

MANEJO DE LA NUTRICION DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao*), TIPO NACIONAL Y CCN-51 EN ETAPA DE ESTABLECIMIENTO

Manuel Carrillo¹, Miriam Recalde¹ y José Luís Sánchez¹

¹ Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo. Correo electrónico:???

RESUMEN

La investigación realizada en la granja experimental de la universidad tecnológica Equinoccial de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, está basada en la búsqueda de un correcto plan de fertilización para mejorar la nutrición del cacao (*Theobroma cacao*) de tipo Nacional (EET-95 y EET-103) y CCN-51 en la etapa de establecimiento.

El ensayo se estableció en un área de 1,2 hectáreas donde se sembró 1130 plantas de cacao a un distanciamiento de 3,5 x 3,5 m. El diseño estadístico utilizado fue de parcelas sub-divididas organizadas en bloques completos al azar con tres repeticiones y un total de 42 unidades experimentales. La parcela principal fue el material genético Nacional y EET-51; y las subparcelas fueron los siete tratamientos de fertilización (T, N, NP, NPK, NPKSMg +Micro, Gallinaza y NPKSMg + Gallinaza. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del tallo, índice de vigor, incidencia de escoba de bruja y se analizó la concentración de nutrientes en las hojas. Los resultados mostraron que el cacao tipo Nacional tuvo mayor altura que el clon CCN-51, ejerciendo influencia en el crecimiento de las plantas el tratamiento con NPKSMg +Micro a los 120 días, NPK a los 240 y los dos a los 360 días; el mayor diámetro se observó en el cacao tipo Nacional, siendo los mejores tratamientos NP y NPK a los 240 y 360 días. El mejor índice de vigor se establece para el cacao tipo Nacional con NP, NPK y NPKSMg +Micro, esto comprueba que el uso de una fertilización balanceada, mejora las características agronómicas del cultivo. La aplicación de NPK + gallinaza presentó mayor incidencia de escoba de bruja (*moniliophthora perniciosa*) durante el desarrollo de la investigación con un porcentaje de 1%. La evaluación expuso que el cacao tipo Nacional durante el primer año tiene mayor predisposición a enfermedades como la escoba de bruja con una incidencia de 0,62% a diferencia del clon CCN-51 que presentó el 0,29%.

INTRODUCCION

El Ecuador, País conocido como el primer productor de cacao fino y de aroma, tiene a este cultivo como uno de los principales generadores de divisas y fuentes de trabajo para la población rural. El III Censo Nacional Agropecuario 2003, indica que 243146 has están destinadas a la producción de este cultivo, de las cuales solamente en 2294 has se fertilizan o manejan la nutrición de las plantas y tan solo 2272 aplican fungicidas. CORPEI 2009, da a conocer que, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, los agricultores han venido sustituyendo la ganadería por cultivos tropicales; tal es el caso del cacao (*Theobroma cacao L*) que va posesionando un gran porcentaje de superficie total.

Se conoce que en la zona de Santo Domingo, se cultiva cacao desde tiempo atrás con materiales de cacao tipo nacional, donde el propietario no realiza un manejo adecuado del cultivo, convirtiéndose en un cosechador de cacao y no en un cultivador. Existen labores de manejo muy importantes, que repercuten en la producción de las fincas cacaoteras y no son ejecutadas tales como: podas sanitarias y de formación, controles de malezas, enfermedades, insectos y la nutrición, que hacen disminuir drásticamente su producción. En la actualidad en esta zona, también se cultiva cacao tipo CCN-51, material que es conocido por su alto rendimiento y alto contenido de grasas; más, su calidad en cuanto a sabor y aroma no es el fuerte, sin embargo mantiene un buen mercado.

La presente investigación busca potencializar el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L*) en Santo Domingo, mediante el mejoramiento de las características agronómicas y de resistencia a

enfermedades con el respectivo incremento en el rendimiento, que conlleva a un mayor ingreso económico para el productor y su familia.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo de investigación se estableció en el periodo comprendido de marzo del 2009 a febrero del 2010, en la Granja Experimental de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Arturo Ruiz Mora Santo Domingo, ubicado en el Km 4½ vía Chone, margen derecho, Latitud 00°14' S, Longitud 79°11'W y Altitud 552 m.s.n.m. El diseño estadístico utilizado fue de parcelas sub-divididas organizadas en bloques completamente al azar con tres repeticiones. La parcela grande estaba ocupada por los dos materiales genéticos Tipo Nacional y CCN-51, y las pequeñas por los 7 tratamientos de fertilización, dando un total de 42 unidades experimentales (**Tabla 1**), la significancia estadística de los promedios de los tratamientos, se analizaron usando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Se registró altura de planta (cm) cada tres meses midiendo desde el suelo hasta el punto terminal de la rama más alta, el diámetro de tallo se midió a 15 cm de altura desde el suelo, el índice de vigor hace referencia al volumen de biomasa de la planta, esta medida se obtuvo en cm³ con datos de circunferencia del tallo (en la porción más gruesa del injerto), altura de planta y diámetro de corona; la incidencia de escoba de bruja (*monilophthora pernicioso*) se determinó a los seis meses, contabilizando el total de escobas desarrolladas a nivel de brotes terminales y axilares. Al final del ensayo, se analizó la concentración de nutrientes en las hojas.

Tabla 1. Tratamientos de fertilización empleados en la investigación.

Tratamiento			Dosis de nutrientes				
Nº	variedad	fertilización	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg
			g planta ⁻¹				
1	NACIONAL	T	0	0	0	0	0
2	NACIONAL	N	70	0	0	0	0
3	NACIONAL	NP	70	12	0	0	0
4	NACIONAL	NPK	70	12	25	0	0
5	NACIONAL	NPKSMg+ MICRO (COM)	70	12	25	12	10
6	NACIONAL	GALLINAZA (GA)	0	0	0	0	
7	NACIONAL	COM + GA	70	12	25	12	10
1	CCN-51	T	0	0	0	0	0
2	CCN-51	N	70	0	0	0	0
3	CCN-51	NP	70	12	0	0	0
4	CCN-51	NPK	70	12	25	0	0
5	CCN-51	NPKSMg+ MICRO (COM)	70	12	25	12	10
6	CCN-51	GALLINAZA (GA)	0	0	0	0	0
7	CCN-51	COM + GA	70	12	25	12	10

RESULTADOS Y DISCUSION

En la **Tabla 2**, se observa los resultados experimentales de los análisis de varianza del diámetro de tallo evaluado durante un año. Esto determina que a los 120 días fue significativo, el Factor A (Variedades de Cacao) mostrando mayor diámetro el cacao Tipo Nacional. A los 240 y 360 días hubo influencia marcada de la fertilización sobre esta característica en las variedades de cacao (*Theobroma Cacao*) con alta significancia estadística. Los Coeficientes de Variación fueron de 14,74 %, 9,89 % y 9,34 % lo que indica confiabilidad de la investigación.

Tabla 2. Análisis de Varianza del diámetro de tallo en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*) en etapa de establecimiento.

F. de V	g.l.	Diámetro de tallo (cm.)					
		a los 120 días		a los 240 días		a los 360 días	
Total	41						
Repeticiones	2	17,82	ns	1,15	ns	7,70	ns
Factor A	1	25,72	*	0,55	ns	16,57	ns
Error tipo (a)	2						
Factor B	6	1,31	ns	8,45	**	14,11	**
A x B	6	0,43	ns	1,51	ns	1,03	ns
Error tipo (b)	24						
Coefficiente de Variación		14,74 %		9,89 %		9,34 %	

En la **Figura 1**, se observa que la fertilización (Factor B) a los 360 días es importante para un correcto desarrollo del cultivo. Se encuentra que B3 (aplicación de N, P) con 4,01 cm de diámetro y B4 (aplicación de N, P, K) con 3,87 cm en promedio son iguales y superiores al resto de aplicaciones. El factor B1 (sin aplicación de fertilizantes) se ubica en el último lugar con el menor diámetro de tallo (2,54 cm). Lo que indica que el Nitrógeno, Fósforo y Potasio influyen sobre la variable en mención.

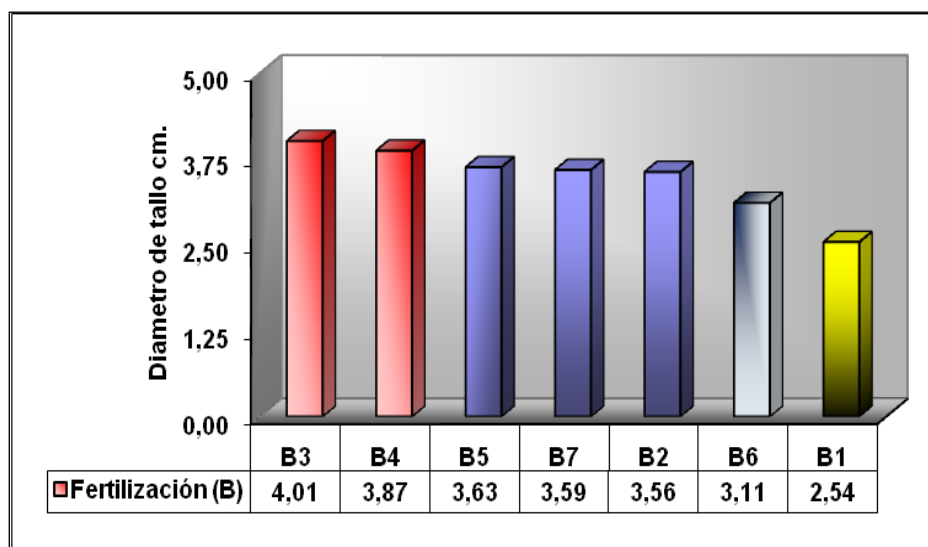


Figura 1. Efecto del tipo de fertilización en el diámetro de tallo a los 360 días.

En cuanto a la altura de planta (**Tabla 3**), el análisis de varianza muestra alta significancia a los 120 y 360 días, en el Factor A que corresponde a las Variedades de cacao (*Theobroma Cacao*), observando que la mayor altura se presenta en el cacao Tipo Nacional, mientras que se mantuvo significativo en las cifras obtenidas a los 240 días; a diferencia de los tipos de fertilización (Factor B) que se presentaron altamente significativos durante toda la investigación. Con una confiabilidad en los coeficientes de variación de: 12,98 %, 9,09 % y 6,65 %.

Tabla 3. Análisis de Varianza de la altura de planta en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*) en la etapa de establecimiento.

F. de V	g.l.	Altura de planta (cm.)					
		a los 120 días	a los 240 días	a los 360 días			
Total	41						
Repeticiones	2	9,17	ns	1,64	ns	24,27	*
Factor A	1	160,01	**	43,18	*	249,14	**
Error tipo (a)	2						
Factor B	6	4,51	**	9,61	**	11,74	**
A x B	6	0,81	ns	1,50	ns	0,99	ns
Error tipo (b)	24						
Coefficiente de Variación		12,98		9,09		6,65	

A los 360 días las diferencias entre las variedades de cacao (*Theobroma Cacao*), se hacen más notables, (**Figura 2**) con alturas que van de 77,90 a 125,13 cm promedio, en cuanto al tipo Nacional (A1) y con menores cifras CCN-51 (A2) en un rango que va de 65,90 cm – 106,90 cm. Lo cual indica que la mayor altura se presenta en el cacao tipo Nacional al año de establecimiento. Con lo expuesto, se corrobora lo enunciado por APROCAFA 2004, que describe al clon CCN-51 como un cultivar de crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas.

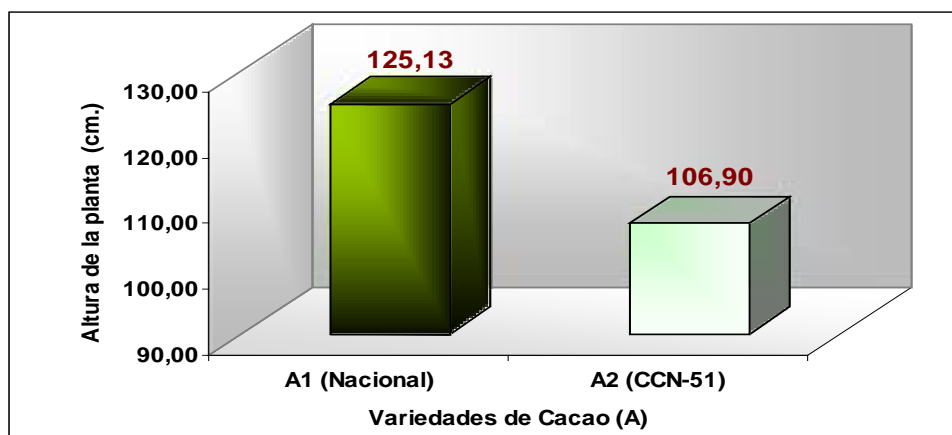


Figura 2. Altura de planta del cacao tipo Nacional y CCN-51 a los 360 días.

A los 360 días el efecto fue mayor en altura de planta donde: B4 (aplicación de N, P, K) con 127,35 cm, B3 (aplicación de N, P) con 125,42 cm, B5 (aplicación de N, P, K + Microelementos) con 120,15 cm, B7 (aplicación de N, P, K + Gallinaza) 118,96 cm y B2 (aplicación de N) con 118,03 cm; son estadísticamente iguales con los mejores promedios. Y en el último rango significativo se encontraron: B1 (sin aplicación) de 103,12 cm y B6 (aplicación de gallinaza) con una media de 99,10 cm de acuerdo con la prueba de Tukey al 5%. Esto determina la influencia marcada de la fertilización en la altura de planta del cultivo (**Figura 3**).

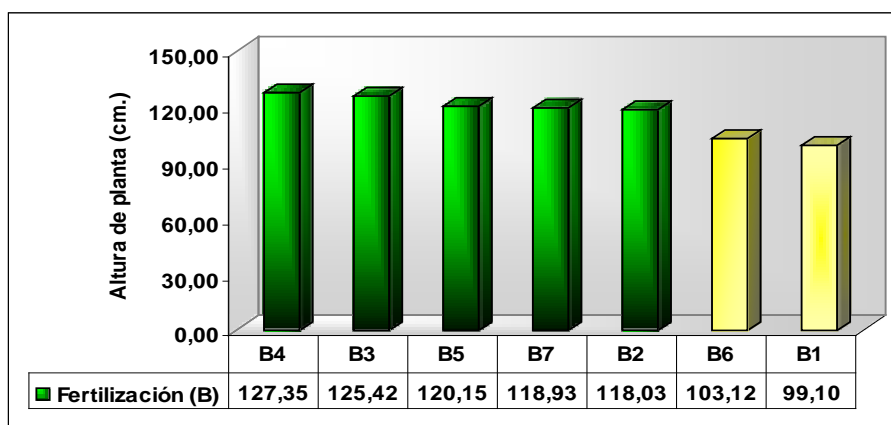


Figura 3. Efecto de fertilización en la altura de planta (factor B) a los 360 días.

En la **Tabla 4**, se observa los resultados del índice de vigor de planta (cm^3), obtenidos en las diferentes etapas del cultivo de acuerdo con los análisis de varianza, los datos fueron sometidos a transformación de raíz cuadrada (\sqrt{x}) para detectar diferencias reales dentro de las fuentes de estudio. Se manifiesta diferencias en los resultados en cuanto a las variedades de cacao (Factor A) con significancia estadística durante toda la investigación; a la vez que la influencia de los tipos de fertilización (Factor B) fue altamente significativa a los 120, 240 y 360 días, que determina la preponderancia del manejo nutricional sobre los dos materiales de cacao (*Theobroma Cacao*) y muestra las diferencias en cuanto a esta variable. Los coeficientes de variación fueron de 20,11 %, 18,26% y 6,65 %; aceptable dentro de los parámetros de la investigación.

Tabla 4. Análisis de Varianza para el vigor de planta, en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*) en la etapa de establecimiento.

F. de V	g.l.	Índice de vigor (cm^3)					
		a los 120 días		a los 240 días		a los 360 días	
Total	41						
Repeticiones	2	6,88	ns	1,51	ns	10,96	ns
Factor A	1	32,38	*	21,51	*	21,75	*
Error tipo (a)	2						
Factor B	6	3,96	**	7,15	**	10,02	**
A x B	6	0,74	ns	2,09	ns	0,88	ns
Error tipo (b)	24						
Coefficiente de Variación		20,11		18,26		6,65	

La **Figura 4**, muestra que la variedad Nacional (A1), se manejo con un índice de vigor de planta superior al presentado por el clon CCN-51, a los 360 días con $262179,10 \text{ cm}^3$, en promedio, por lo tanto el volumen de biomasa fue mayor que el observado en el clon CCN-51 (A2) que tuvo menor eficiencia fisiológica de acuerdo a los resultados obtenidos ($182066,22 \text{ cm}^3$).

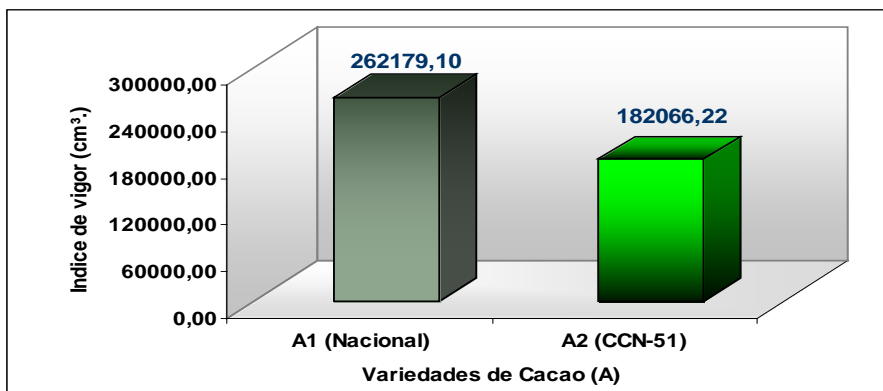


Figura 4. Índice de vigor de planta de cacao tipo Nacional y CCN-51 a los 360 días.

La Figura 5, establece que los tratamientos B3 (aplicación de N, P) con 343993,67 cm³, B4 (aplicación de N, P, K) 294526,38 cm³ y B5 (aplicación de N, P, K + Microelementos) con un promedio en vigor de 257512,62 cm³; son estadísticamente iguales y superiores al resto. El Factor B1 (sin aplicación de fertilizantes) se ubicó en el último lugar con la más baja eficiencia fisiológica que fue: 73385,43 cm³. Esto demuestra que un manejo nutricional eficiente mejora el índice de vigor del cacao (*Theobroma Cacao*) independiente de la variedad, tal como lo manifiesta RODRIGUEZ 2001, al considerar que los resultados más satisfactorios se obtienen en plantaciones que se establecieron y desarrollaron con el uso de fertilizantes desde el inicio de la plantación.

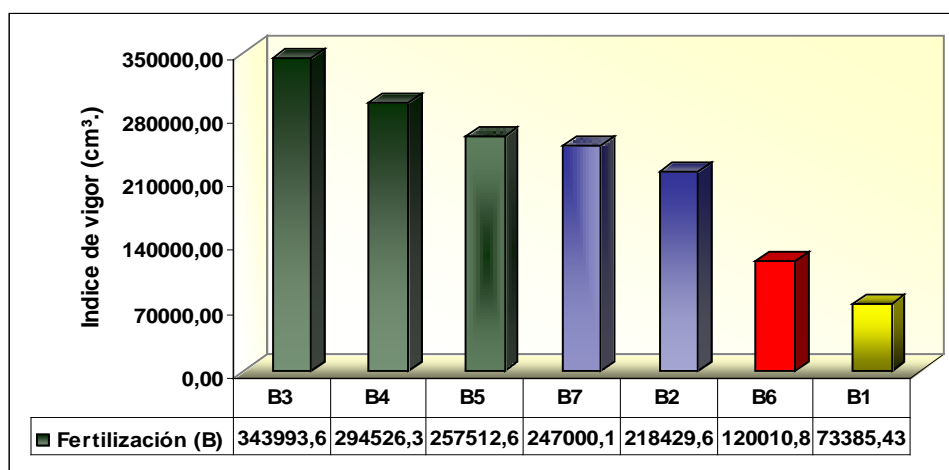


Figura 5. Efecto de la fertilización en el Índice de vigor del cacao (factor B) a los 360 días.

La incidencia de escoba de bruja, durante el desarrollo de la investigación fue baja. Y al comparar las variedades estudiadas, el cacao Nacional (A1) tuvo la mayor incidencia con un porcentaje de 0,62; a diferencia del CCN-51 que promedio 0,29 %. Esto es confirmado por APROCAFA 2004, quien indica que el clon CCN-51 es tolerante a la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao.

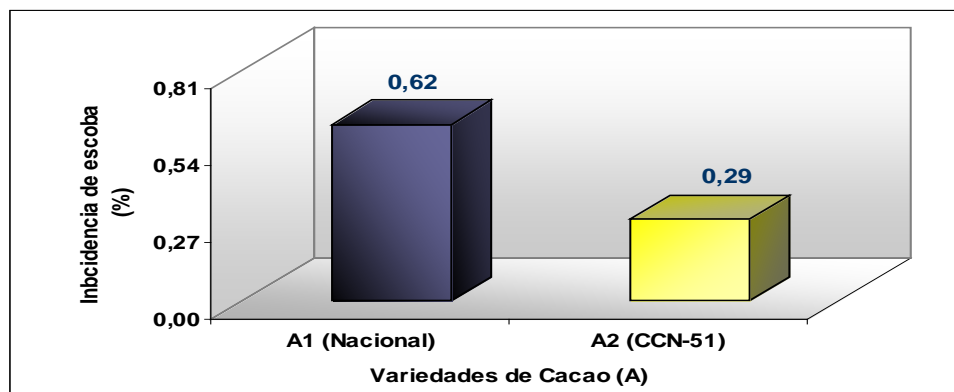


Figura 6. Incidencia de escoba de bruja, cacao tipo Nacional y CCN-51.

Los resultados sobre fertilización (Factor B) en cuanto al porcentaje de escoba de bruja (Figura 7), la mayor ocurrencia de esta enfermedad se presentó en el tratamiento B7 (aplicación de N, P, K + Gallinaza) con 1,00 % de infestación. El factor B2 (aplicación de N) en el transcurso de la evaluación no mostró presencia de esta enfermedad en las variedades de cacao estudiadas. Por lo tanto no representa un problema durante el primer año de establecimiento.

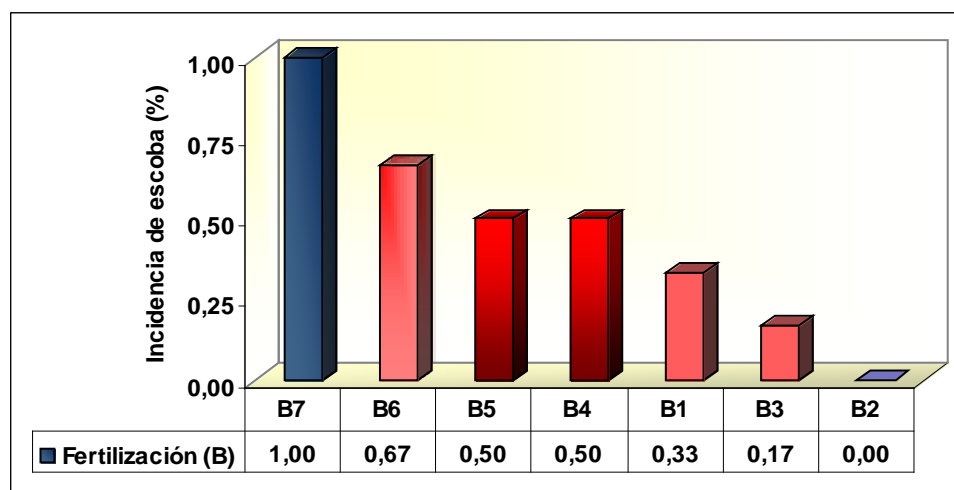


Figura 7. Incidencia de escoba de bruja, tipos de fertilización (factor B).

Se realizó un análisis foliar al finalizar el primer año de cultivo de las dos variedades en estudio con el fin de conocer la cantidad de nutrientes que contienen tanto el cacao Nacional y el clon CCN-51. Esto permite conocer las diferencias nutricionales presentes de acuerdo a la fertilización empleada en las diferentes unidades experimentales. En la Figura 8 y 9 se representa la cantidad de N, P, K de las dos especies evaluadas a diferentes planes de fertilización.

En las dos variedades de cacao (*Theobroma Cacao*) se puede observar una diferencia notable en cuanto a las necesidades nutricionales en base al análisis foliar. Se muestra que la concentración de Nitrógeno (N) es superior en el clon CCN-51, principalmente en el B7 (NPKSMg+Micro+Gallinaza) en contraste con el cacao Nacional donde se encuentra mayor contenido de Potasio (K) en la hoja en el B6 (Gallinaza). El Fósforo (P) mantuvo similares proporciones dentro de los tejidos vegetales en las dos especies evaluadas en la zona.



Figura 8. Concentración de NPK en Nacional . CCN-51

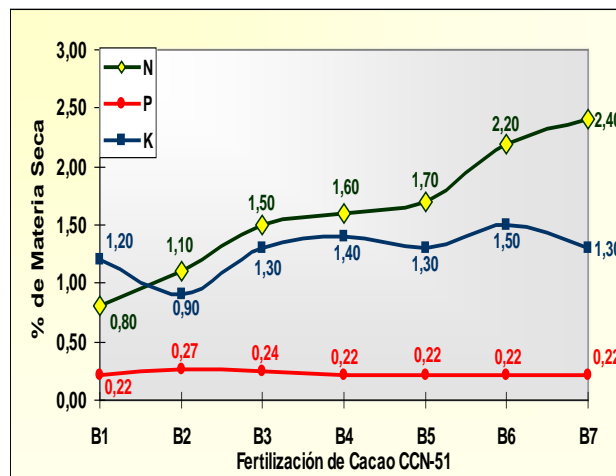


Figura 9. Concentración de NPK en CCN-51

En las dos variedades de cacao (*Theobroma Cacao*) se puede observar una diferencia notable en cuanto a las necesidades nutricionales en base al análisis foliar. Se muestra que la concentración de Nitrógeno (N) es superior en el clon CCN-51 en contraste con el cacao Nacional donde se encuentra mayor contenido de Potasio (K) en la hoja. El Fósforo (P) mantuvo similares proporciones dentro de los tejidos vegetales en las dos especies evaluadas en la zona.

Los microelementos esenciales para el desarrollo óptimo del cultivo evaluado manifiesta diferencia en el tejido analizado. El Manganeseo (Mn) es el micronutriente que se reporto con mayor variabilidad entre las dos variedades evaluadas, mientras que el hierro se mantiene en altas concentraciones en las dos variedades; el clon CCN-51 maneja una concentración constante de elementos en lo referente a los diferentes tipos de fertilización (Factor B) en contraste con el cacao Nacional (*Theobroma Cacao*). Todos estos resultados se encuentran expresados en las Figuras 10 y 11, respectivamente.

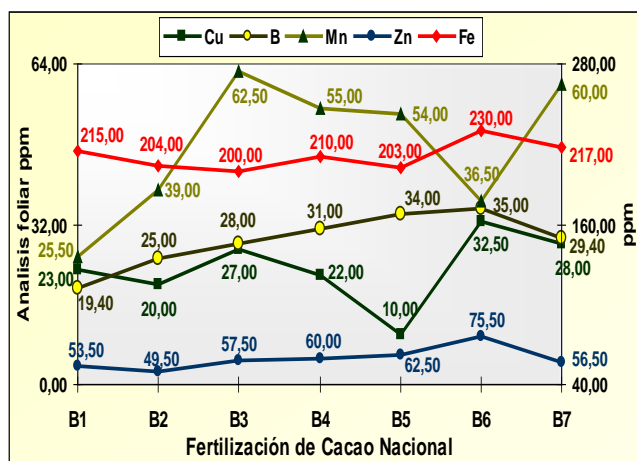


Figura 10. Concentración de Micronutrientes en Cacao Nacional

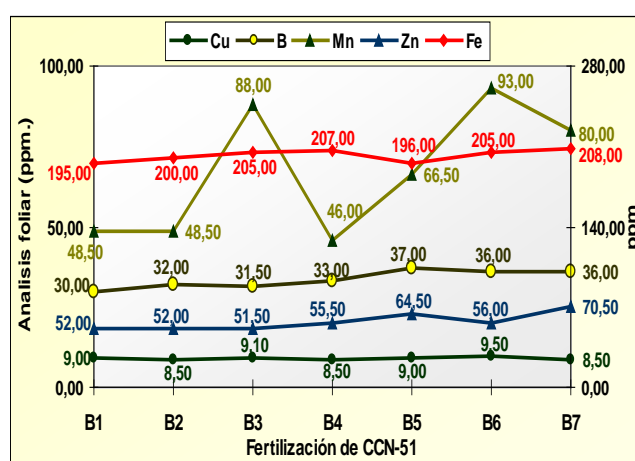


Figura 11. Concentración de micronutrientes en CCN-51

CONCLUSIONES

- ✓ La fertilización balanceada juega un papel primordial en la fisiología y arquitectura de la planta de cacao (*Theobroma Cacao*). La variable diámetro de tallo, presentó diferencias estadísticas entre las dos especies (Factor A), que determinó que el cacao Nacional tiene el mayor grosor de planta, en cuanto a la aplicación de fertilizantes sobre el cultivo el tratamiento B3 (aplicación de N, P) y B4 (aplicación de N, P, K) inciden sobre el diámetro de tallo siendo los mejores y estadísticamente iguales. El cacao tipo Nacional desarrollo mayor altura que el clon CCN-51 a lo largo de la investigación; el tratamiento B5 (aplicación de N, P, K + Micro elementos) presentó la mejor influencia en el crecimiento de la planta, se establece en forma general que los tratamientos en los que se incluyó fertilizante son los mejores en el desarrollo de esta variable.
- ✓ El cacao Nacional obtuvo el mayor índice de vigor de la planta a diferencia del clon CCN-51 y los tratamientos de fertilización que influyeron son B3 (aplicación de N, P), B4 (aplicación de N, P, K) y B5 (aplicación de N, P, K + Micro elementos) Esto comprueba que el uso de una fertilización balanceada, mejora las características fisiológicas del cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*).
- ✓ El cacao tipo Nacional y el tratamiento B7 (aplicación de N, P, K + Gallinaza) presentó la mayor incidencia de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) con un porcentaje de 1,00 %. Mientras que en el resto de factores la presencia de dicha enfermedad fue imperceptible y esporádica dentro del cultivo. La fertilización balanceada del cacao (*Theobroma Cacao*) depende mucho de las condiciones que el suelo presentó antes del desarrollo de dicho cultivo. La zona cuenta con suelos de cenizas volcánicas recientes sobre cenizas más antiguas muy lavados y de alta fijación de P y S que en medida influyen sobre el cultivo y sus necesidades nutricionales. Finalmente, se indica que son resultados iniciales y se espera variación a manera que se desarrollen las plantas porque tendrán mayor requerimiento de nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

- APROCAFA, 2004. Asociación de productores de cacao fino y de aroma. El gran cacao CCN-51. Disponible en: www.sudnordnews.org/cgi-bin/sudnordnews/index.cgi ?l=2& A=113. Consultado el 25/05/2010
- CORPEI, 2009. Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2009/10/17/1/1416/cacaoteros> .Consultado 21/03/2010
- Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual N° 54. Quito – Ecuador pp. 360.
- López, R. 2007. Efecto de tres fitohormonas bajo diferentes dosis, sobre el desarrollo de palma africana (*Elaeis guineensis jacq.*), en etapa de vivero, las golondrinas – Quinindé. 2006, Tesis de grado previo a obtener el título de Ing. Agropecuario. Universidad Tecnológica Equinoccial.



Rodriguez, N. 2001. Facultad de Agronomía de la U.C.V. Departamento e Instituto de Agronomía.
Disponible en: http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0019/logros_elporvenir_2000_2005.htm.
Consultado el

SICA, 2002. Censo nacional agropecuario. Resultados nacionales y provinciales. INEC –MAG –
SICA. Quito,
EC.1:255. Disponible en www.sica.gov.ec. Consultado 18/05/2009.