f	116.00 f
	n1p2k2	90.00	6.49 e f	115.00 f
	n2p1k1	91.67	9.33 a b c	112.56 d e
	n2p1k2	93.33	8.95 a b c	111.19 c d
	n2p2k1	93.33	10.28 a	112.31 d e
	n2p2k2	93.33	9.91 a b	110.38 c
	n3p1k1	91.67	8.10 c d	105.56 b
	n3p1k2	93.33	8.00 c d e	102.50 a
	n3p2k1	86.67	8.68 b c	105.44 b
	n3p2k2	90.00	8.54 b c d	101.94 a
Fact. Vs Adic.	Factorial	92.08	8.11 a	110.40 a
	Adicional	96.67	3.89 b	120.88 b

En el mismo Cuadro 3, mediante Tukey 5%, para la interacción N x P x K se obtienen dos rangos de significación estadística, la combinación de los niveles medio de nitrógeno, bajo de fósforo y alto de potasio (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 10.60 cm, mientras que la mayor altura de planta presenta la combinación de las dosis altas de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con un promedio de 14.40 cm.

Para la interacción factorial vs adicional, Cuadro 3, el tratamiento testigo presenta la menor altura de planta con 10.04 cm, mientras que los tratamientos con fertilización química presentan la mayor altura con 12.68 cm de promedio. La menor altura de planta presentada por el testigo se debe únicamente a la presencia de nitrógeno retenida por el suelo, poniendo de manifiesto que este elemento es el principal nutriente que interviene en el desarrollo de las plantas. Las deficiencias de nitrógeno ocasionan un lento crecimiento y poco desarrollo de la planta (3).

### - **Altura de planta a los 90 días**

Del análisis de varianza Cuadro 2, se observa diferencias altamente significativas para los elementos nitrógeno y fósforo y para las interacciones N x K, N x P x K y para el factorial vs el adicional; presentó significación estadística la interacción P x K y ninguna significación estadística el elemento potasio y la interacción N x P. El coeficiente de variación de 5.57% que da confiabilidad a los resultados obtenidos y el promedio fue de 16.65 cm.

Según el Cuadro 3, los elementos nitrógeno y fósforo presentan dos rangos de significación estadística; el nivel medio de nitrógeno (6.00 g/m<sup>2</sup>) y el nivel bajo de fósforo (7.00 g/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 15.99 y 16.34 cm de promedio respectivamente, para el potasio el nivel bajo (4.90 g/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura de planta con 16.87 cm, mientras que las dosis altas de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>), (13.00 gP/m<sup>2</sup>) y (9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la mayor altura de planta con 18.51, 17.49 y 16.95 cm respectivamente.

Para la interacción N x P, la combinación de la dosis media de nitrógeno con la dosis baja de fósforo (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) presenta la menor altura con 15.39 cm; mientras que la combinación de las dosis altas de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>) y (13.00 gP/m<sup>2</sup>) presentan la mayor altura de planta con 19.42 cm. Las interacciones N x K y P x K presentan tres rangos de significación estadística; el nivel medio de nitrógeno combinado con el nivel alto de potasio n2k2 (6.00 gN/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 15.35 cm; mientras que la mayor altura de planta presenta la combinación de las dosis altas de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 19.14 cm. Para la interacción P x K el nivel bajo de fósforo en combinación con el nivel alto de potasio p1k2 (7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 16.07 cm y la mayor altura presentan los niveles altos de fósforo y potasio (13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 17.83 cm de promedio.

En el mismo Cuadro 3, mediante Tukey 5%, para la interacción N x P x K se obtienen cuatro rangos de significación estadística, los niveles medio de nitrógeno, bajo de fósforo y alto de potasio n2p1k2 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan la menor altura de planta con 14.06 cm, y la combinación de los niveles altos de estos elementos (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) registran la mayor altura de planta con 20.40 cm de promedio.

Para la interacción factorial vs adicional, mediante DMS 5%, el tratamiento testigo presenta la menor altura de planta con 13.47 cm, mientras que los tratamientos con fertilización química presentan la mayor altura con 16.91 cm de promedio. Esta respuesta se debe posiblemente a que transcurridos los 70 días las plantas de guadúa comienzan a asimilar los fertilizantes de mejor manera, por el incremento de pelos absorbentes que presenta su sistema radicular (5).

### - Número de Brotes o Hijuelos

En el Cuadro 1, mediante el análisis de varianza, se observan diferencias altamente significativas para los elementos N y P, así como también para las interacciones N x P x K y factorial vs adicional; no se detectó ninguna significación estadística para K y para las interacciones N x P, N x K y P x K. El promedio general fue de 7.78 hijuelos/planta y el coeficiente de variación de 8.33%, dando confiabilidad a los resultados.

Según el Cuadro 4, el elemento nitrógeno presentó tres rangos de significación estadística, los niveles medio n2 (6.00 g/m<sup>2</sup>) y bajo n1 (4.20 g/m<sup>2</sup>) presentaron el mayor y menor número de hijuelos por planta con 9.62 y 6.37 de promedio. Para el elemento fósforo se obtuvieron dos rangos de significación estadística, el nivel alto p2 (13.00 g/m<sup>2</sup>) y el bajo p1 (7.00 g/m<sup>2</sup>) presentaron la mayor y menor cantidad de hijuelos con 8.50 y 7.71 respectivamente. Para el elemento potasio, la dosis baja k1 (4.90 g/m<sup>2</sup>) alcanzó el mayor número de hijuelos por planta con un promedio de 8.25 y la dosis alta k2 (9.10 g/m<sup>2</sup>) presentó la menor cantidad de hijuelos por planta con 7.96.

En el mismo Cuadro 4, para la interacción N x P la combinación de la dosis media de nitrógeno con la dosis alta de fósforo n2p2 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>) presentó el mayor número de hijuelos por planta con 10.09 de promedio, mientras que la combinación de los niveles bajos n1p1 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>) presentaron el menor número de hijuelos con 5.95 por cada planta. En la interacción N x K los niveles medio de nitrógeno y bajo de potasio n2k1 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 4.90 gK/m<sup>2</sup>) obtuvieron 9.80 hijuelos por planta y la menor cantidad presentaron las dosis combinadas baja de nitrógeno y alta de potasio n1k2 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) con 6.20 hijuelos/planta. Para la interacción P x K la combinación de las dosis alta de fósforo y baja de potasio p2k1 (13.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) presentaron el mayor número de hijuelos por planta con 8.68, mientras que la combinación de las dosis baja de fósforo alta de potasio p1k2 (7.00 gP/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentaron el mayor número con 7.62 hijuelos/planta.

En el mismo Cuadro 4, mediante la prueba de Tukey 5% para la interacción N x P x K se obtuvieron seis rangos de significación estadística, resultando la combinación de los niveles medio de nitrógeno, alto de fósforo y bajo de potasio n2p2k1 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) la que mayor cantidad de hijuelos por planta alcanzó con 10.28 hijuelos de promedio y la combinación baja de nitrógeno y fósforo y alta de potasio n1p1k2 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentó la menor cantidad de hijuelos por planta con 5.91 de promedio.

Para la interacción factorial vs adicional mediante DMS 5%, Cuadro 4, se observan dos rangos de significación estadística; los tratamientos con fertilización química son los que presentan la mayor cantidad de hijuelos con 10.28 de promedio, mientras que el tratamiento testigo alcanza 3.89 hijuelos por cada planta; lo que concuerda con INPOFOS (7), que

manifiesta que plantas pequeñas y otras gramíneas macollan menos y presentan tallos cortos y delgados cuando el suplemento de nitrógeno es limitado.

### - **Días a la obtención de plantas**

Del análisis de varianza, Cuadro 1, se observan diferencias altamente significativas para los elementos N y K, para las interacciones N x K y N x P x K y para el factorial vs adicional; el elemento P presentó significación estadística y no se detectó significación estadística para las interacciones N x P y P x K. El promedio general fue de 111.20 días y el coeficiente de variación de 0.58%, considerado muy bueno para este tipo de investigaciones.

Según el Cuadro 4, el elemento N presenta tres rangos de significación estadística, la dosis alta n3 (7.80 g/m<sup>2</sup>) resultó ser la más precoz para realizar el deshije con 103.86 días, mientras que la dosis baja n1 (4.20 g/m<sup>2</sup>) resultó ser la más tardía con 115.72 días de promedio. Los elementos fósforo y potasio presentaron dos rangos de significación estadística, el nivel bajo de fósforo p1 (7.00 g/m<sup>2</sup>) y alto de potasio k2 (9.10 g/m<sup>2</sup>) presentaron el menor número de días para realizar el deshije con 110.18 y 109.46 días, mientras que el nivel alto de fósforo p2 (13.00 g/m<sup>2</sup>) y bajo de potasio k1 (4.90 g/m<sup>2</sup>) presentaron el mayor número de días para realizar el deshije con 110.61 y 111.33 respectivamente.

En el Cuadro 4, para la interacción N x P, la combinación de los niveles alto de nitrógeno y fósforo n3p2 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>) presentaron mayor rapidez al deshije con 103.69 días y la combinación de los niveles bajos de nitrógeno y fósforo n1p1 (4.20 gN/m<sup>2</sup>, 7.00 gP/m<sup>2</sup>) resultaron más tardías con 115.94 días para realizar el deshije. Para la interacción P x K, la combinación de las dosis altas de fósforo y potasio p2k2 (13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) resultó la más precoz con 109.10 días al momento del deshije y la combinación de las dosis bajas p1k1 (7.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) presentó el mayor número de días para realizar el deshije con 111.42.

Para las interacciones N x K y N x P x K realizando la prueba de Tukey 5%, Cuadro 4, se obtienen cinco y seis rangos de significación estadística respectivamente. Para N x K el nivel alto de nitrógeno combinado con el nivel alto de potasio n3k2 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentan mayor rapidez al deshije con 102.22 días de promedio y el los niveles bajos de nitrógeno y potasio n1k1 (4.20 gN/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) resultaron ser los más tardíos para realizar el deshije con 116.06 días. Mientras que, para la interacción N x P x K las dosis altas de N, P y K; n3p2k2 (7.80 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 9.10 gK/m<sup>2</sup>) presentaron mayor precocidad al momento del deshije, con 101.94 días de promedio y las dosis bajas combinadas de estos elementos n1p1k1 (4.20 gN/m<sup>2</sup>; 7.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) presentaron mayor cantidad de días al momento del deshije con 116.13 días de promedio.

En el mismo Cuadro 4, mediante DMS 5% para la interacción adicional vs factorial; se observan dos rangos de significación estadística, la menor cantidad de días para realizar el deshije presentó el tratamiento factorial con 110.40 días, mientras que el tratamiento testigo resultó ser más tardío para la obtención de plántulas con 120.88 días, poniendo de manifiesto que el fósforo en dosis adecuadas interviene en el desarrollo radicular y crecimiento de la masa radicular aumentando la precocidad y la calidad de las plantas (7).

- **Análisis Económico**

Del análisis económico, cuadro 5, se determinó que la mayor Tasa Beneficio/Costo presentó el tratamiento n2p2k1 (6.00 gN/m<sup>2</sup>; 13.00 gP/m<sup>2</sup>, 4.90 gK/m<sup>2</sup>) con 5.71; es decir corresponde al tratamiento que presenta mayor rendimiento de plantas por unidad de superficie. El tratamiento testigo (sin fertilización) presentó la menor producción de plántulas y por consiguiente la rentabilidad con una tasa Beneficio/ Costo de 2.18.

**Cuadro 5.** Costos de producción y Tasa Beneficio - Costo por interacción en 1000 m<sup>2</sup> en Guadua (*Guadua angustifolia*) en el estudio de la fertilización química en vivero. Pedro V. Maldonado – Pichincha. 2002.

INTERACCIONES	SIGNIFICADO g/m <sup>2</sup>	COSTOS TOTALES U.S.D. 1000 m <sup>2</sup>	RENDIMIENTO plantas/100m <sup>2</sup>	UTILIDAD BRUTA U.S.D	UTILIDAD NETA U.S.D	TASA B/C
n0p0k0	n1=4.20g/m <sup>2</sup>	3576.20	38900.00	7780.00	4203.80	2.18
n1p1k1	n2=6.00g/m <sup>2</sup>	3592.30	60000.00	12000.00	8407.70	3.34
n1p1k2	n3=7.80g/m <sup>2</sup>	3594.40	59100.00	11820.00	8225.60	3.29
n1p2k1	p1=7.00g/m <sup>2</sup>	3598.30	71000.00	14200.00	10601.70	3.95
n1p2k2	p2=13.00g/m <sup>2</sup>	3602.50	64900.00	12980.00	9377.50	3.60
n2p1k1	k1=4.90g/m <sup>2</sup>	3594.10	93300.00	18660.00	15065.90	5.19
n2p1k2	k2=9.10g/m <sup>2</sup>	3598.30	89500.00	17900.00	14301.70	4.97
n2p2k1		3600.10	102800.00	20560.00	16959.90	5.71
n2p2k2		3604.30	99100.00	19820.00	16215.70	5.50
n3p1k1		3595.90	81000.00	16200.00	12604.10	4.51
n3p1k2		3600.10	80000.00	16000.00	12399.90	4.44
n3p2k1		3601.90	86800.00	17360.00	13758.10	4.82
n3p2k2		3606.10	85400.00	17080.00	13473.90	4.74

Elaborado en agosto del 2004

**CONCLUSIONES**

- La Guadúa (*Guadua angustifolia*) en la fase de vivero responde positivamente a la aplicación de fertilizantes químicos.
- Para altura de planta la mejor interacción fue n2p1k2 (6.00gN/m<sup>2</sup>, 7.00gP/m<sup>2</sup>, 9.10gK/m<sup>2</sup>) que alcanzó la menor altura al momento del deshije; con un promedio de 14.06 cm.
- El mayor número de hijuelos presentó la interacción n2p2k1 (6.00gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 4.90gK/m<sup>2</sup>), con un promedio de 10.28 hijuelos/planta.
- Para la variable días a la obtención de plantas, las combinaciones con las dosis altas de nitrógeno fueron las más precoces, así la interacción n3p2k2 (7.80gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 9.10gK/m<sup>2</sup>) presentó mayor rapidez al deshije, con 101.94 días de promedio.

- La interacción n2p2k1 (6.00gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 4.90gK/m<sup>2</sup>), alcanzó el mayor beneficio económico, obteniendo una tasa beneficio – costo de 5.71.

### RECOMENDACIONES

- Manejar los viveros de Guadúa (*Guadua angustifolia*) utilizando las dosis promedias de nitrógeno, alta de fósforo y baja de potasio (6.00gN/m<sup>2</sup>, 13.00gP/m<sup>2</sup>, 4.90gK/m<sup>2</sup>), para obtener el mayor número productivo de plántulas y la más alta Tasa Beneficio/Costo.

### BIBLIOGRAFIA

1. Arbelaez, A. 1996. La guadúa el Bambú de América Tropical. Medellín (Col.), Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. p. 1-28.
2. B0tero, L. 2002. El Cultivo de la Guadua. Seminario de Silvicultura: Propagación, Cultivo, Manejo y Aprovechamiento de la Guadua. Santo Domingo de los Colorados. (Ec). Memorias. p. 42-45.
3. Calvache, M. 1998. Manejo del riego y cálculos en fertirrigación. Seminario Internacional de fertirrigación. Quito (Ec). Memorias. Editado por José Espinosa M. Quito. (Ec.). INPOFOS. p. 81 – 90.
4. Castaño, F., Moreno, R. 2004. Guadua para todos. Bogotá (Col.). p.15-81.
5. Giraldo, E., Sabogal, A. 1999. Una Alternativa Sostenible “La Guadúa”. Corporación Autónoma Regional del Quindío. (Col.). FUDESCO. p. 19-110.
6. Hidalgo, O. 1974. Bambú. Cali (Col.). Estudios Técnicos Colombianos. p. 5-52.
7. Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1998. Manual internacional de fertilidad de suelos. Quito. (Ec.). p. 24-54.
8. Londoño, X. 1991. Generalidades botánicas de los Bambúes del neotrópico con énfasis en el Género Guadua. Cali (Col.). p. 7–15.
9. Palta, G. 1999. Construcción Sismo Resistente con Bambú-Guadúa, Popayán (Col.). p. 3-20.
10. Programa Nacional del Bambú, 1999. Universo Geográfico. Quito (Ec.). p. 7-32.