

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**DINÁMICA DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN PLANTONES
DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) COLECTADOS DE TRES
CLONES Y UN HÍBRIDO BAJO CONDICIONES DE VIVERO
EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. JOSÉ LUIS TORRES VÁSQUEZ

TARAPOTO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**DINÁMICA DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN
PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
COLECTADOS DE TRES CLONES Y UN HÍBRIDO BAJO
CONDICIONES DE VIVERO EN EL DISTRITO DE LA BANDA
DE SHILCAYO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach: JOSÉ LUIS TORRES VÁSQUEZ

Tarapoto – Perú
2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE CULTIVOS**

TESIS

**DINÁMICA DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES EN
PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)
COLECTADOS DE TRES CLONES Y UN HÍBRIDO BAJO
CONDICIONES DE VIVERO EN EL DISTRITO DE LA BANDA
DE SHILCAYO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

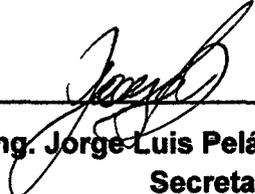
PRESENTADO POR:

Bach: JOSÉ LUIS TORRES VÁSQUEZ

COMITÉ DE TESIS



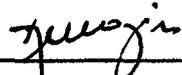
Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa Maria
Presidente



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Secretario



Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz
Miembro



Ing. M.Sc. Carlos Rengifo Saavedra
Asesor

**Tarapoto – Perú
2014**

DEDICATORIA

- A Dios creador, por darme la vida y la gran oportunidad de seguir adelante brindándome protección y confianza en mí mismo.
- A mis padres Juvenal Torres y Celinda Vásquez por traerme a este mundo, por brindarme todo el apoyo y confianza en cada momento de mi vida.
- A mis hermanas Nerina, Milagros y demás familiares por motivarme en seguir adelante y lograr mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

- Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto de tesis.
- Al Ing. Carlos Rengifo Saavedra por su asesoramiento antes, durante y después de la ejecución del proyecto de tesis.
- Al Ing. Rolando Ramírez Ríos por su apoyo durante la ejecución del proyecto y consejos para llevar a cabo el trabajo sin mayores obstáculos.
- A mi padre Juvenal Torres por sus consejos perseverantes para llevar a cabo con éxito el proyecto.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1.1 General	3
2.1.2 Específicos	3
III. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Generalidades del cultivo	4
3.1.1 Origen y distribución geográfica	4
3.1.2 Taxonomía	5
3.2 Requerimiento del suelo para el cultivo del cacao	6
a. Drenaje	6
b. Profundidad efectiva	6
c. pH del suelo	6
d. Materia orgánica	7
3.3 Sustratos	8
a. Mezclas del suelo	8
b. Preparación del sustrato con funda	8
3.4 Propiedades de abonos orgánicos	9
3.4.1 Humus	9
a. Influencia del humus en la propiedades del suelo	9
3.4.2 Composta	10
3.4.3 Gallinaza	10
3.5 Requerimientos nutricionales del cacao	10
3.6 Fertilización en vivero	13

a. Fertilización foliar	14
b. Fertilización orgánica	15
3.7 Funciones y deficiencias nutricionales del cacao	15
3.7.1 Nitrógeno	16
3.7.2 Fósforo	17
3.7.3 Potasio	18
3.7.4 Calcio	19
3.7.5 Azufre	20
3.7.6 Magnesio	21
3.7.7 Hierro	22
3.7.8 Boro	23
3.7.9 Zinc	24
3.8 Antecedentes teóricos a la investigación	26
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	42
4.1 Ubicación del área experimental	42
4.2 Material genético de cacao usado para el estudio	42
4.2.1 Características de los clones	43
a. ICS-6	43
b. ICS-39	43
c. SCA-6	44
d. Híbrido local	45
4.3 Metodología	45
4.3.1 Diseño experimental	45
4.3.2 Ejecución del experimento	47
a. Preparación del sustrato	47

b. Obtención, preparación y siembra de la semilla	47
c. Manejo de plántones en vivero	48
d. Evaluaciones realizadas	49
- En suelos	49
- En semilla y testa	50
- En plantas	51
• Análisis de tejido vegetal	51
• Longitud de tallo	52
• Diámetro de tallo	52
• Número de hojas	53
• Área foliar	53
V. RESULTADOS	54
VI. DISCUSION	72
VII. CONCLUSIONES	154
VIII. RECOMENDACIONES	156
IX. BIBLIOGRAFÍA	157
RESUMEN	164
SUMMARY	165
ANEXO	

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Grupo de cacao y distribución geográfica	5
Cuadro 2: Interpretación de análisis de suelos para cacao	12
Cuadro 3: Guía de recomendaciones de fertilización para cacao	12
Cuadro 4: Remoción de macro y micronutrientes por el cacao	13
Cuadro 5: Valores promedio de la altura de planta (cm)	26
Cuadro 6: Valores promedio de diámetro de tallo (mm)	26
Cuadro 7: Valores promedio de peso húmedo y seco de las hojas y raíces	27
Cuadro 8: Análisis químico del sustrato al inicio del experimento	27
Cuadro 9: Análisis químico de los sustratos al finalizar el experimento	28
Cuadro 10: Análisis químico de las hojas al final del experimento	29
Cuadro 11: Análisis químico de las raíces al final del experimento	29
Cuadro 12: Desarrollo de plantas de cacao en vivero con distintos abonos	34
Cuadro 13: Características químicas de los abonos orgánicos	36
Cuadro 14: Características químicas de los suelos con abonos	37
Cuadro 15: Resultado de análisis estadístico por tratamiento	37
Cuadro 16: Efecto de niveles de N y K en el crecimiento del cacao	39
Cuadro 17: Efecto de lombricompuestos en desarrollo del cacao	40
Cuadro 18: Efectos de sustratos sobre el crecimiento de plántulas de café	41
Cuadro 19: Características de plántulas en dos tipos de sustratos	41
Cuadro 20: Resultado de peso de semillas de cacao antes de la siembra	50

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Absorción y remoción de nutrientes en cacao	11
Gráfico 2: Efecto de la sombra y la fertilización en rendimiento de cacao	12
Gráfico 3: Contenido de nitrógeno en plántulas de cacao	32
Gráfico 4: Porcentaje de fósforo en plántulas de cacao	33
Gráfico 5: Porcentaje de calcio en plántulas de cacao	34
Gráfico 6: Contenido de macronutrientes en el cotiledón	54
Gráfico 7: Contenido de micronutrientes en el cotiledón	54
Gráfico 8: Contenido de macronutrientes en la testa	55
Gráfico 9: Contenido de micronutrientes en la testa	55
Gráfico 10: Promedios de pH antes y después de la siembra	56
Gráfico11: Promedios de M.O. antes y después de la siembra.	56
Gráfico 12: Contenido porcentual de N antes y después de la siembra.	57
Gráfico 13: Contenido porcentual de P antes y después de la siembra.	57
Gráfico 14: Contenido porcentual de K antes y después de la siembra.	58
Gráfico 15: Contenido en (meq/100) de Ca antes y después de la siembra	58
Gráfico 16: Promedios de Mg (meq/100) antes y después de la siembra.	59
Gráfico 17: Promedios de K (meq/100) antes y después de la siembra.	59
Gráfico 18: Contenido de Hierro antes y después de la siembra.	60
Gráfico 19: Contenido de Cobre antes y después de la siembra.	60
Gráfico 20: Contenido de Zinc antes y después de la siembra.	61
Gráfico 21: Contenido de Mn antes y después de la siembra.	61
Gráfico 22: Contenido de B antes y después de la siembra.	62
Gráfico 23: Contenido de S antes y después de la siembra.	62
Gráfico 24: Macro y micronutrientes en la raíz a los 15, 30 y 60 días.	63

Gráfico 25:	Macro y micronutrientes en la raíz a los 90 y 120 días	64
Gráfico 26:	Macro y micronutrientes en el tallo a los 15, 30 y 60 días	65
Gráfico 27:	Macro y micronutrientes en el tallo a los 90 y 120 días	66
Gráfico 28:	Macro y micronutrientes en el cotiledón a los 15, 30 y 60 días	67
Gráfico 29:	Macro y micronutrientes en el cotiledón a los 90 y 120 días	68
Gráfico 30:	Macro y micronutrientes en la hoja a los 30, 60, 90 y 120 días	69
Gráfico 31:	Longitud de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.	70
Gráfico 32:	Diámetro de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.	70
Gráfico 33:	Número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.	71
Gráfico 34:	Área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.	71

INDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1: Evolución de los síntomas de deficiencias de nitrógeno en cacao	17
Imagen 2: Síntomas de deficiencia de fósforo	18
Imagen 3: Evolución de los síntomas de deficiencia de potasio en cacao	19
Imagen 4: Deficiencia de calcio en cacao	20
Imagen 5: Síntomas de deficiencia de azufre en hojas nuevas de cacao	21
Imagen 6: Deficiencia de magnesio en cacao	22
Imagen 7: Síntomas de deficiencia de Hierro en cacao	23
Imagen 8: Deficiencia de boro en cacao	24
Imagen 9: Deficiencia de zinc	25
Imagen 10: Croquis de la distribución de los plantones de cacao en vivero	46
Imagen 11: Medición de la altura de tallo	52
Imagen 12: Medición del diámetro del tallo	53

I. INTRODUCCIÓN

En el Departamento de San Martín, se ha incrementado en un 481% en superficie al 2010 lo que demuestra que es una opción cada vez más aceptada y garantiza una agricultura sustentable en esta parte de la amazonia peruana (Arévalo, 2011). El mismo autor indica que actualmente existen aproximadamente 24,543 ha cosechadas, con 21,000 t de producción, con rendimiento promedio de 836 kg/ha lo cual reporta un valor comercial de S/. 147 millones de Nuevos soles, creando más de 6,000 empleos. Las zonas de mayor producción se encuentran en Mariscal Cáceres, Tocache y Huallaga.

Una de las actividades de mayor importancia para establecer plantaciones de cacao, es obtener plantas de calidad para asegurar buenos rendimientos y productividad; esto se logra utilizando semillas de materiales recomendados, con capacidad de producción y tolerancia a las enfermedades, aspectos que deben ser complementados con un adecuado manejo de las plántulas en el vivero.

Cuando se propagan plantas en vivero, el productor tiene muchas ventajas porque le permite manejar mayor número de plantas en espacio pequeños; además el cuidado y mantenimiento de las plántulas se tornan más fáciles de realizar debido a que el espacio a atender es reducido y se encuentran localizado en un lugar privilegiado para el acceso.

En el país se tiene poca experiencia sobre la fertilización planificada en plantones de cacao, debido a la falta de investigaciones sobre extracción de elementos nutritivos, ya que los nutrientes son importantes para la formación de la estructura de la planta, fotosíntesis, formación de aminoácidos, respiración, diferenciación celular,

transferencia de energía, apertura y cierre de estomas, forman parte de la estructura de la clorofila, entre otros (Ormeño, 2010).

El éxito de una plantación de cacao depende de las Buenas prácticas agrícolas realizadas en todas las fases productivas del cultivo que comprende desde la selección de terreno hasta el manejo de pos-cosecha. La producción de plántones, también es una actividad importante y determinante para el cultivo, es sabido que para desarrollar en condiciones normales la planta necesita de 16 elementos los mismos que no se encuentran en su totalidad en el suelo, siendo necesario conocer la cantidad aproximada de elementos extraídos durante el periodo de crecimiento inicial, ya que los estudios de absorción contabilizan, de una forma u otra, la extracción o consumo de nutrientes de un cultivo para completar su desarrollo y ciclo de producción. Estos estudios contribuyen a dar solidez a los programas de fertilización.

El presente trabajo buscó información sobre la cantidad de nutrientes extraídos del suelo, ya que esto permitirá mejorar las plantaciones de cacao partiendo desde el manejo del vivero, para así obtener mejores ganancias en la productividad.

Mejorar el crecimiento de las plantas no sólo aumenta la calidad de éstas sino también implica una utilización más eficiente del tiempo, la mano de obra y los recursos del vivero.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Determinar la dinámica de extracción de nutrientes en plántones de cacao colectados de tres clones y un híbrido bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo.

2.2 Específicos

- Evaluar la extracción de nutrientes por la planta en tres colecciones clonales (ICS-6, ICS-39 y SCA-6) y un híbrido en plántones de cacao bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo en los primeros 4 meses de crecimiento.
- Evaluar la influencia de los nutrientes sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo del cultivo en su etapa inicial de tres colecciones clonales y un híbrido.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Generalidades del cultivo

3.1.1 Origen y distribución geográfica

El cacao es originario de América del Sur, apareció por primera vez hace 4000 años al este de los andes, específicamente al sur del lago Maracaibo y el río Magdalena. Se cree que la difusión del cacao al resto del continente se llevó a cabo por el ser humano, los animales y factores meteorológicos como los vientos (Attanasi, 2007).

García (2000), menciona que de los estudios de Pound, Cheesman y otros se desprende que el cacao es una especie originaria del Bosque húmedo tropical (Bh-t) en América del Sur, debido al sistema de vida nómada que llevaron los primeros pobladores del continente americano, habiendo sido arduo la labor de establecer con exactitud el centro de origen del cacao.

En cuanto a la distribución geográfica la mayor concentración de áreas de cacao están entre los 10° de latitud norte y sur del Ecuador, distribuidos en el Oeste Africano, América Latina y sur este de Asia (García, 2000).

Sobre la base de estudios moleculares y argumentos paleográficos y geobotánicas se propuso 4 grupos o compuestos germoplásmicos naturales, con su correspondiente distribución geográfica como se señala en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Grupos de Cacao y distribución geográfica.

Grupo de cacao	Distribución geográfica
A. Criollo América Central, Colombia y	Venezuela
B. Amazonas, Forasteros del Alto	Amazonas
Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y	Brasil
C. Guyanas o Forasteros del Bajo	Amazonas

Fuente: (García, 2000).

3.1.2 Taxonomía

Según Arce (2012), la taxonomía del cacao es:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Tracheobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Dilleniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Subfamilia	:	Byttnerioideae
Género	:	<i>Theobroma</i>
Especie	:	<i>cacao</i> L.

3.2 Requerimiento del suelo para el cultivo del cacao

a. Drenaje

Arce (2012), menciona que está determinado por las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad intrínseca del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación. Existen problemas de drenaje interno por disposición de texturas en el perfil del suelo. Cuando hay texturas arcillosas en el subsuelo, estas no permiten el rápido movimiento del agua originando procesos de óxido reducción que ocasionan la aparición de moteaduras.

b. Profundidad efectiva

La profundidad del suelo es uno de los factores que determina la cantidad de agua susceptible de ser almacenada en el suelo y puesta a disposición de las plantas. En regiones donde las precipitaciones superan los 3,000 mm la profundidad efectiva a considerar es de 1 m, que asegura la fijación estable de la planta y al mismo tiempo un suministro adecuado de agua a las raíces. Sin embargo, en regiones con épocas secas prolongadas es conveniente considerar un límite mínimo de profundidad en 1,50 m para que de esta manera se pueda aumentar el suministro de agua a las raíces (Arce, 2012).

c. pH del suelo

MINAG (2004), menciona que el pH es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de

descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos.

Por otro lado, el cacao puede desarrollarse sobre suelos de reacción muy ácida con pH inferior a 5, incluso en suelos muy alcalinos de pH superior a 8. La mayoría de suelos cacaoteros presentan sin embargo un pH comprendido entre 6 y 7, siendo el pH óptimo próximo a 6,5. Según Zúñiga (2000), el cacao para que se mantenga con éxito se requiere un pH entre 5,5 – 7,5 de acidez moderada y ligeramente alcalino.

d. Materia Orgánica

Arce (2012), menciona que el cacao necesita una adecuada cantidad de materia orgánica que dependerá de las condiciones físicas y biológicas del suelo y por consiguiente es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Colacelli (1997), manifiesta que la descomposición de la materia orgánica tiene una reacción ácida. Los restos orgánicos como turba, estiércol, mantillo, acículas de pino, ácidos húmicos y fúlvicos, son acidificantes. La turba rubia por ejemplo, tiene pH 3,5. Cualquiera de ellos se emplea en jardinería, aplicados al hoyo de plantación, mezclados con el suelo en parterres, etc., aunque para plantaciones agrícolas se emplea estiércol, por disponibilidad y por precio.

En la mineralización de la materia orgánica se liberan cantidades apreciables de nitrógeno, azufre, fósforo y algunos micronutrientes esenciales para el crecimiento y producción de las plantas (Colacelli, 1997).

3.3 Sustratos

Los sustratos son una mezcla o compuestos de materiales activos y/o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies vegetales. Los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultando en un complejo de partículas de materiales rocosos y minerales característicos. También los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivientes o muertos. De la selección del sustrato apropiado dependerá la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas (Ansorena, 1994).

a. Mezclas de suelo. El llenado de las fundas debe ser realizado con un tipo de suelo especialmente preparado y tratado que ofrezca una buena textura de tipo franco y con un adecuado contenido de materia orgánica, a la vez que libre de cualquier clase de patógenos (Calderón, 1998).

b. Preparación de sustrato para funda. Para la preparación de sustrato se necesita de una parte de arena de río, una parte de materia orgánica descompuesta, una parte de humus de lombriz y cuatro partes de suelo del lugar. Todos los materiales deben ser tratados con captan en dosis de 5 g., por metro cúbico mezclado bien con ayuda de una pala sobre una superficie limpia. Esta labor se realiza con un mes de anticipación a la siembra (Suquilanda, 2001).

3.4 Propiedades de abonos orgánicos

3.4.1 Humus

Granjas productivas (2005), menciona que el humus de lombriz es el apreciado producto del incesante trabajo de ingestión y digestión de sustancias orgánicas, y tienen dos propiedades: Actúa como fertilizante por aportarle a la planta los nutrientes mayores (N, P, K, Ca y Mg) y los menores (Fe, Cu, Zn, B) y además, es regenerador y corrector del suelo debido al elevado contenido de bacterias (200 millones por gramo).

Castro (1995), indica, que la calidad del humus producido es la ideal, con valores de nutrientes dentro de los parámetros obtenidos en lugares de menor altitud y clima con temperaturas más altas; N: 1,33%, P: 0,83%, K: 0,30%, Ca: 2,8%, Mg: 0,51%, Na: 0,067%, Fe: 3425 ppm, Mn: 450 ppm, M.O.: 30,23.

a. Influencia y efecto del humus en las propiedades físicas y químicas del suelo.

Figuroa (1994), menciona que en cuanto a las propiedades físicas, el humus mejora la estructura del suelo, eleva la capacidad de retención del agua, mejora la aireación, eleva la temperatura. En las propiedades químicas, el humus almacena en su superficie nutriente en forma intercambiable, suministra nutrimentos y energía debido a su degradación. La degradación del humus moviliza los nutrientes minerales de las reservas inorgánicas, haciéndoles disponibles para las plantas.

3.4.2 Composta

FONAG (2010), menciona que para hacer composta se puede aprovechar los residuos vegetales del jardín y del hogar en vez de tirarlos a la basura. La composta es un abono orgánico que servirá para mejorar la tierra del jardín y para alimentar las plantas. Se dice que por cada 100 kg de restos orgánicos se obtienen 30 kg de abono.

ITG (2011), indica que el compost es el producto resultante de la descomposición aerobia (con oxígeno) de un material orgánico (procedente de seres vivos). En realidad en el mercado nos encontramos con diferentes productos de distintas calidades y procedencias; incluso con productos que en realidad no son compost y se presentan como si lo fueran.

3.4.3 Gallinaza

Según Valencia (1995), es un producto de desecho proveniente de materias fecales de aves de cría, levante, reproducción, postura y broilers, mezclado en cama (viruta, tamo, cascarilla, etc.). El grado de pureza de la gallinaza depende del tipo de explotación, siendo mejor la proveniente de ponedoras en jaulas, broilers o reproductores, la cual es removida frecuentemente, y en menor grado la de ponedora en piso o de planteles de cría o de levante.

3.5 Requerimientos nutricionales del cacao

Ling (1990), menciona que la remoción de nutrientes por el cultivo de cacao se incrementa rápidamente durante los primeros 5 años después de la siembra y luego establecerse manteniendo esa tasa de absorción por el resto de vida útil de la plantación. En general, el potasio (K) es el nutriente más

absorbido por el cacao, seguido por el nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Arce (2012), menciona que las formulaciones se basan sobre los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que muestren los análisis de suelo y en las proporciones que permitan obtener mayores repuestas de producción. La fórmula de fertilización 60-90-60, roca fosfórica combinado con guano de isla o el compuesto 12-12-12, se aplica en los hoyos donde se instalarán los plantones en campo definitivo en cantidades de 50 a 60 gramos por planta. Después del primer año de producción de los plantones injertados se incrementa al rango de 80 a 100 gramos por planta. Análogamente se aplicará esta última dosis a los chupones basales injertados luego del

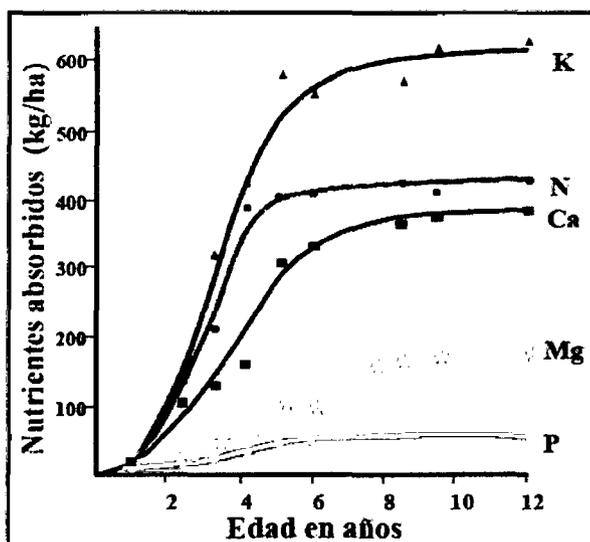


Figura 1. Absorción de nutrientes por el cacao a través del tiempo.

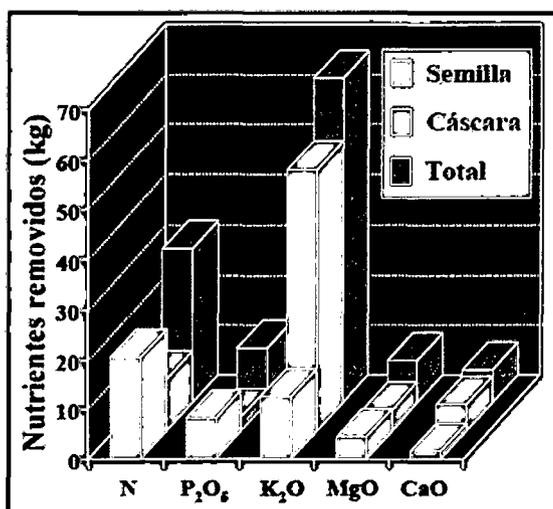


Figura 2. Nutrientes removidos en una tonelada de semilla y en 1.4 toneladas de cáscara de cacao.

Grafico 1: Absorción y remoción de nutrientes en cacao (Arce, 2012).

La necesidad de mantener el balance entre nutrientes obliga a que se hagan aplicaciones de P y K (y otros nutrientes dependiendo del contenido en el suelo) a medida que se incrementa la aplicación de N.

Los beneficios de la reducción de la sombra y la aplicación de fertilizantes en el rendimiento del cacao se ilustran en la Figura:

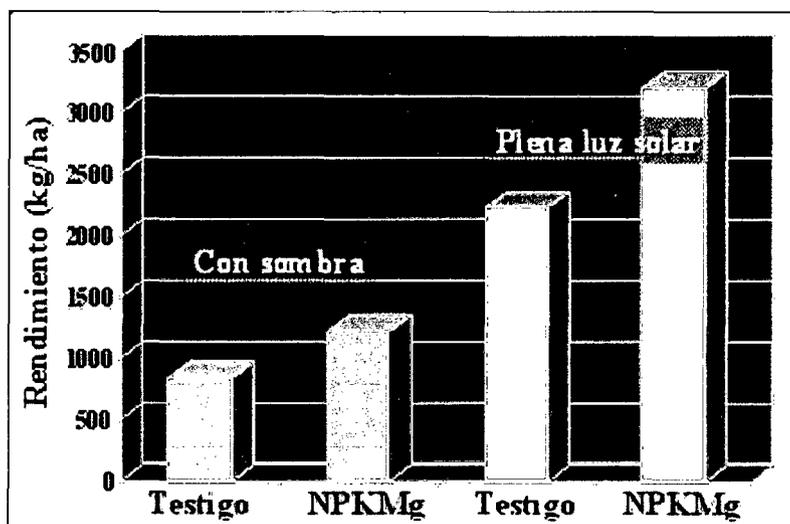


Grafico 2: Efecto de la sombra y la fertilización en el rendimiento del cacao (Ling, 1990).

Cuadro 2: Interpretación de los análisis de suelos para el cultivo del cacao.

NUTRIENTE	ALTO	INTEPRETACION MEDIO	BAJO
pH	7.5 – 6.5	6.4 – 5.1	< 5.1
P (ppm)	> 14	8 - 14	< 8
S (ppm)	> 12	6 - 12	< 6
K (cmol+/kg)	> 0.4	0.2 – 0.4	< 0.2
Ca (cmol+/kg)	> 9	5 - 9	< 5
Mg (cmol+/kg)	> 2.3	1.6 – 2.3	< 1.6

Fuente: (Ling, 1990).

Cuadro 3: Guía de recomendaciones de fertilización para el cultivo del cacao con 1400 plantas por ha.

Edad años	N	P ₂ O ₅	K ₂ O g/planta	MgO	S
Disponibilidad baja de nutrientes					
0 – 1	40	17	31	9	14
1 – 2	60	26	62	17	29
2 – 3	80	34	94	26	43
3 – 4	100	43	126	34	57
> 4	120	51	154	43	71

Disponibilidad media de nutrientes					
0 – 1	23	9	14	6	7
1 – 2	40	11	29	9	14
2 – 3	57	17	43	14	21
3 – 4	71	23	57	18	27
> 4	86	29	71	23	34
Disponibilidad alta de nutrientes					
0 – 1	11	7	14	6	7
1 – 2	23	7	23	6	7
2 – 3	34	10	31	9	9
3 – 4	46	14	40	10	17
> 4	57	17	49	11	23

Fuente: (Ling, 1990).

Cuadro 4: Remoción de nutrientes macro y micronutrientes por plantas de cacao en diferentes estados de desarrollo

Estado del cultivo	Edad	Requerimientos nutricionales promedio kg ha ⁻¹ año ⁻¹						
		N	P	K	MgO	CaO	Mn	Zn
Vivero	5-12	2.5	1.4	3.0	1.9	3.3	0.04	0.01
Campo:								
inmadura	28	140	33	188	80	163	4.0	0.5
Primera producción	39	219	54	400	122	203	7.3	0.9
Madura	50-87	453	114	788	221	540	7.0	1.6

Aprox. 1100 plantas/ha, Fuente: (Entrada, 2010).

3.6 Fertilización en el vivero

La fertilización es muy eficaz para aumentar el desarrollo de las plántulas en menor tiempo. La aplicación del fertilizante dependerá de la fertilidad del suelo y de los requerimientos de la planta para un buen desarrollo, por eso su recomendación debe basarse en un análisis de suelo. Los programas de fertilización, se proyectan con base en los 3 macro nutrientes principales (N, P, K); los niveles de fertilización deben ajustarse a cada una de las tres etapas de desarrollo de la plántula en vivero. Los elementos anotados

anteriormente, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización, además de los otros elementos llamados menores como el Boro (B), Calcio (Ca), magnesio (Mg), etc. Los fertilizantes pueden ser de dos tipos: orgánicos y químicos (Flores, 1987).

La siembra de plántulas no vigorosas trae como consecuencias crecimiento lento en campo, período prolongado para producir y susceptibilidad al ataque de enfermedades. Por tales razones, los productores de cacao eligen las plántulas que poseen mayor desarrollo al momento de adquirir material de siembra (Reyes y González, 2003).

a. Fertilización foliar

Es de conocimiento general que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, pero existen evidencias de la absorción de sales minerales y sustancias orgánicas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas.

Perdomo y Hampton (1970), indica que los nutrimentos que pueden ser aplicados efectivamente en aspersiones foliares son: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Manganeso, Zinc, Molibdeno. Además señalan que los macro elementos pueden ser aplicados en aspersiones, únicamente como suplemento nutricional a los cultivos durante los períodos críticos del crecimiento. Esta técnica de aplicación de nutrientes por aspersión se recomienda cuando estos elementos están deficientes o no disponibles en el suelo. Las aspersiones foliares se han utilizado por muchos años para aplicar fertilizantes al cultivo. Los nutrientes

de estas aspersiones se mueven dentro de la planta a través de los estomas de las hojas, cutícula y vía epidermis.

Bajo las condiciones de adecuado sustrato (75% tierra + 25% abono orgánico) y abonamiento oportuno, en las cuales se manejó este experimento. Chaves (1997), indica que los mejores tratamientos fueron aquellos que recibieron atomizos de 10-50-10, Enersoles o Bayfolán; superando los tres significativamente al testigo en el peso seco del follaje y los dos primeros también en la altura de las plantas.

b. Fertilización orgánica

Mendoza (1991), señala que entre las tecnologías aplicadas en la elaboración de viveros está la adición de cascarilla de arroz, que es un subproducto de las industrias molineras, de baja tasa de descomposición dado a su alto contenido de sílice, buena aireación, baja retención de humedad inicial. Las propiedades químicas son: Nitrógeno 0.50% a 0.60%, Fósforo de 0.08% a 0.10%, Potasio de 0.20% a 0.40%, Calcio 0.10 a 0.15%, Magnesio de 0.10% a 0.12%.

La aplicación de humus de lombriz en viveros o maceteros se recomienda colocar 50% de suelo y 50% de humus de lombriz, lo cual muestra buenos resultados en crecimiento y desarrollo (www.lombec.com, 2012).

3.7 Funciones y deficiencias nutricionales del cacao

ICA (2012), menciona que los desórdenes nutricionales que inhiben o disminuyen el crecimiento y la producción de cacao no son apreciables mediante síntomas visibles, solo hasta cuando se trata de una deficiencia aguda.

Los aspectos relacionados con las funciones de los nutrientes y las manifestaciones de deficiencias nutricionales se presentan a continuación:

3.7.1 Nitrógeno (N)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Nitrógeno son las siguientes:

- ✓ Promueve el crecimiento y el desarrollo del cultivo.
- ✓ Forma parte de la molécula de clorofila.
- ✓ Es esencial en la síntesis de aminoácidos y proteínas.
- ✓ Es importante en la división celular.
- ✓ Incrementa el número de flores.
- ✓ Mejora el peso y el tamaño de los frutos.
- ✓ Esencial para lograr altos rendimientos.
- ✓ Frecuentemente deficiente y limitante en los sistemas de producción.

b. Deficiencia: García (1993), menciona que la carencia de N se manifiesta en reducción de la velocidad de crecimiento de las plantas. Una planta sometida a condiciones de deficiencia detiene su crecimiento en pocas semanas y rápidamente presenta enanismo.

Los requerimientos de N están estrechamente relacionados con la intensidad de la luz bajo la cual crecen las plantas: al aumentar la luminosidad aumenta la intensidad del síntoma. Mientras la sobre exposición a la luz induce una deficiencia de N se presentan áreas de color amarillo pálido entre las venas de las hojas, condición que parece estar asociada con una alta relación carbohidratos: N.



Imagen 1: Evolución de los síntomas de deficiencias de Nitrógeno en cacao (García, 1993).

3.7.2 Fósforo (P_2O_5)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Fósforo son las siguientes:

- ✓ Promueve el desarrollo de raíces.
- ✓ Importante en la formación de flores, frutos y semillas.
- ✓ Vital en el proceso de fotosíntesis y en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía.
- ✓ Acelera la maduración de los frutos.
- ✓ Síntesis de almidón.
- ✓ Transferencia de características genéticas: Componente de ARN

b. Deficiencia: García (1993), menciona que cuando existe deficiencia de Fósforo (P) la planta crece lentamente y las hojas, especialmente las más pequeñas no desarrollan. Las hojas maduras desarrollan un color pálido en los filos y en las puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas. Más tarde se queman los filos de las hojas.

Demoran la formación de órganos reproductivos y restringen la formación de grano.



Imagen 2: Síntomas de deficiencia de Fósforo (García, 1993).

3.7.3 Potasio (K₂O)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Potasio son las siguientes:

- ✓ Denominado el elemento de la calidad.
- ✓ Encargado del engrosamiento de frutos, granos y tubérculos.
- ✓ Regula la presión osmótica (por ej. apertura y cierre de estomas) y la transpiración
- ✓ Regula el agua en las células y en los tejidos (transpiración, concentración de sales).
- ✓ Promueve mecanismos de resistencia a plagas y patógenos.
- ✓ Mejora la resistencia a sequía
- ✓ Asociado con más de 60 funciones enzimáticas

b. Deficiencia: García (1993), menciona que los síntomas de deficiencia de K aparecen inicialmente en las hojas más viejas y se acentúan con el desarrollo de brotes como consecuencia de la translocación del nutriente de tejido viejo a tejido joven. La translocación es de tal naturaleza que para

el momento en que el brote joven se expande totalmente, las hojas viejas se caen. A medida que la deficiencia se acentúa, las hojas de los brotes y chupones son cada vez más pequeños.



Imagen 3: Evolución de los síntomas de deficiencia de Potasio en cacao (García, 1993).

3.7.4 Calcio (Ca)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Calcio son las siguientes:

- ✓ Crecimiento y fortaleza en tallos y raíces jóvenes (división celular y elongación de las células).
- ✓ Aumenta la vida de anaquel de frutos y órganos cosechados.
- ✓ Componente de la pared celular y de la membrana plasmática.
- ✓ Facilita el aprovechamiento del boro.
- ✓ Regula la transpiración.
- ✓ Reduce la tasa respiratoria.

b. Deficiencia: García (1993), menciona que los síntomas de deficiencia de calcio (Ca) aparecen en las hojas más jóvenes, las cuales presentan parches necróticos que se inician como manchas blancas en la región intervenal cerca de los márgenes. Posteriormente estos parches pueden

fusionarse para formar áreas necróticas marginales, las cuales son más extensas en las hojas de mayor edad.



Imagen 4: Deficiencia de Calcio en cacao (García, 1993).

3.7.5 Azufre (S)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Azufre son las siguientes:

- ✓ Se le confiere propiedades insecticidas y fungosas.
- ✓ Mejora la asimilación y el metabolismo del Nitrógeno (sinergismo).
- ✓ Forma compuestos que confieren resistencia al frío y a la sequía.
- ✓ Requerido para la formación de clorofila
- ✓ Participa en la formación de componentes de aceites (glucósidos y glucosinolatos) y en la síntesis de vitaminas
- ✓ Esencial para la formación de proteínas

b. Deficiencia: García (1993), menciona que los síntomas de deficiencia de Azufre (S) son a menudo difíciles de distinguir, debido a que se confunden con los síntomas de deficiencia de N. Los síntomas se presentan inicialmente en las hojas nuevas que desarrollan un color amarillento brillante incluyendo las nervaduras, sin embargo, no existe reducción marcada del tamaño de las hojas.



Imagen 5: Síntomas de deficiencia de Azufre en hojas nuevas de cacao (García, 1993).

3.7.6 Magnesio (Mg)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Magnesio son las siguientes:

- ✓ Componente estructural de la clorofila (fotosíntesis).
- ✓ Necesario para la formación de azúcares, aceites y grasas.
- ✓ Interviene en el llenado de los frutos.
- ✓ Interviene en el metabolismo del fósforo.
- ✓ Importante en el cargue del floema de nutrientes elaborados.
- ✓ Activa procesos enzimáticos.

b. Deficiencia: García (1993), menciona que el síntoma típico de la deficiencia de Mg aparece como una clorosis que comienza en las áreas cercanas a la nervadura central de las hojas más viejas, luego de un tiempo el síntoma se difunde entre las nervaduras hacia los bordes de la hoja.

En casos severos de deficiencia se presentan áreas necróticas aisladas. Generalmente, se pueden observar una zona amarilla prominente que

avanza delante de las zonas necróticas y la cual es, generalmente, más brillante que en el caso de deficiencia de K.

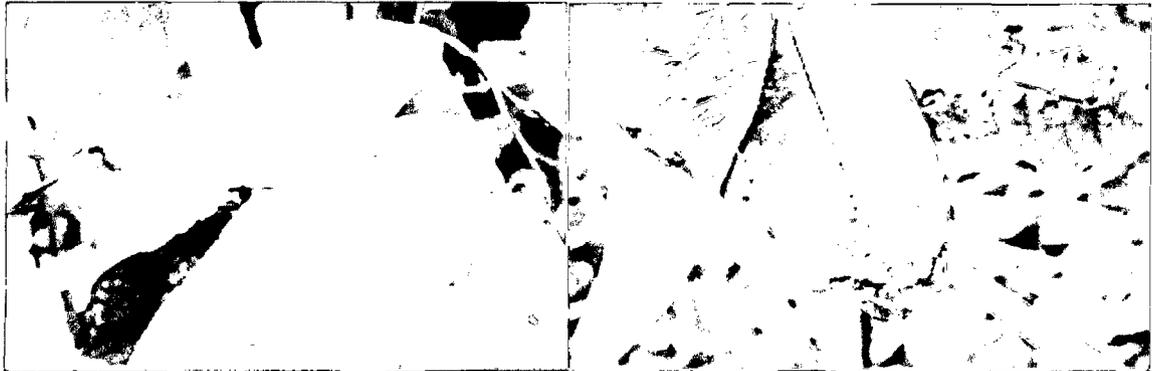


Imagen 6: Deficiencia de Magnesio en cacao (García, 1993).

3.7.7 Hierro (Fe)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Hierro son los siguientes:

- ✓ Asociado con la producción de clorofila y hormonas de la planta.
- ✓ Interviene en el proceso fotosintético.
- ✓ Se presenta con deficiencia en suelos alcalinos con alto contenido de Ca.
- ✓ Los suelos ácidos presentan altos niveles de este elemento.

b. Deficiencia: García (1993), indica que los síntomas de deficiencia de Hierro (Fe) aparecen primero en las hojas jóvenes. Primero se observa una clorosis interveinal marcada, mientras que las nervaduras permanecen marcadamente verdes. Cuando estas hojas maduran son más delgadas de lo normal y tienen consistencia similar al papel.

En casos de deficiencia severa las hojas presentan color blanco amarillento en la lámina y venas toman un color verde pálido. En el caso de las carencias de Fe las necrosis aparecen en casos avanzados, en los cuales se presenta un quemazón bien marcado del ápice.

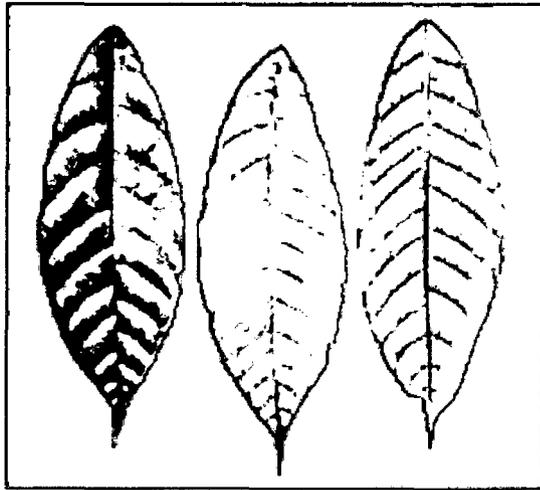


Imagen 7: Síntomas de deficiencia de Hierro en cacao (García, 1993).

3.7.8 Boro (B)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Boro son las siguientes:

- ✓ Importante en el desarrollo radicular, hojas y botones florales.
- ✓ Esencial en la polinización, crecimiento de semillas y frutos.
- ✓ Importante en la germinación del polen y en la formación del tubo polínico.
- ✓ Formación de la pared celular.
- ✓ Transporte de azúcares vía floema.

b. Deficiencia: García (1993), menciona que la deficiencia de Boro (B) afecta los puntos de crecimiento activo de la planta, por esta razón, los síntomas característicos se presentan en los tejidos más jóvenes, mientras que los tejidos de las hojas maduras aparecen sanos. Uno de los primeros síntomas en aparecer es una reducción en el tamaño de los entrenudos, acompañado de la formación profusa de chupones y de hojas encrespadas en las cuales se curva la lámina hacia el exterior y el ápice se enrosca. Estas láminas se endurecen y se sienten gruesas al tacto aunque no

adquieran una consistencia coriácea. Estas hojas pueden ser de color verde casi normal, pero también se pueden encontrar algunas de color amarillo verdoso pálido, con una tonalidad más oscura hacia la nervadura central y con márgenes ondulados.

El B es esencial para que la floración sea normal. En el caso de plantas deficientes se presentan anomalías como floración profusa en el tallo principal y en las ramas y en ocasiones hinchamiento de los cojines florales.

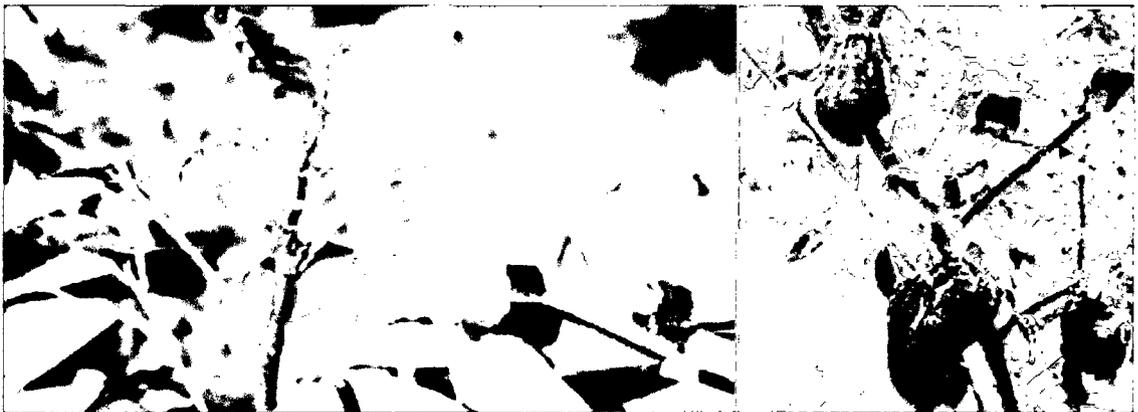


Imagen 8: Deficiencia de Boro en cacao (García, 1993).

3.7.9 Zinc (Zn)

a. Funciones: Según ICA (2012), las funciones del Zinc son las siguientes:

- ✓ Interviene en la formación de las auxinas (hormonas de crecimiento).
- ✓ Favorece la maduración de los frutos.
- ✓ Interviene en la síntesis de la clorofila.
- ✓ Estimula el vigor de la planta y el desarrollo vegetativo.

b) Deficiencia: García (1993), indica que los síntomas de deficiencia de Zinc (Zn) pueden observarse en la hoja en un estado temprano de su desarrollo

y consisten principalmente en deformaciones foliares, cuya gravedad aumenta con los brotes sucesivos.

Los síntomas más útiles para diagnóstico visual con las venas prominentes en las hojas muy jóvenes, la reducción en el ancho de la lámina foliar, el enrollamiento en espiral la presencia de clorosis en las nervaduras principales.

En ausencia de esas deformaciones los síntomas son más difíciles de reconocer. En ocasiones se puede observar un patrón de nervaduras claramente visibles sobre un fondo clorótico.

En casos de deficiencia intermedia, la hoja puede presentar una proporción anormal entre el largo y el ancho y áreas cloróticas bien definidas a cada lado de la nervadura central. Puede también presentarse una distribución asimétrica de las áreas foliares a ambos lados de la nervadura central, lo cual da lugar a hojas curvadas en forma de hoz que también exhiben las áreas cloróticas características.



Imagen 9: Deficiencia de Zinc (García, 1993).

3.8 Antecedentes teóricos a la investigación

3.8.1 Zambrano (2011), menciona en su trabajo “Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.)”, poniendo en experimento los siguiente: Bayfolan (inorgánico), Agrohumus H-V (orgánico), Entomofert (orgánico), utilizando como semilla Cacao Nacional Criollo.

El trabajo se llevó a cabo en una finca en Trinidad Uno del Cantón Flavio Alfaro en la provincia de Manabí (Ecuador), tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de los fertilizantes, mediante diferentes épocas de aplicación en viveros de Cacao (*Theobroma cacao* l), para producir patrones de adecuada calidad.

a. Resultados

Cuadro 5: Valores promedio de altura de planta (cm) a los 90, 120 y 150 días

Factores y Tratamientos (Fertilizantes)	Altura de plantas (cm)		
	90 días	120 días	150 días
Bayfolan (Inorgánico)	25,79	34,75	46,67
Agrohumus (Orgánico)	25,74	34,49	45,10
Entomofert Plus (Orgánico)	25,6	34,91	46,07
Tukey 5%	NS	NS	NS

Cuadro 6: Valores promedio de diámetro de tallo (mm) a los 90, 120 y 150 días.

Factores y Tratamientos (Fertilizantes)	Diámetro de tallo (mm)		
	90 días	120 días	150 días
Bayfolan (Inorgánico)	5,73	6,94	8,48 a
Agrohumus (Orgánico)	5,61	6,85	8,01 b
Entomofert Plus (Orgánico)	5,66	6,86	8,08 b
Tukey 5%	NS	NS	0.38*

Cuadro 7: Valores promedio de peso húmedo y seco de las hojas y raíces de las plantas en (g) al final del ensayo.

Factores y Tratamientos (Fertilizantes)	Peso Húmedo		Peso Seco	
	Hojas	Raíces	Hojas	Raíces
Bayfolan (Inorgánico)	53,59	26,98	24,20	9,91
Agrohumus (Orgánico)	52,43	26,39	25,65	10,45
Entomofert Plus (Orgánico)	54,05	29,30	28,89	10,78
Tukey 5%	NS	NS	NS	NS

➤ **Análisis químico del sustrato**

- **Antes del experimento**

En la tabla 1 se puede observar los valores correspondientes a cada elemento, obtenidos del análisis químico del sustrato (mezcla de tierra orgánica + arena + tamo de arroz y aserrín) antes de iniciar el experimento.

Cuadro 8: Resultado de análisis químico del sustrato al inicio del experimento.

Trat.	pH	%	ppm		me/100ml			ppm					
		M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Muestra 1	6.60 PN	12.6 A	5 B	54 A	0.9 A	20 A	2.2 M	8 B	20.8 A	3.4 M	96 A	11.6 M	0.86 A

Nota: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), Prácticamente bajo (PN)

- **Final de experimento**

Al finalizar el experimento se realizó el análisis químico de los sustratos correspondiendo a cada tratamiento, por lo que se puede apreciar los resultados en la tabla 2. Notándose que el pH varía entre los tratamientos desde 6.7 a 6.9, pero se mantiene prácticamente neutro.

Referente a la acción de los fertilizantes, se puede observar que las concentraciones de (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe y Mn), fueron altas para los tres fertilizantes; mientras que presentó concentraciones “Bajas” en azufre para Bayfolan y Entomofert plus, siendo “Medias” para Agrohumus H-V; En cuanto al Boro se mostró “altos” para A2 y A3 con 1.16 y 1.08ppm respectivamente, para A1 correspondió a “Medio” con 0.96 ppm

Cuadro 9: Resultado del análisis químico de los sustratos al final del experimento correspondiente a cada tratamiento.

Tratamientos	pH	%	ppm		me/100ml			ppm					
		M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B

Fertilizantes

Bayfolan (Inorgánico)	6,80	3,33	120	37	0,44	23	23	5	14	4,2	140	18	0.96
	PN	M	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	M
Agrohumus (Orgánico)	6,78	2,85	116	40	0,50	23	24	10	16,2	4,7	126	23	1,16
	PN	M	A	A	A	A	A	M	A	A	A	A	A
Entomofert (Orgánico)	6,83	3,33	117	39	0,47	23	22	9	14,8	4,0	206	19	1,08
	PN	M	A	A	A	A	A	B	A	M	A	A	A

Nota: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), Prácticamente bajo (PN)

➤ **Análisis químico foliar al final del experimento**

En la tabla 3 se puede observar las variaciones de los resultados de los análisis químico foliares de los tratamientos que se realizó al final del experimento.

Cuadro 10: Resultado del análisis químico de las hojas al final del experimento correspondiente a cada tratamiento.

Factores y tratamientos	%							ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Fertilizantes											
Bayfolan (Inorgánico)	2,6 E	0,35 E	2,51 E	1,50 E	0,58 A	0,31 E	82 A	38 E	117 A	62 A	28 D
Agrohumus (Orgánico)	2,4 E	0,37 E	2,34 E	1,44 E	0,65 A	0,32 E	78 A	40 E	127 A	68 A	32 A
Entomofert (Orgánico)	2,4 E	0,35 E	2,34 E	1,46 E	0,62 A	0,32 E	79 A	40 E	116 A	61 A	31 A

Nota: Excesivo (E), Adecuado (A) y Deficiente (D).

➤ **Análisis químico de raíz al final del experimento**

Se puede observar el resultado de las concentraciones de los elementos con respecto a los tratamientos en la tabla 4.

Cuadro 11: Resultado del análisis químico de las raíces al final del experimento correspondiente a cada tratamiento.

Factores y tratamientos	%							ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Fertilizantes											
Bayfolan (Inorgánico)	2,1 A	0,41 E	1,45 D	1,42 E	0,49 A	0,18 A	12 D	114 E	928 E	83 A	51 A
Agrohumus (Orgánico)	2,2 A	0,28 E	0,84 D	1,61 E	0,47 A	0,15 A	13 D	115 E	981 E	135 A	56 A
Entomofert (Orgánico)	2,0 A	0,40 E	1,23 D	1,51 E	0,49 A	0,18 A	10 D	112 E	974 E	95 A	52 A

Conclusiones

- La aplicación de los abonos orgánicos e inorgánicos, causaron incremento en los niveles del pH del suelo y los contenidos de los elementos N, P, K, Zn y Cu.
- Estadísticamente no existieron diferencias significativas entre los fertilizantes en relación a la altura de planta, peso seco de hojas y raíces con respecto al testigo, notándose diferencias numéricas.

3.8.2 Pinchi (2008), manifiesta en el trabajo de investigación sobre **“Fuentes de sustratos orgánicos en plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo – San Martín”**, que puso en experimentación fuentes orgánicos como la pulpa de café, gallinaza de postura, estiércol de ganado vacuno, humus de lombriz y tierra agrícola.

El trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de cuatro fuentes de materia orgánica en tres tipos de clones injertados de cacao: Clon CCN-51, clon IMC-67 y clon ICS-1; en el distrito de la Banda de Shilcayo entre los meses de Junio 2004 a Febrero de 2005.

Obteniendo como resultado lo siguiente:

- Que los mejores efectos demostrados en el crecimiento de plantones e injertos de cacao, fueron los que recibieron como fuentes de pulpa de café y estiércol de ganado vacuno; ya que expresaron una mayor altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar; lo que permitió obtener plantones aptos para su injertación en menor tiempo posible.

- La fuente de humus de lombriz permite obtener plantones aptos para el injerto, en un periodo similar a la fuente de estiércol de vacuno y de pulpa de café, su efecto se ve disminuido por la expresión de características ligeramente inferiores (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas del patrón y área foliar).

3.8.3 Aguirre et al. (2007), manifiesta en su trabajo de investigación sobre “**Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L.) con *Azospirillum brasilense* tarrand, krieg et Dobereiner y *Glomus intraradices* Schenk et Smith**”, donde el suelo utilizado pertenece al grupo de los andosoles mólicos, típico de la región cacaotera del Soconusco, con las siguientes características: textura migajón arenosa; 2,3% de materia orgánica; pH de 5,7; 17,0 mg·kg⁻¹ de NO₃⁻; 14,0mg·kg⁻¹ de NH₄⁺; 7,0 mg·kg⁻¹ de P (Olsen) y 1893 mg·kg⁻¹ de Ca²⁺. La mitad del suelo utilizado fue tratada con bromuro de metilo (bromurado) a razón de 1lb cada 2 m³. Se llenaron macetas de 5 l de capacidad, perforadas en la parte inferior para favorecer el drenaje, con el suelo tratado o sin tratar.

Se usó un diseño experimental completamente al azar, con ocho tratamientos que consideraron efectos simples de los inoculantes y las combinaciones de los mismos, un testigo sin inocular en las dos condiciones de suelo y cuatro repeticiones por tratamiento.

Resultados

El contenido de N₂ en el tejido vegetal fue mayor en las plantas que crecieron en el suelo tratado durante los dos primeros meses de evaluación, observándose posteriormente diferencias entre tratamientos (Gráfico 3). En la

condición natural del suelo las plantas biofertilizadas presentaron mayor contenido de N₂ en comparación con el testigo. Este hecho fue más contrastante durante los primeros 120 días de la evaluación. *G. intraradices*, solo o cuando fue aplicado junto con *Azospirillum* indujo el mayor contenido de N₂ en el tejido vegetal del cacao.

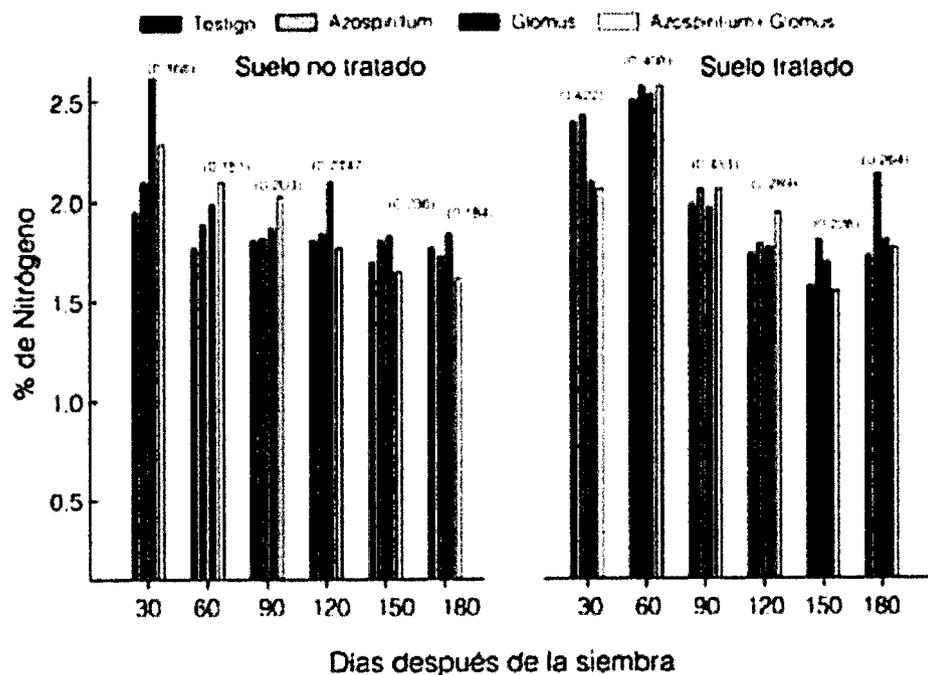


Gráfico 3: Contenido de Nitrógeno en plántulas de cacao

Las plantas micorrizadas promovieron mayor contenido de P en el tejido vegetal del cacao (Gráfico 4). Existen evidencias del transporte de P por los hongos micorrizógenos hacia la planta, por lo que es prudente considerar las bondades agronómicas de este proceso en el desarrollo de las plantas, especialmente en los suelos tropicales donde el P es un factor limitante.

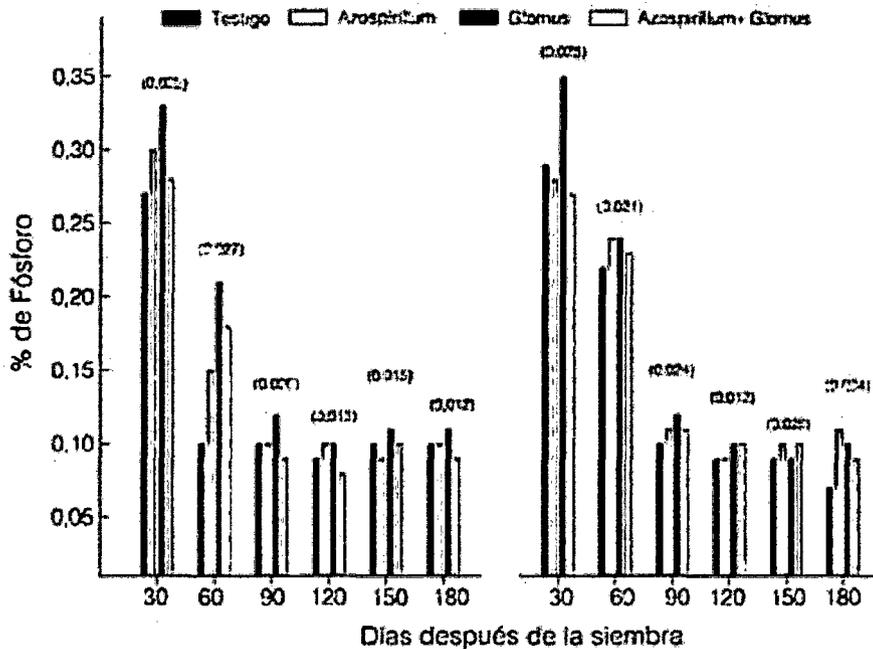


Gráfico 4: Porcentaje de fósforo en plántulas de cacao

El contenido de Ca^{2+} fue también mayor en los tratamientos biofertilizados (Gráfico 5). Para estos tres elementos, N_2 , P y Ca^{2+} , los valores más altos se obtuvieron en el suelo no tratado a partir de los 90 y 180 días de la siembra con *G. intraradices*. Este mismo comportamiento se observó en el suelo tratado, pero en menor proporción que el anterior; sin embargo, en la última evaluación, el tratamiento micorrizado mostró mayor contenido de Ca^{2+} en el tejido del cacao.

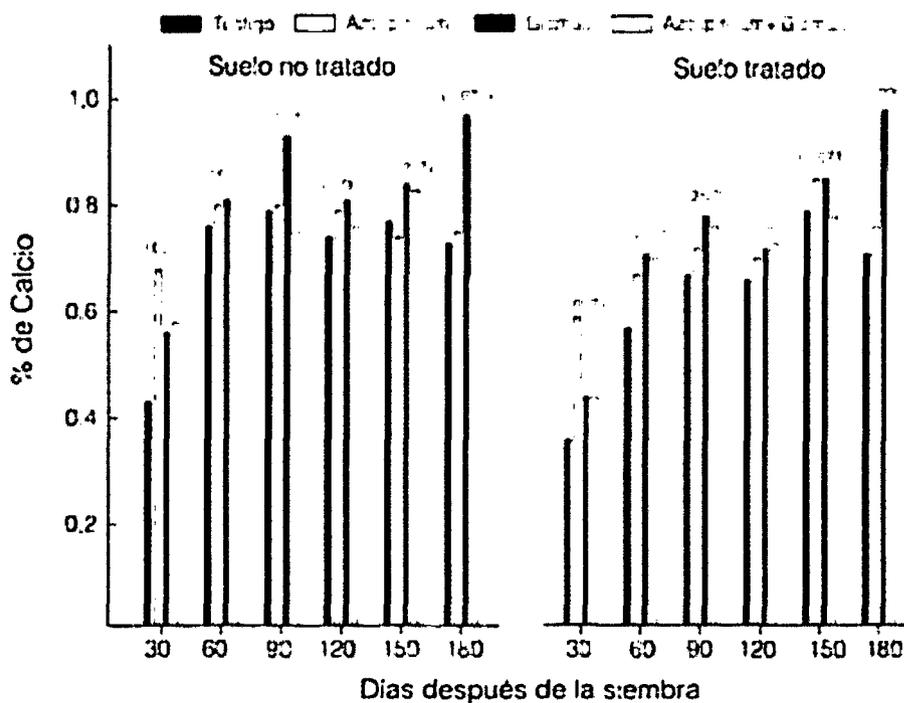


Gráfico 5: Porcentaje de calcio en plántulas de cacao

3.8.4 FHIA (2002), reporta en su investigación sobre “Producción de plantas de cacao (*Theobroma cacao*) en vivero” utilizando distintos substratos como abono orgánico, los siguientes resultados:

Cuadro 12: Desarrollo de plantas de cacao en vivero producidas orgánicamente utilizando distintas fuentes de abono orgánico.

Nº	Tratamiento	Desarrollo Promedio/10 plantas ¹		Aspecto/coloración
		Diámetro (mm) ²	Altura (cm)	
1	Suelo + aserrín	7.9 c	27.8 e	Poco vigor, clorosis
2	Suelo + gallinaza	10.6 a ³	65.2 b c	Vigoroso
3	Suelo + estiércol seco de ganado	10.0 a b	75.4 a	Vigoroso
4	Suelo + bocashi	10.5 a	69.4 a b	Vigoroso
5	Suelo + compost	10.0 a b	59.9 c	Vigoroso
6	Suelo + lombricompost	9.7 a b	61.7 c	Vigoroso
7	Suelo + fertilizante	5.9 d	34.3 d	Vigoroso

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye:

- Se pueden producir plantas de cacao con vigor y desarrollo adecuado para el trasplante a los cuatro meses utilizando fuentes de abono orgánico.
- La gallinaza, estiércol de ganado, bocashi, compost y lombricompost, son fuentes de fertilizante orgánico que pueden utilizarse eficientemente para producir plantas de cacao que permitan establecer plantaciones orgánicas de este cultivo para la producción de grano destinado al mercado orgánico.
- El vigor de las plantas producidas utilizando estas fuentes de abono orgánico permite que las mismas cumplan la etapa de vivero sin mayores problemas de plagas o enfermedades.

3.8.5 Ormeño (2009), en su artículo: Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero, menciona que trabajó con té de estiércol, té de compost, humus líquido de lombriz y compost de cacao. Se trabajó con plántulas de cacao híbrido.

Se evaluaron altura total, N° de hojas, diámetro de tallo a 5 cm del cuello, diámetro de la raíz principal a 5 cm del cuello, longitud máxima de la raíz principal, número de raíces secundarias.

Los tratamientos son: El testigo (sustrato sin aplicación de abonos, T4), Té de Estiércol 30% (T1), Té de estiércol 20% (T2), Té de Estiércol 10% (T3), Humus Líquido de Lombriz 7% (T5), Compost (cáscaras de cacao) 50% más Humus de Lombriz 7% (T6), Té de Compost 30% (T7), Té de Compost 10% (T8) y Té de Compost 20% (T9).

a. Resultados

Cuadro 13: Características químicas de los abonos orgánicos utilizados.

Abonos	pH 1:2	N (%)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)
Humus de lombriz	9,5	0,03	352	250	18708	3023	714
Té compost	5,4	0,03	4519	32813	1697	22874	13650
Té estiércol	6,5	0,02	669	16406	1240	2000	280

En el cuadro 14 se muestran los resultados de los suelos una vez aplicados los diferentes tratamientos (abonos orgánicos). Meléndez (2003), señalan que los abonos crudos o en proceso de compostaje aportan más nutrientes en el corto plazo que los compost terminados, además de incorporar una población microbiana diversa para continuar con el proceso de descomposición en el campo. El tratamiento T6 (compost más humus líquido de lombriz) fue el que presentó mejores valores en contenido de materia orgánica (42,6 g kg⁻¹), sin embargo, por presentar pH alcalino, el 90% de las plántulas de cacao no sobrevivieron a las evaluaciones realizadas al cuarto mes, lo que debe ser considerado al momento de utilizarlos como alternativa de aportes de nutrientes para las plantas. Así como asegurarse de que tanto el compost como el humus líquido de lombriz estén maduros antes de aplicar a las plantas de cacao, sobre todo cuando éstas están en estado juvenil o utilizar menor porcentaje de compost (<50%) en la mezcla del sustrato para vivero.

CORPOICA (2000), señala que en viveros de cacao la mayor cantidad de elementos extraídos está relacionado con el potasio (K), nitrógeno (N) y calcio (Ca), lo cual se mantiene para la edad productiva.

datos demuestran que la fertilización adecuada del cacao a plena exposición puede ser rentable y que los rendimientos se sostienen a través del tiempo.

3.8.7 Trabajos en almácigos con sustratos

a. Lombricompuestos a base de compost de cacao

Giron y Tortolero (1996), reportan sobre un ensayo comparativo realizado en vivero, con tres niveles de lombricompuestos obtenido con sustrato a base de compost de cacao; a los 150 días posteriores a la siembra, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 17: Efecto de tres niveles de lombricompuestos en el desarrollo de plantas de cacao.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm).
Suelo esterilizado (testigo 1)	23,5	5,4
Suelo no esterilizado (testigo 2)	22,9	5,4
Suelo esterilizado + 30 gr de lombricompost	23,5	5,3
Suelo no esterilizado + 30 gr de lombricompost	26,8	6,0
Suelo esterilizado + 60 gr de lombricompost	27,5	6,0
Suelo no esterilizado + 60 gr de lombricompost	25,7	5,7

Fuente: (Giron y Tortolero, 1996).

b. Utilización de la pulpa de café

- Mestre (1973), menciona que es indiscutible que la pulpa de café constituya un excelente abono orgánico para almácigos de café, las cuales presentan siempre vigor y desarrollo que las que provienen de almácigos hechos únicamente con suelo y aún de almácigos tratados con fertilizantes orgánicos.

Para determinar los efectos sobre el crecimiento y el peso seco de la pulpa descompuesta en las plántulas de café en almácigo, se realizaron tratamientos:

Cuadro 18: Efectos de sustratos sobre el crecimiento de plántulas de café.

Características	Peso seco (gr.)	Crecimiento (cm.)
Suelo sin pulpa	16,3	17,4
¾ de suelo + ¼ pulpa en volumen	23,6	20,9
2/4 de suelo + 2/4 pulpa en volumen	34,3	24,0
¼ de suelo + ¾ pulpa en volumen	38,6	25,6

Fuente: (Mestre, 1973).

Los aumentos en crecimiento y peso seco en plántulas son pequeños, por lo que lo más aconsejable es mitad tierra en volumen.

- Valencia (1972), en un experimento realizado, los cafetos en vivero sembraron en una mezcla de tres partes de tierra por una de pulpa y a los seis meses, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 19: Características de plántulas en dos tipos de sustratos.

Parámetros	Con pulpa	Sin pulpa
Peso fresco (gr.)	207.9	87.9
Largo del tallo (cm.)	36.7	23.6

Fuente: (Valencia, 1972).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área experimental

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo a 2,5 km de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín. La ubicación política y geográfica se menciona a continuación.

➤ Ubicación geográfica

Latitud sur : 06° 30' 07”
Longitud oeste : 76° 20' 09”
Altitud : 360 m.s.n.m.m.

➤ Ubicación Política

Distrito : Banda de Shilcayo
Provincia : San Martín
Región : San Martín

4.2 Material genético de cacao usado para el estudio

Para el estudio en vivero se utilizó tres colecciones clonales de cacao procedentes de plantas madres del ICT (ICS-6, ICS-39, SCA-6) y un híbrido local procedente del mismo lugar de los clones, las cuales se evaluaron durante los primeros 4 meses de crecimiento inicial determinando la extracción de nutrientes.

4.2.1 Características de los clones

Los clones de cacao fueron obtenidos de la Estación Experimental Juan Bernito del Instituto de Cultivos Tropicales, lo cual proceden del jardín botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María) y el híbrido fue obtenido del mismo lugar que los clones pero la procedencia se desconoce. García (2007), describe lo siguiente:

a. ICS – 6

- Color del fruto inmaduro : verde
- Tamaño del fruto : intermedio (20 - 30 cm)
- Forma del fruto : elíptico
- Forma del ápice del fruto : apezonado
- Rugosidad del fruto : ligeramente rugoso
- Constricción basal del fruto : ligero
- Grosor de la cáscara del fruto : intermedio
- Profundidad de surcos : superficial
- Número de óvulos por ovario : 49
- Número de semillas por fruto : 26 – 45
- Tamaño de la semilla : grande
- Forma de semilla en sección longitudinal: elíptica
- Forma de semilla en sección transversal: aplanada
- Color de cotiledones : morado
- Compatibilidad : autocompatible

b. ICS – 39

- Color del fruto inmaduro : verde pigmentado
- Tamaño del fruto : grande (> 30 cm)

- Forma del fruto : oblongo
- Forma del ápice del fruto : atenuado agudo
- Rugosidad del fruto : moderadamente rugoso
- Constricción basal del fruto : intermedio
- Grosor de la cáscara del fruto : delgado
- Disposición de un par de lomos : pareados
- Profundidad de surcos : intermedio
- Número de óvulos por ovario : 44
- Número de semillas por fruto : 21 - 43
- Tamaño de la semilla : grande
- Forma de semilla en sección longitudinal: oblonga
- Forma de semilla en sección transversal: intermedia
- Color de cotiledones : violeta
- Compatibilidad : autoincompatible

c. SCV – 6

- Color del fruto inmaduro : verde
- Tamaño del fruto : pequeño – intermedio(< 30 cm)
- Forma del fruto : elíptico
- Forma del ápice del fruto : atenuado
- Rugosidad del fruto : ligeramente rugoso
- Constricción basal del fruto : ligero
- Grosor de la cáscara del fruto : delgada
- Profundidad de surcos : intermedio
- Número de óvulos por ovario : 48
- Número de semillas por fruto : 28 – 52



- Tamaño de la semilla : pequeña
- Forma de semilla en sección longitudinal: elíptica
- Forma de semilla en sección transversal: aplanada
- Color de cotiledones : morado
- Compatibilidad : Autoincompatible

d. Híbrido local

- Color del fruto inmaduro : Rojo
- Tamaño del fruto : Mediano (20 – 30 cm)
- forma del fruto : Elíptico
- Rugosidad del fruto : ligeramente rugoso
- Número de semillas por fruto : 34
- Tamaño de las semillas : Grandes
- Color del cotiledón : Blanco

4.3 Metodología

4.3.1 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) para la ubicación de los plantones en vivero. El diseño consta de 4 tratamientos y 3 observaciones.

Tratamientos	Cultivar
T0	Híbrido local
T1	ICS – 6
T2	ICS – 39
T3	Scavina-6

Análisis de varianza

Fuentes de variabilidad	G.L
Tratamientos	$(t - 1) = 3$
Error experimental	$t (r - 1) = 8$
Total	$(r \times t) - 1 = 11$

Se evaluaron la extracción de nutrientes en suelo (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B, Zn), también el nivel de pH, materia orgánica, contenido de nutrientes en el tejido vegetal, porcentaje de germinación y variables agronómicas durante los primeros 4 meses.

La distribución de los plantones en vivero fue el siguiente:

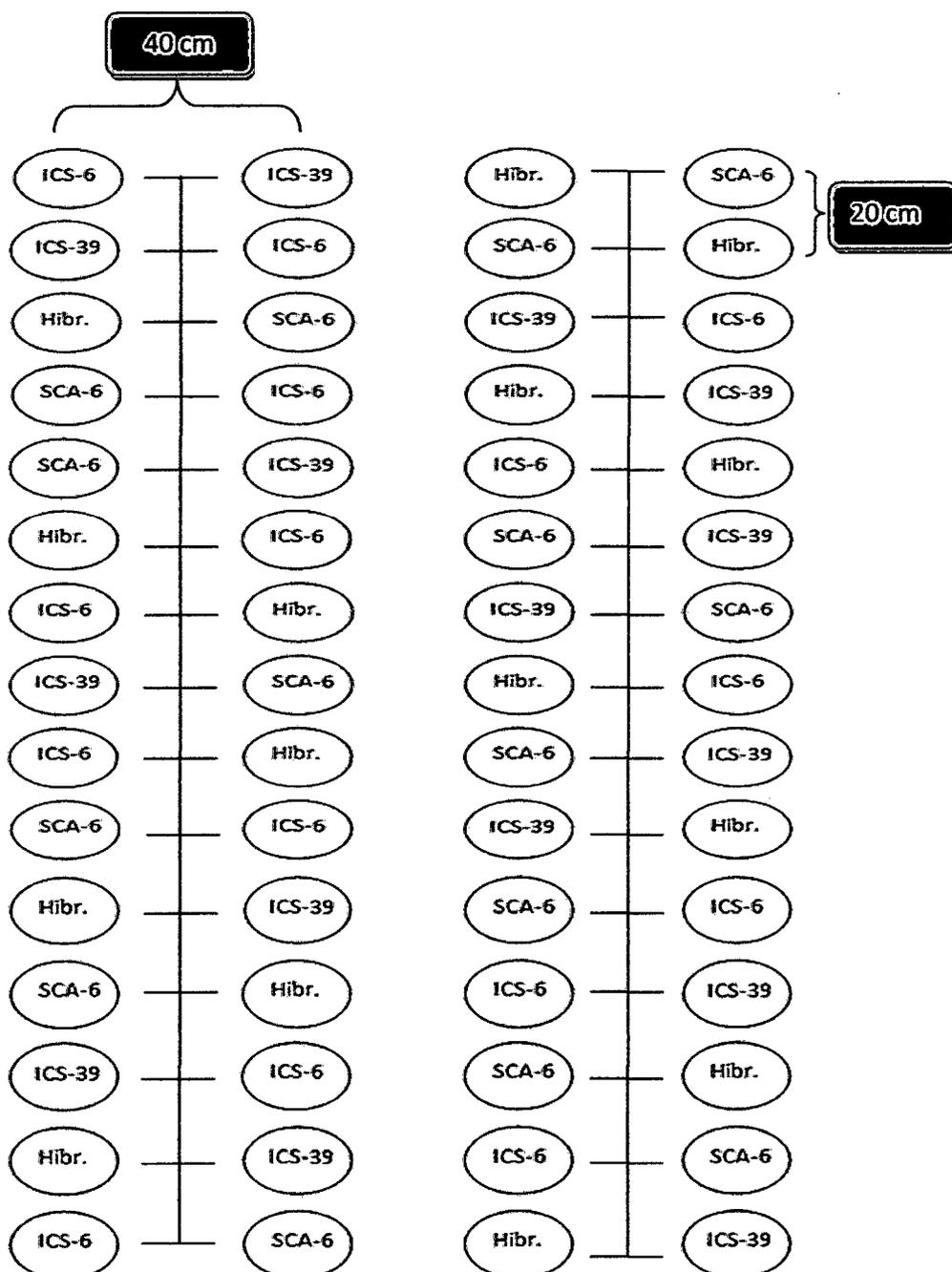


Imagen 10: Croquis de la distribución de los plantones de cacao en vivero

4.3.2 Ejecución del experimento

A. Preparación de sustrato

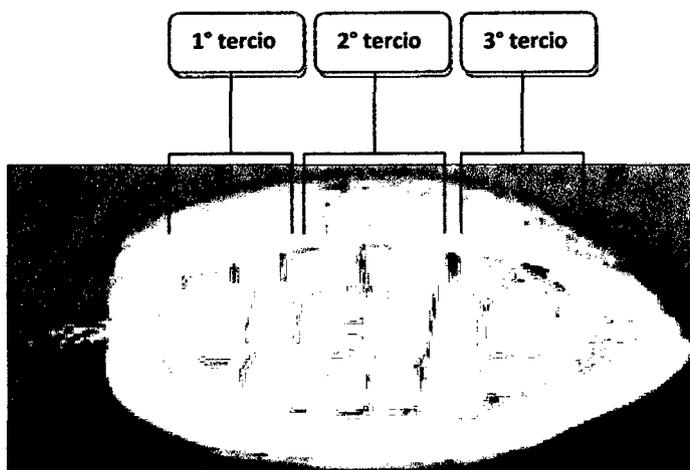
La preparación del sustrato se realizó mezclando tierra agrícola zarandeada obtenido de un shapumbal del sector Aucaloma, se mezcló con humus de lombriz para formar un sustrato enriquecido de minerales, el mismo que fue obtenido del mercado local cuyos análisis químicos se indica en el anexo 122.

Las semillas de cacao fueron sembrados en maceteros y en cada macetero contaba con 5 kilos aproximadamente de sustrato, en donde el 50% conformado por humus (2,5 kg) y 50% de tierra agrícola (2,5 kg).

B. Obtención, preparación y siembra de la semilla

Para asegurar tener plantas con características deseables se obtuvieron semillas de plantas seleccionadas, como se hizo también con las mazorcas, plantas sanas y productivas, frutos de tamaño promedio, mazorcas en buen estado sanitario.

Después de seleccionar las mazorcas se procedió a seleccionar las semillas del tercio medio de la mazorca por tener semillas homogéneas en tamaño y peso.



Una vez que las semillas se sacaron de la mazorca se procedió a limpiarlo sacando el mucilago con la ayuda de aserrín, con la única finalidad de no formar condiciones favorables para crecimiento de patógenos. Para asegurarnos de que las semillas se mantengan sanos se aplicó un fungicida Homai con una dosis de 2 g por kilogramo de semilla.

Para el crecimiento homogéneo de las plantas se realizó el pre germinado, que constó en colocar las semillas previamente limpiadas a una bolsa con aserrín húmedo, la cual germinó en poco tiempo de ser colocado.

Antes de iniciar el sembrado se humedeció el suelo con agua destilada, hasta dejar el suelo en condiciones adecuadas para el sembrío. Al momento de la siembra, la semilla se colocó en forma vertical aproximadamente 1 cm por debajo del nivel del suelo.

Cada envase o macetero contenía un plato compuesto del mismo material del envase ubicado en la base, esto sirvió para que el agua que se aplicó no se pierda por infiltración y no pierda en contenido nutricional del sustrato.

C. Manejo de plántones en vivero

1. Riego

Se aplicó agua destilada con una frecuencia promedio de 3 días, lo cual se regó homogéneamente en toda la superficie para que el agua se infiltre y remoje todo el tejido radical.

2. Control fitosanitario

Solo se realizó un control preventivo de posibles hongos patógenos durante la germinación y emergencia de la semilla, lo cual se aplicó un fungicida llamado Homai con dosis de 2 g/kg.

3. Control de malezas

Durante el proceso del trabajo se notó la presencia de algunas especies de malezas, la cuales fueron extraídos al instante mediante un control mecánico o manual, ya que el área de estudio fue pequeño.

D. Evaluaciones realizadas

➤ En suelos

Se realizó análisis de suelos en diferentes periodos de crecimiento, lo cual empezamos con un análisis inicial, quiere decir antes de la siembra. Se determinó la cantidad de elementos presentes en el sustrato para conocer el estado inicial de composición de nutrientes. Se evaluó los siguientes elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, B, Mn y Zn.

Posteriormente se realizaron evaluaciones a los 15, 30, 60, 90 y 120 días. Los muestreos se realizaron el mismo día de la evaluación con la ayuda de una pala, cavando un pequeño hoyo en el centro del macetero para coger las sub muestras y formar una muestra representativa por cada tratamiento y posteriormente ser llevado al laboratorio.

➤ **En semilla y testa**

- **Peso de semillas:**

Antes que la semilla sea sembrada se procedió a pesarlo para relacionarlo con el contenido nutricional, se pesó cada 15 semillas por cada tratamiento en 3 grupos.

Cuadro 20: Resultado de peso de semillas de cacao antes de la siembra.

	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Peso de 5 semillas en gramos	12,96	13,50	15,10	6,46
	12,2	12,80	15,08	9,92
	13,3	13,47	14,17	7,10
Σ	38,46	39,77	44,35	23,48
Promedio (X)	12,82	13,26	14,78	7,83

- **Análisis de cotiledón y testa**

También se procedió realizar un análisis de cotiledón y testa antes de sembrar para poder determinar en contenido nutricional, para eso se tuvo que separar la testa del cotiledón y enviar al laboratorio como muestra individual.

Las muestras de cotiledones y testas fueron enviadas al laboratorio recién cosechado la mazorca, pero antes de eso se pesó.

- **Porcentaje de germinación**

El porcentaje de germinación se realizó observando la ruptura de la radícula a la testa de la semilla. Los que no llegaron a germinar se

reemplazó por otro del mismo cultivar que fue sembrado el mismo día que los demás.

➤ **En plantas**

• **Análisis de tejido vegetal**

Se realizó análisis de tejido vegetal, para determinar elementos nutritivos como el: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B y Zn, casi semejante al análisis de suelos. También se realizó estas evaluaciones a los 15, 30, 60, 90 y 120 días. Para las evaluaciones del tejido se hicieron por partes, lo cual se detalla a continuación:

- **Raíz**

Se obtuvo muestras de raíz al extraer la planta del macetero, se juntó muestras del mismo clon para obtener muestras suficientes.

- **Tallo**

También se tuvo que extraer las plantas del macetero, se cortó en tajadas el tallo para hacer más pequeño la muestra.

- **Cotiledón**

Se extrajeron los cotiledones, aunque la muestra de estos es mínima, pero se reunió lo necesario para un análisis completo.

- **Hojas**

Las hojas son la muestra que en mayor volumen se obtuvo, ya que hubo material suficiente para llevar a cabo el análisis completo.

- **Longitud del tallo**

Para la evaluación del tallo se midió desde la primera brotación de la raíz hasta la parte extrema superior del tallo con la ayuda de una regla milimetrada de 30 cm. Se evaluó también las mismas fechas que del tejido vegetal.

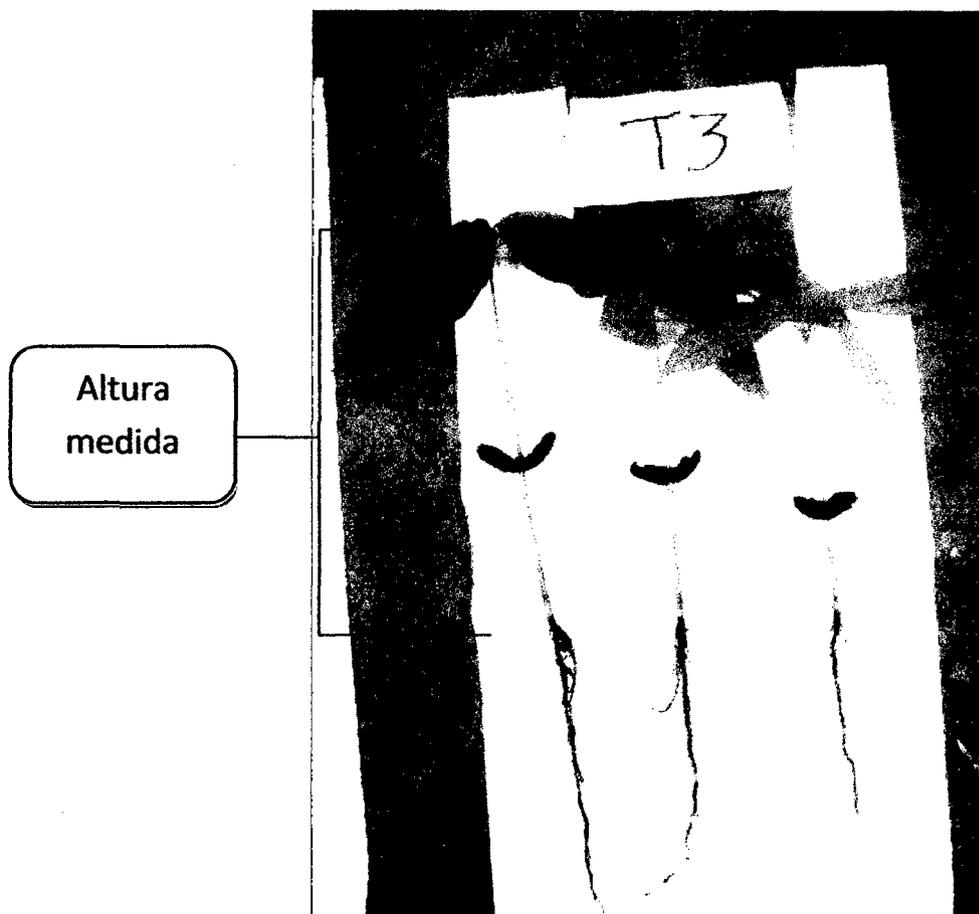
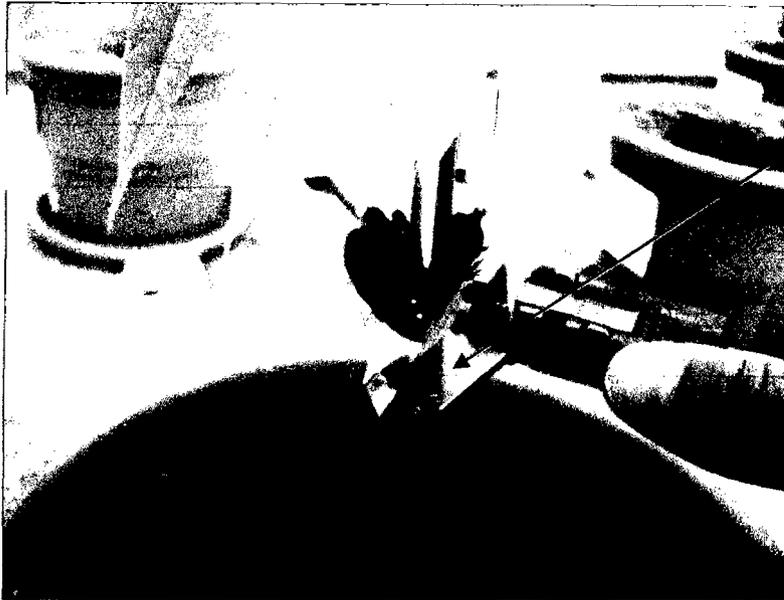


Imagen 11: Medición de la longitud de tallo

- **Diámetro de tallo**

El diámetro de tallo se midió utilizando un vernier digital, la cual nos votó datos más exactos. Las mediciones se hicieron por debajo del cotiledón de cada plantón. Se evaluó también las mismas fechas que del tejido vegetal.



Vernier
midiendo el
diámetro de
tallo

Imagen 12: Medición del diámetro del tallo

- **Número de hojas**

Se contabilizó el total de hojas por planta, se realizó el conteo a simple vista observando bien cada plantón, se apuntó los datos en un cuaderno de apuntes para luego procesarlos. Se evaluó también las mismas fechas que el tejido vegetal.

- **Área foliar**

El crecimiento de hojas se evaluó midiendo el ancho y largo de las hojas con la ayuda de una regla, también se evaluó los mismos días que se evaluó el tejido vegetal.

V. RESULTADOS

5.1. Contenido porcentual de N, P, S, K, Ca, Mg en el cotiledón

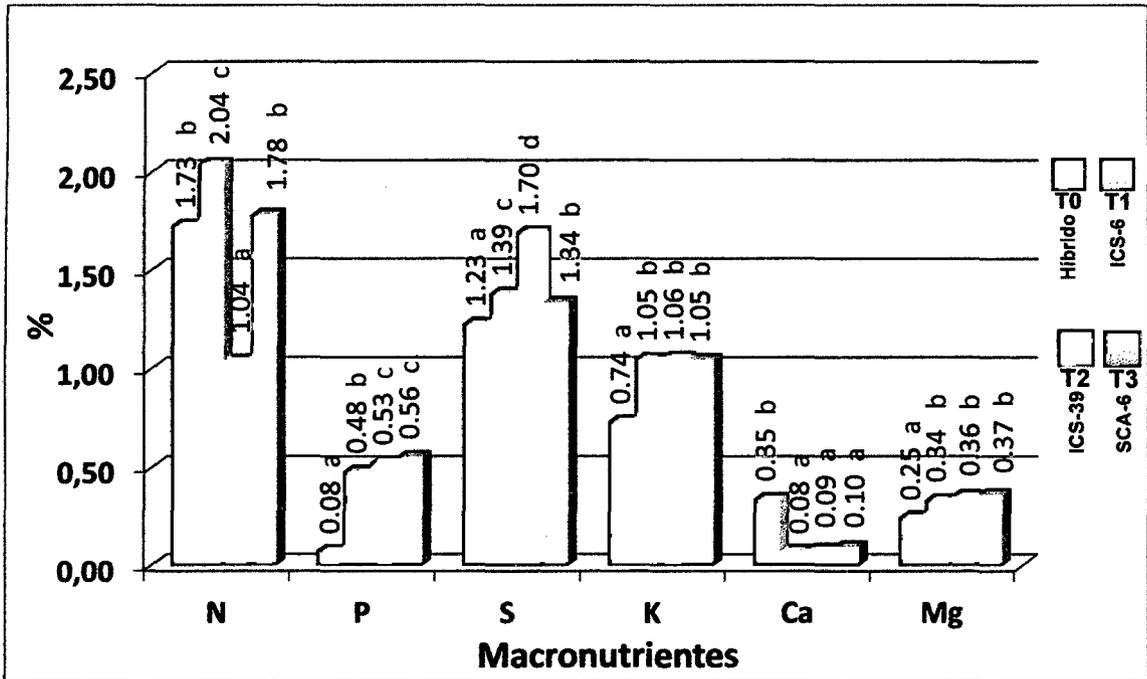


Gráfico 6. Contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón

5.2. Contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón

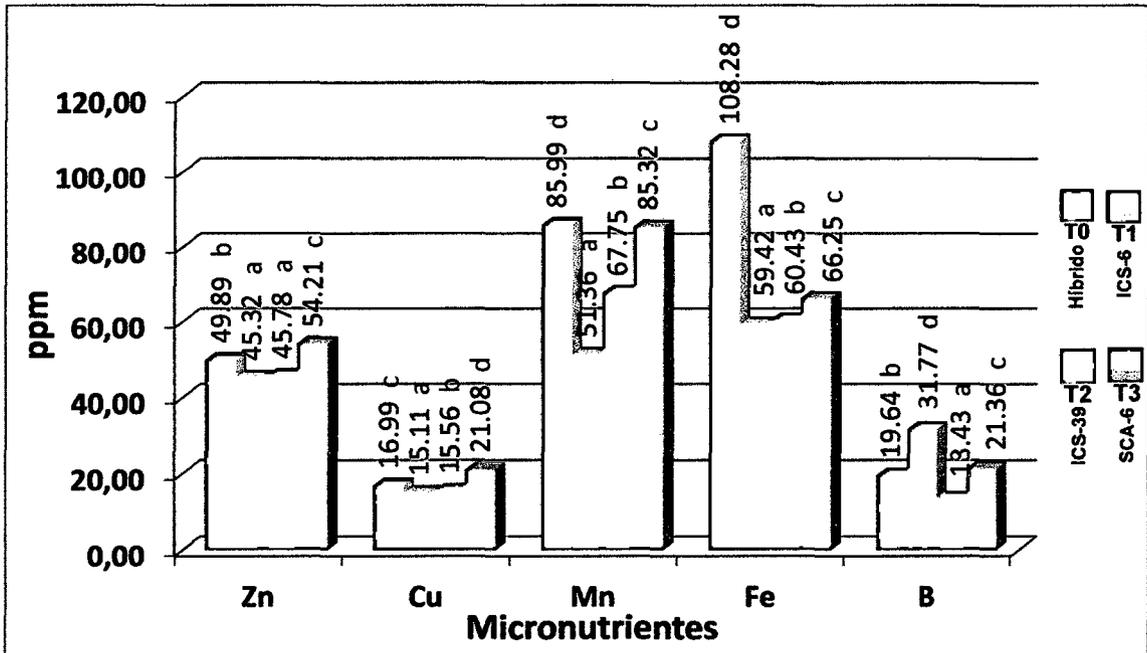


Gráfico 7. Contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón

5.3. Contenido porcentual de N, P, S, K, Ca, Mg en la testa

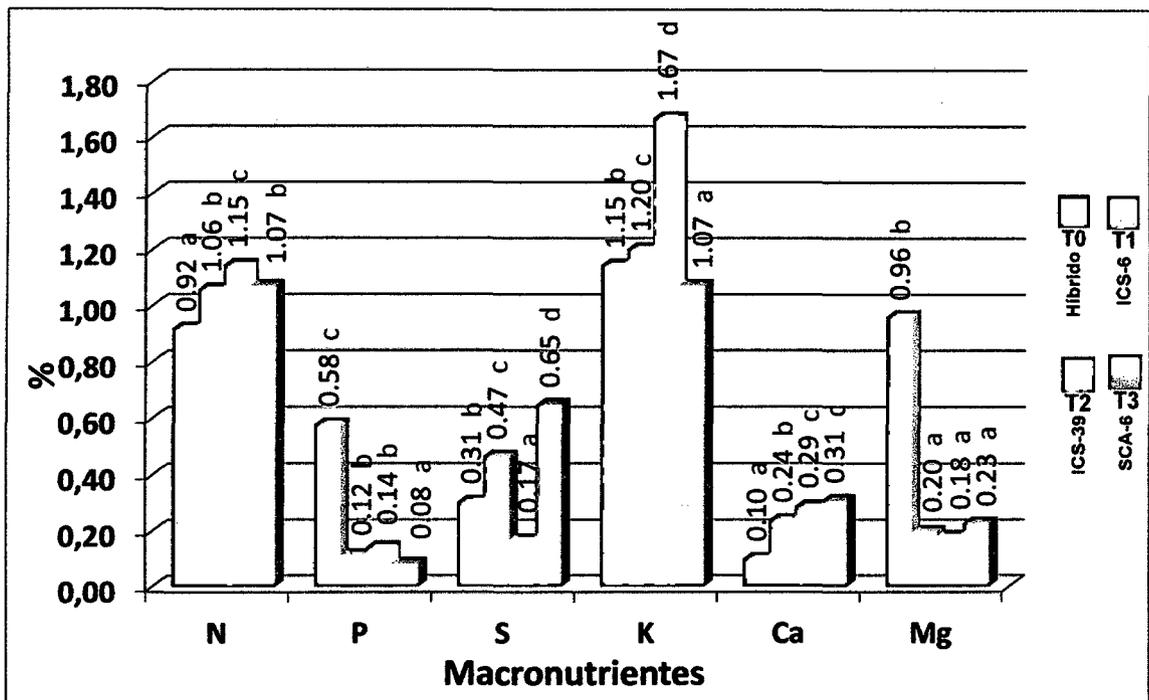


Gráfico 8. Contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la testa.

5.4. Contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa

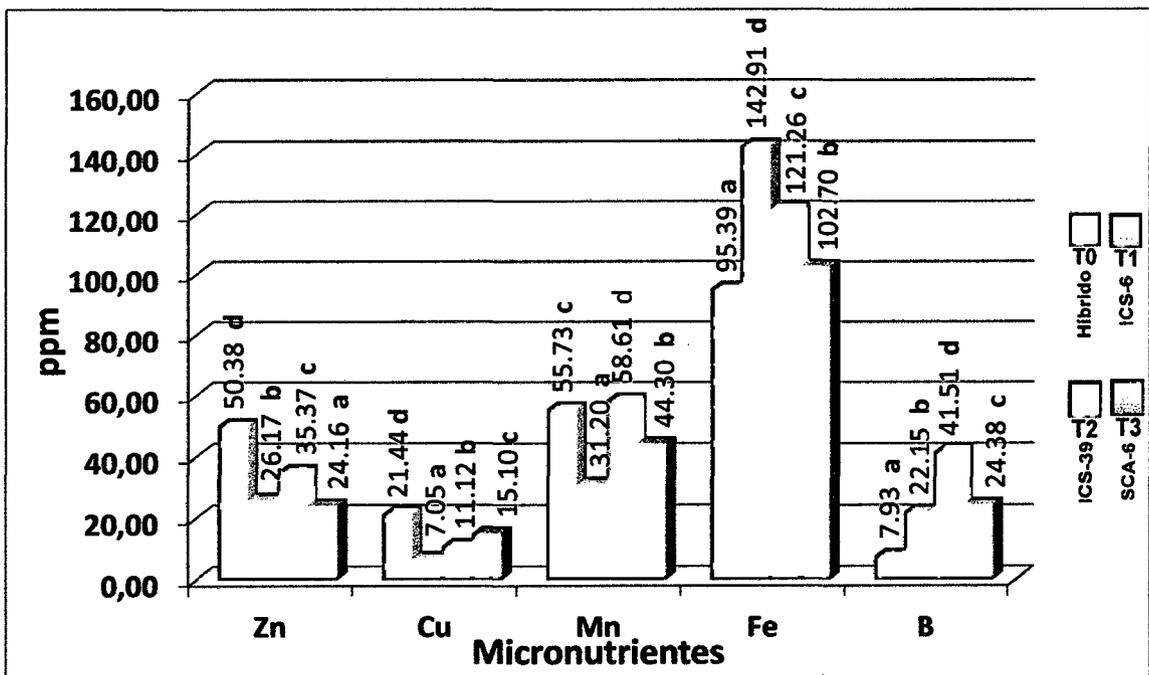


Gráfico 9. Contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa.

Análisis de suelos

5.5 Promedios de pH antes y después de la siembra.

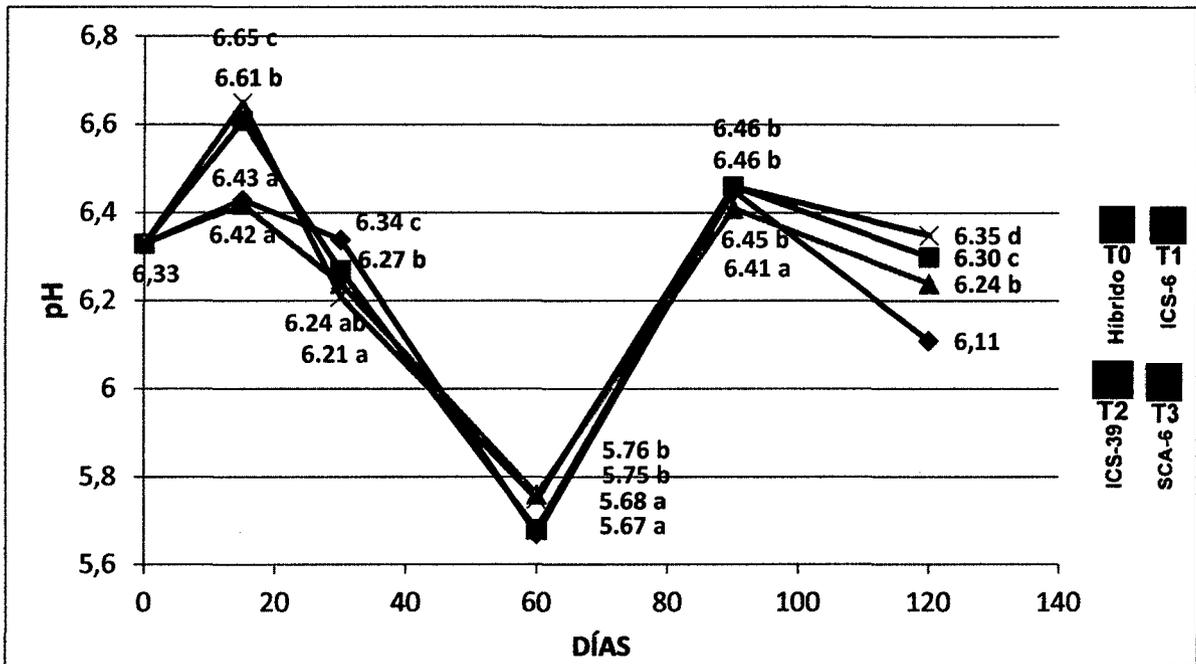


Gráfico 10: Promedios de pH antes y después de la siembra.

5.6 Contenido de materia orgánica antes y después de la siembra

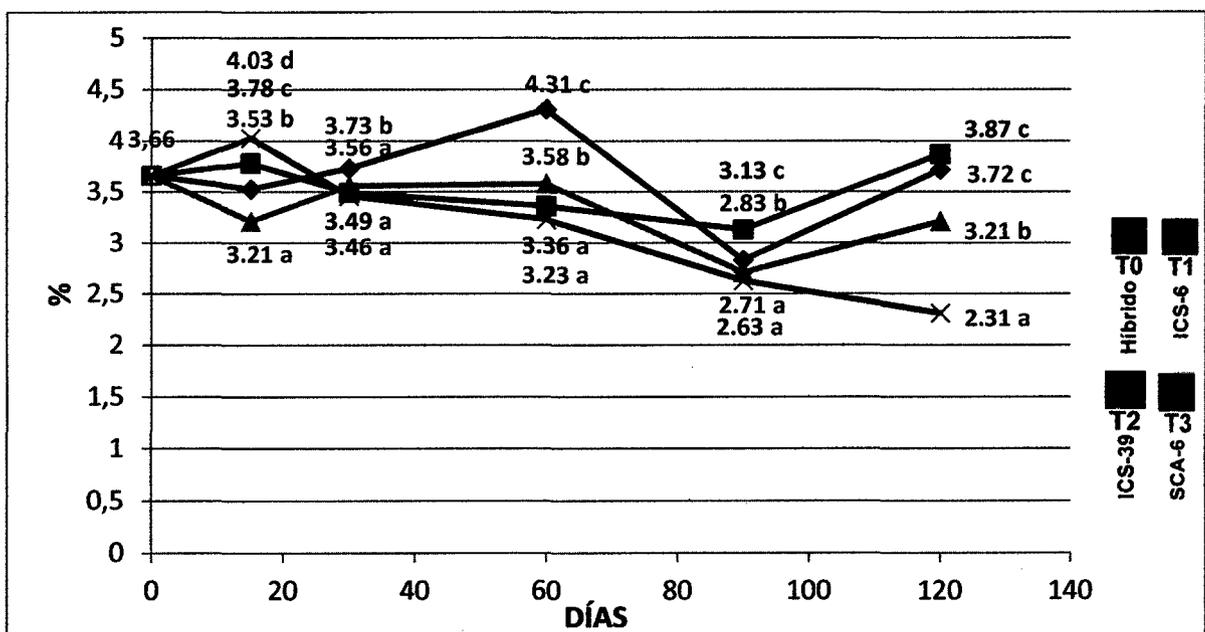


Gráfico 11: Promedios de Materia orgánica antes y después de la siembra.

5.7 Contenido porcentual de Nitrógeno antes y después de la siembra

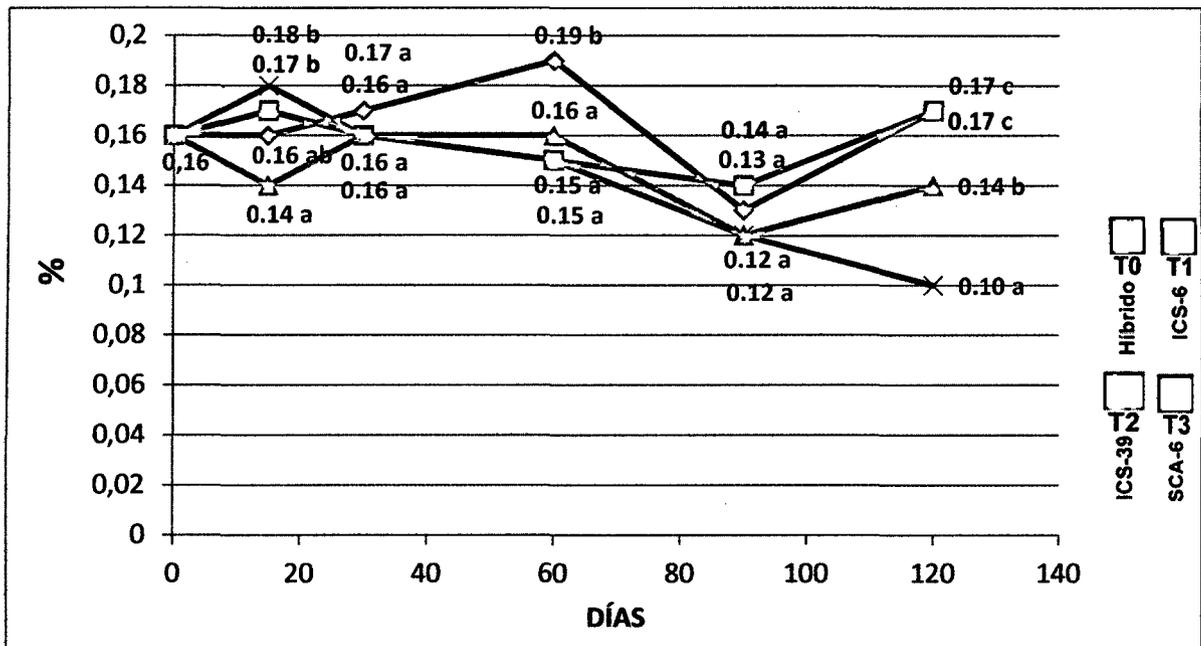


Gráfico 12: Contenido porcentual de Nitrógeno antes y después de la siembra.

5.8 Contenido porcentual de Fósforo antes y después de la siembra

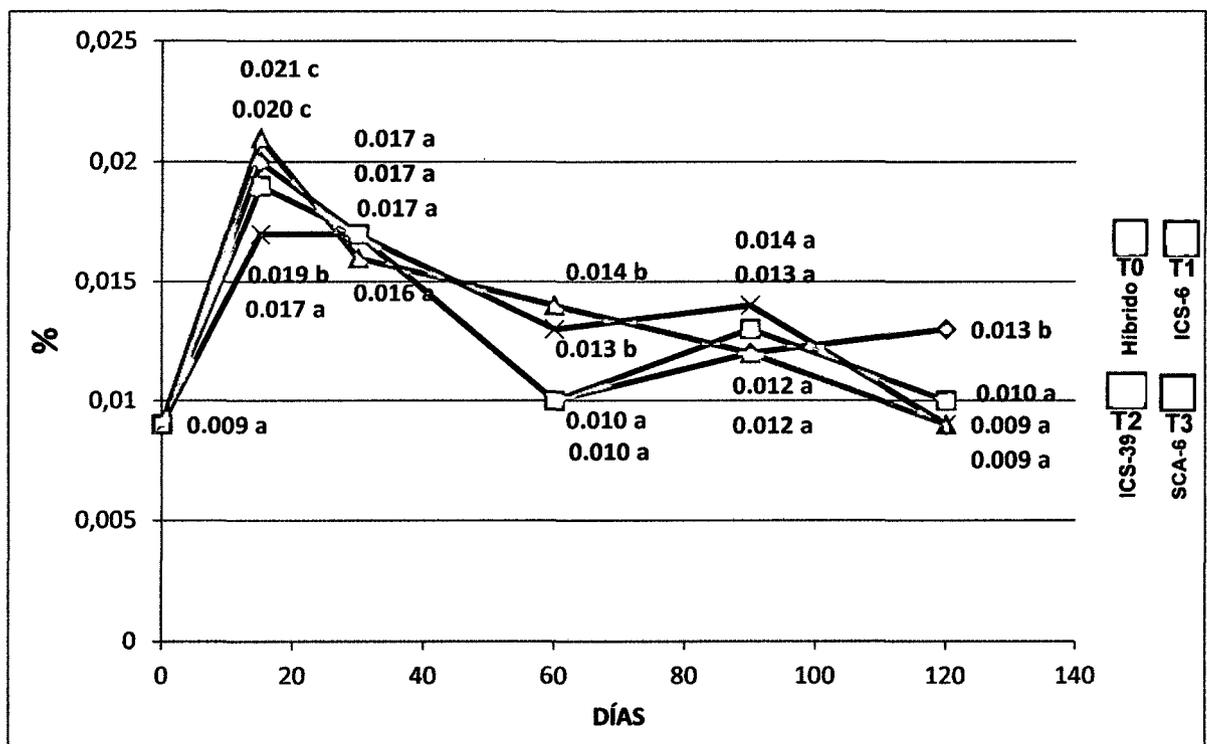


Gráfico 13: Contenido porcentual de Fósforo antes y después de la siembra.

5.9 Contenido porcentual de Potasio antes y después de la siembra

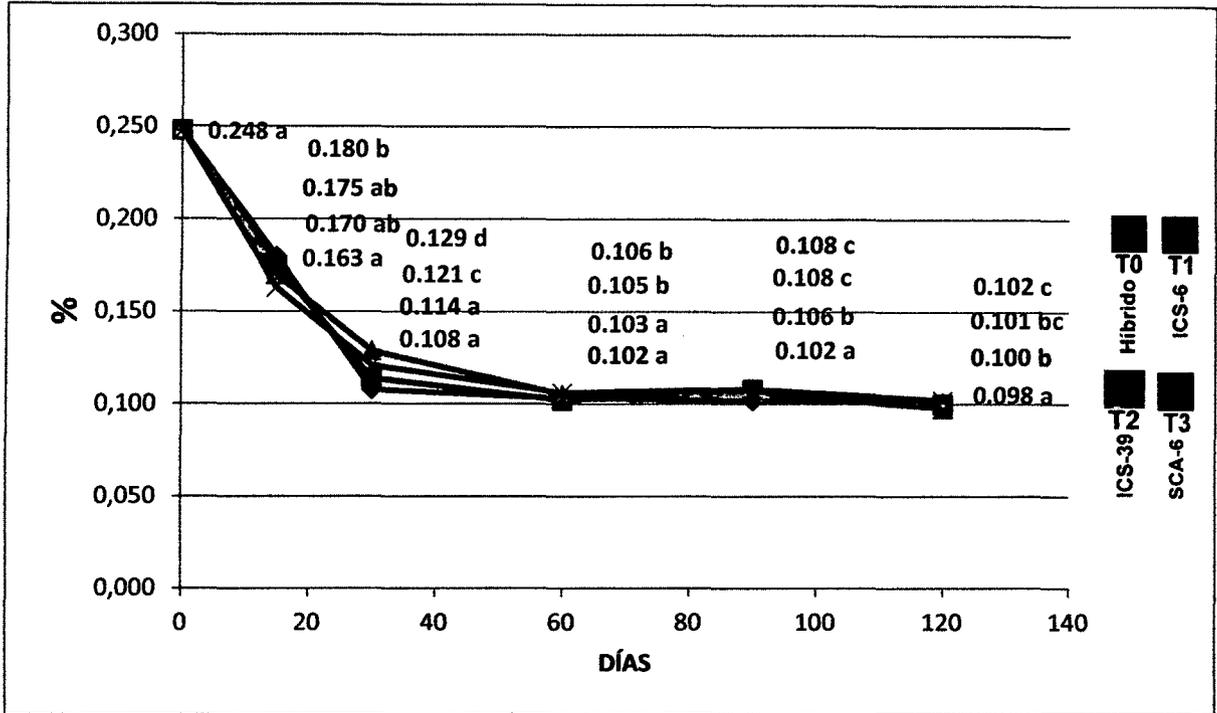


Gráfico 14: Contenido porcentual de Potasio antes y después de la siembra.

5.10 Contenido de Calcio (meq/100g) antes y después de la siembra

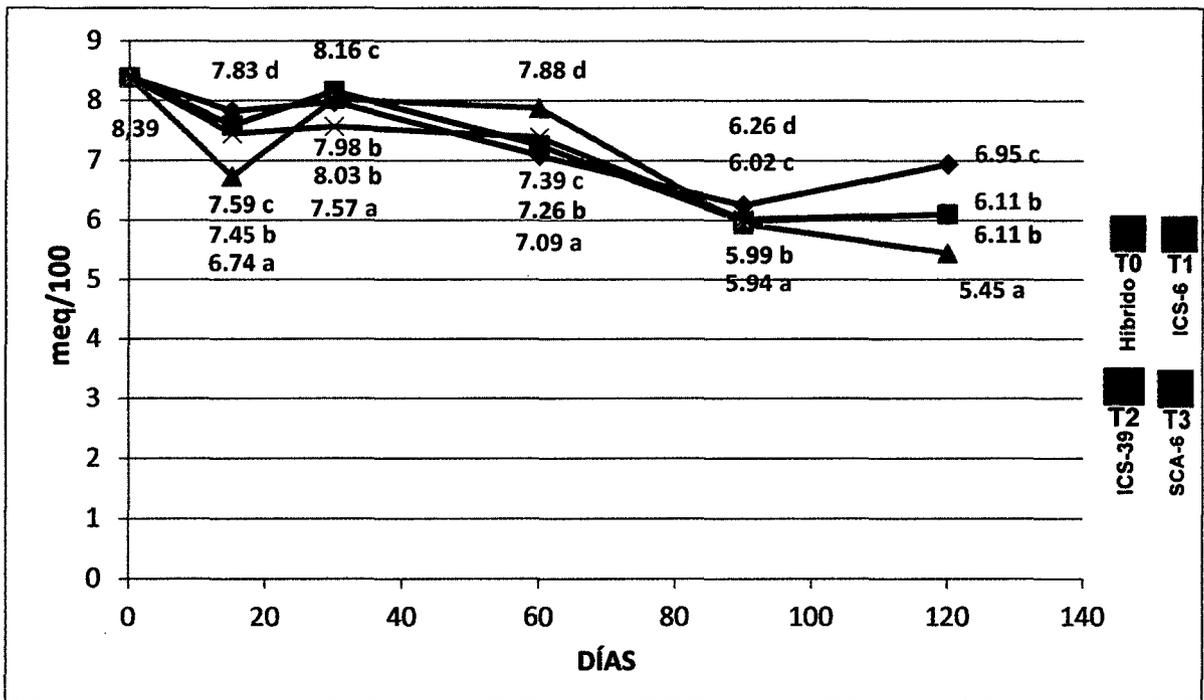


Gráfico 15: Contenido de Calcio (meq/100g) en antes y después de la siembra.

5.11 Contenido de Magnesio (meq/100g) antes y después de la siembra

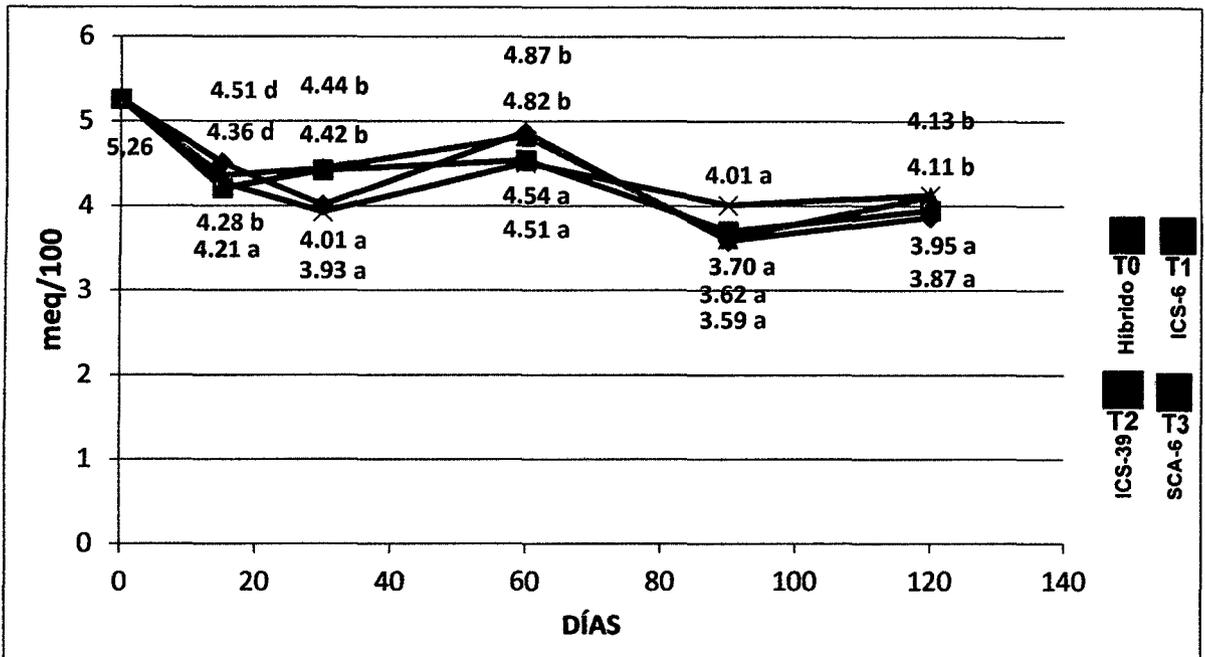


Gráfico 16: Promedios de Magnesio (meq/100g) antes y después de la siembra.

5.12 Contenido de Potasio (meq/100g) antes y después de la siembra

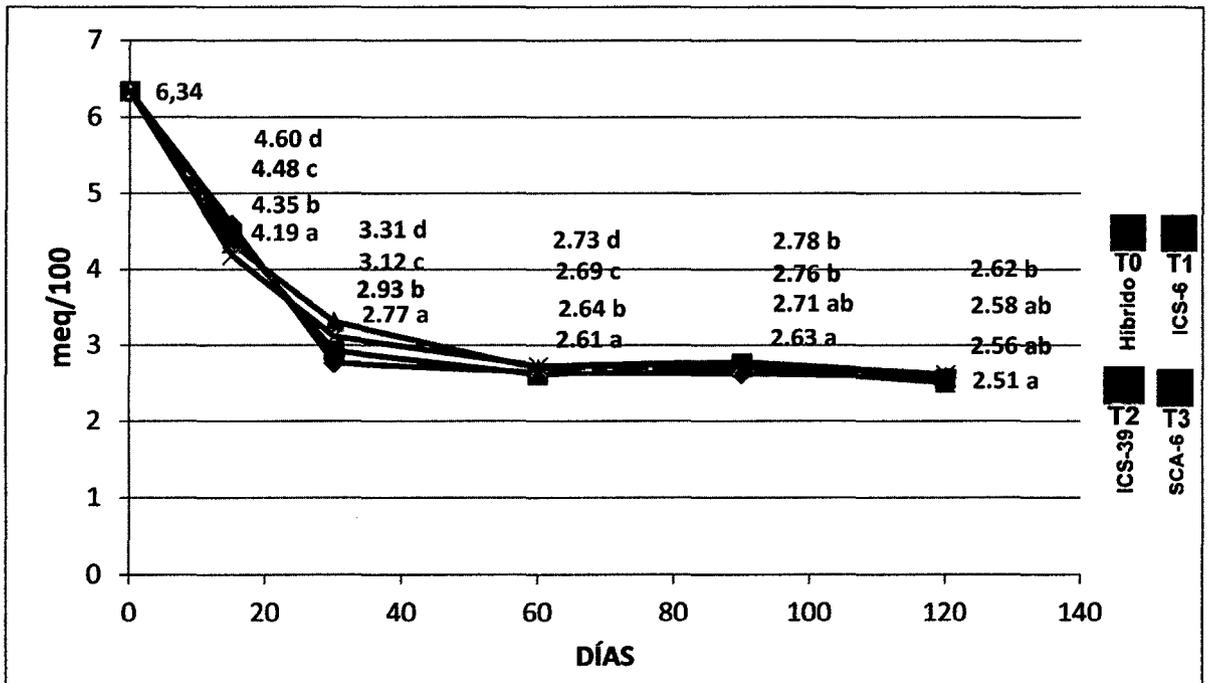


Gráfico 17: Promedios de Potasio (meq/100g) antes y después de la siembra.

5.13 Contenido de Hierro (ppm) antes y después de la siembra

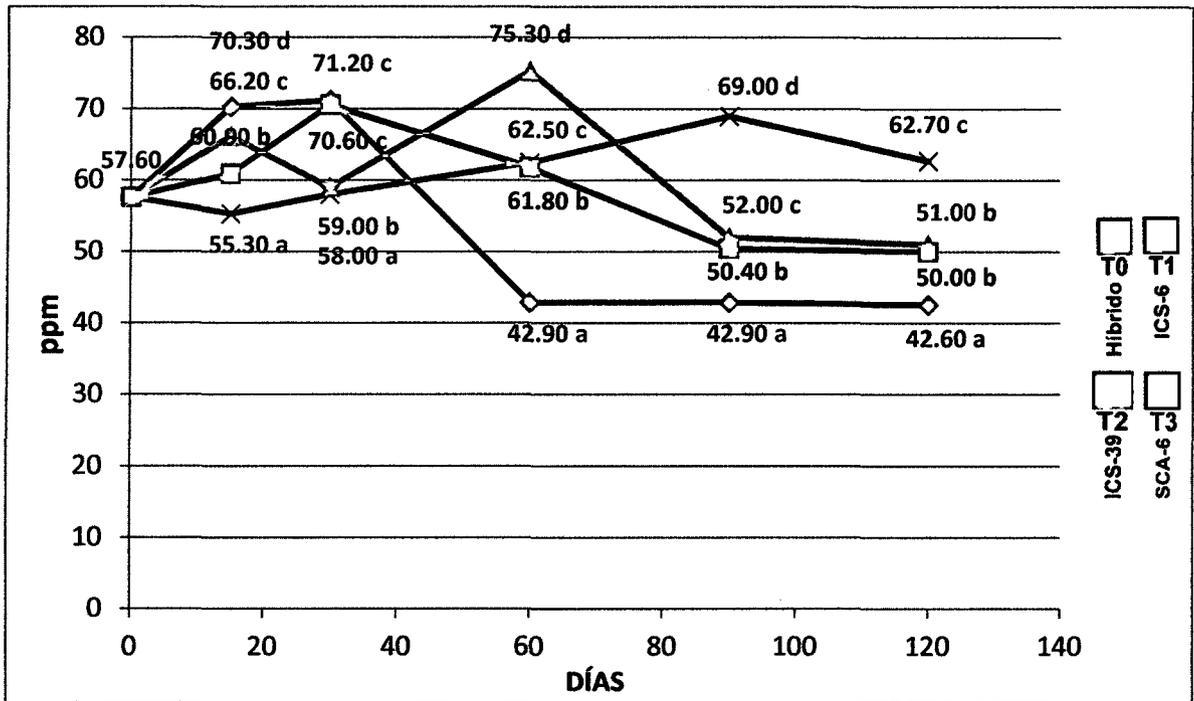


Gráfico 18: Contenido de Hierro (ppm) antes y después de la siembra.

5.14 Contenido de Cobre (ppm) antes y después de la siembra

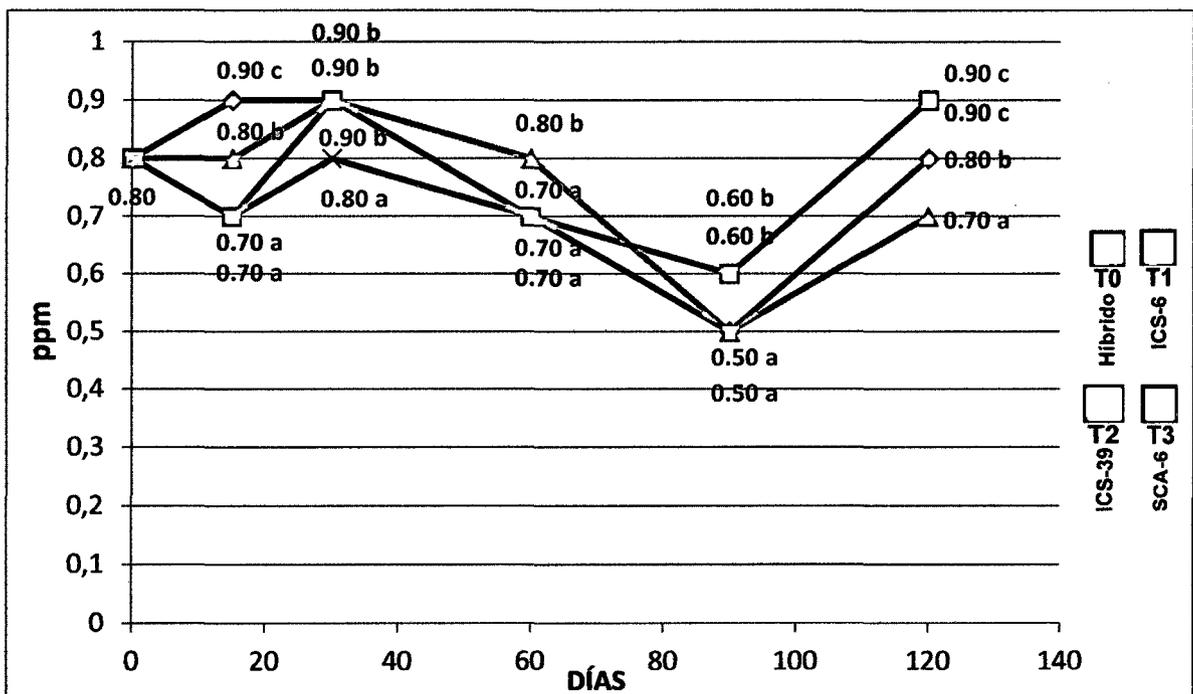


Gráfico 19: Contenido de Cobre (ppm) antes y después de la siembra.

5.15 Contenido de Zinc (ppm) antes y después de la siembra

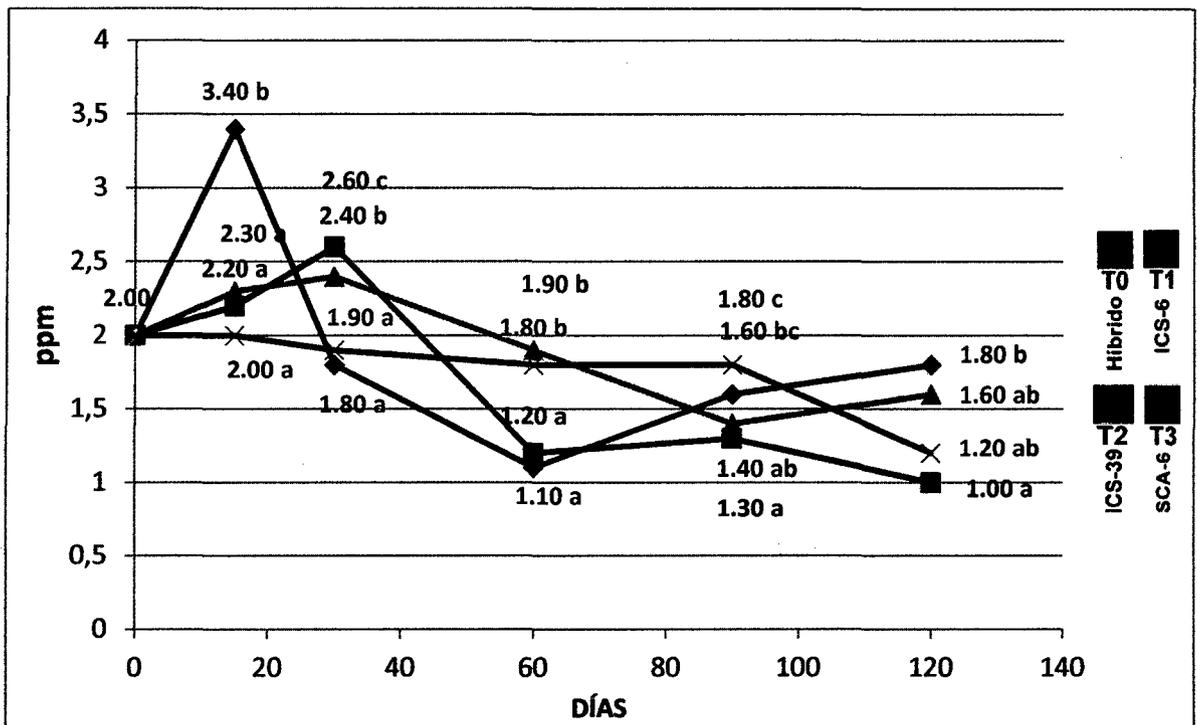


Gráfico 20: Contenido de Zinc (ppm) antes y después de la siembra.

5.16 Contenido de Manganeso (ppm) antes y después de la siembra

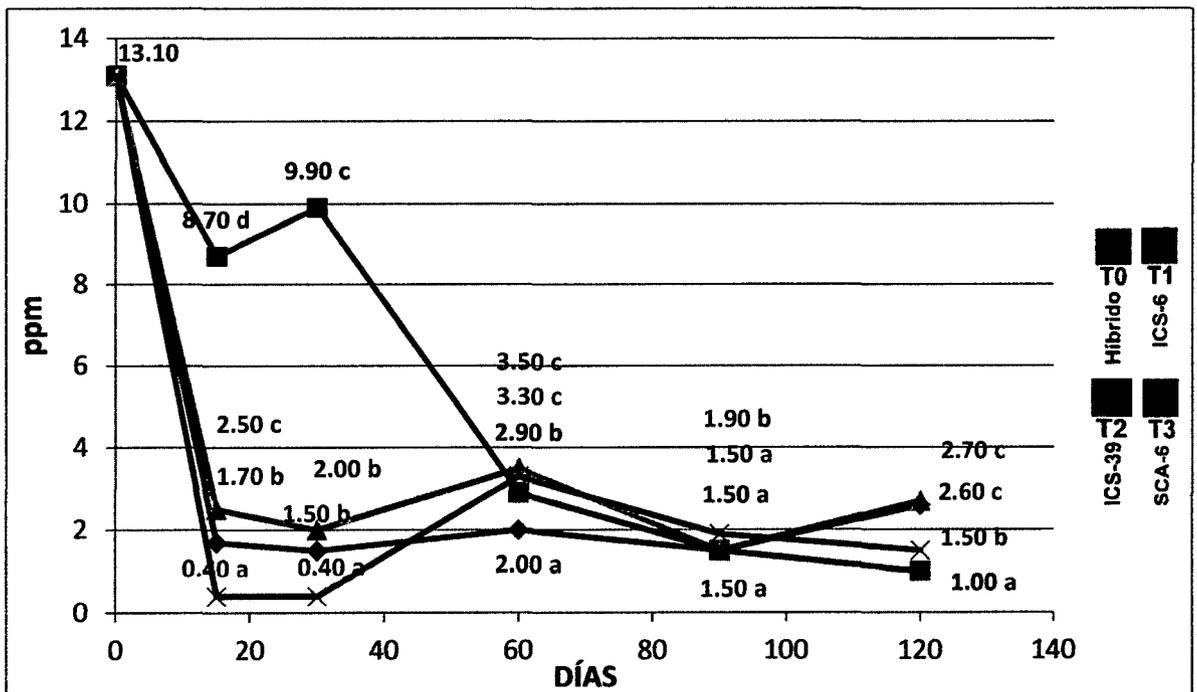


Gráfico 21: Contenido de Manganeso (ppm) antes y después de la siembra.

5.17 Contenido de Boro (ppm) antes y después de la siembra

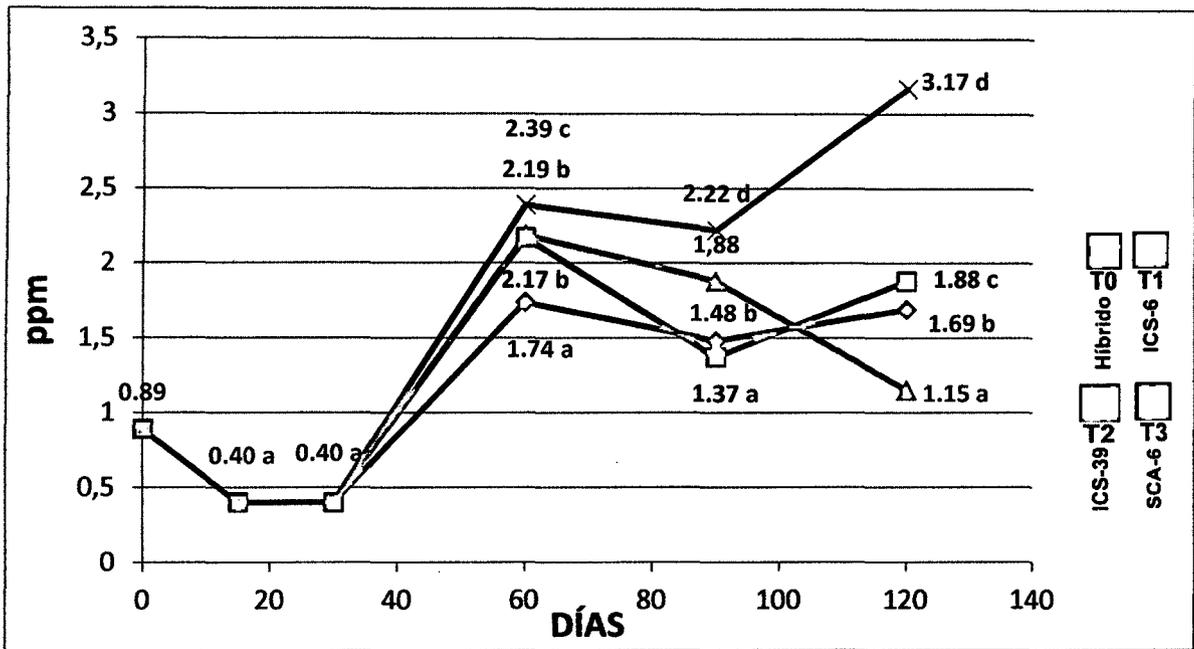


Gráfico 22: Contenido de Boro (ppm) antes y después de la siembra.

5.18 Contenido de Azufre (ppm) antes y después de la siembra

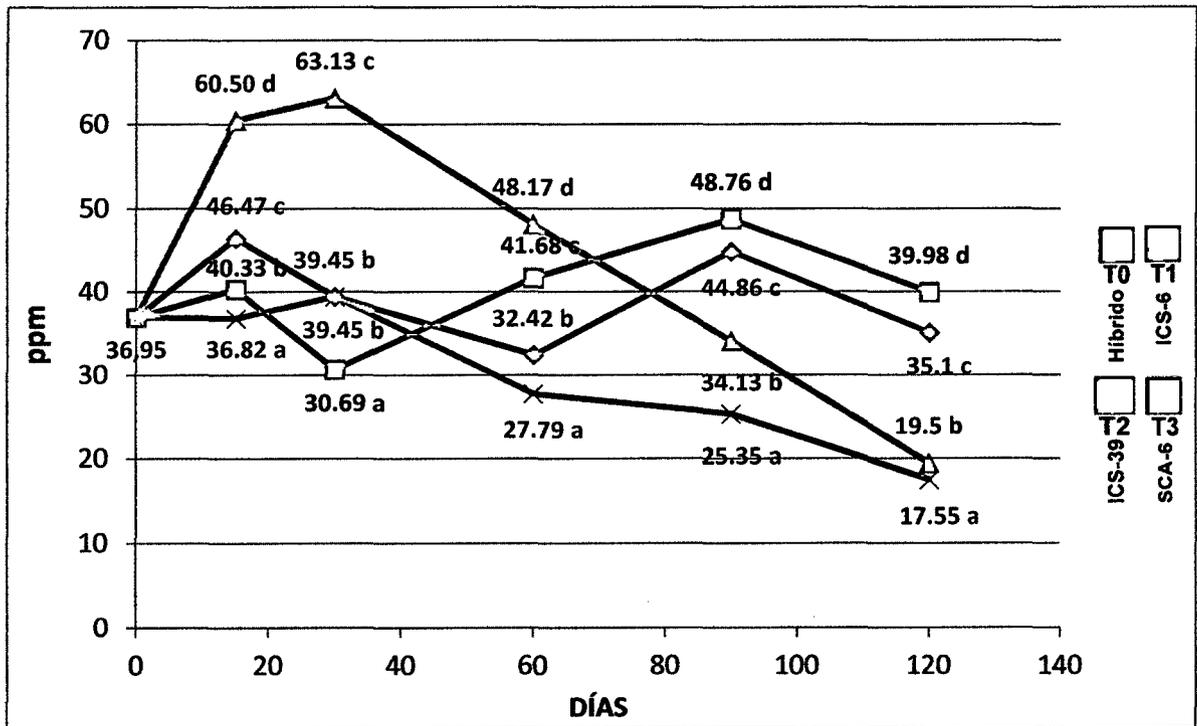


Gráfico 23: Contenido de Azufre (ppm) antes y después de la siembra.

Análisis de tejido vegetal

5.19 Contenido porcentual de Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en la raíz a los 15, 30 y 60 días.

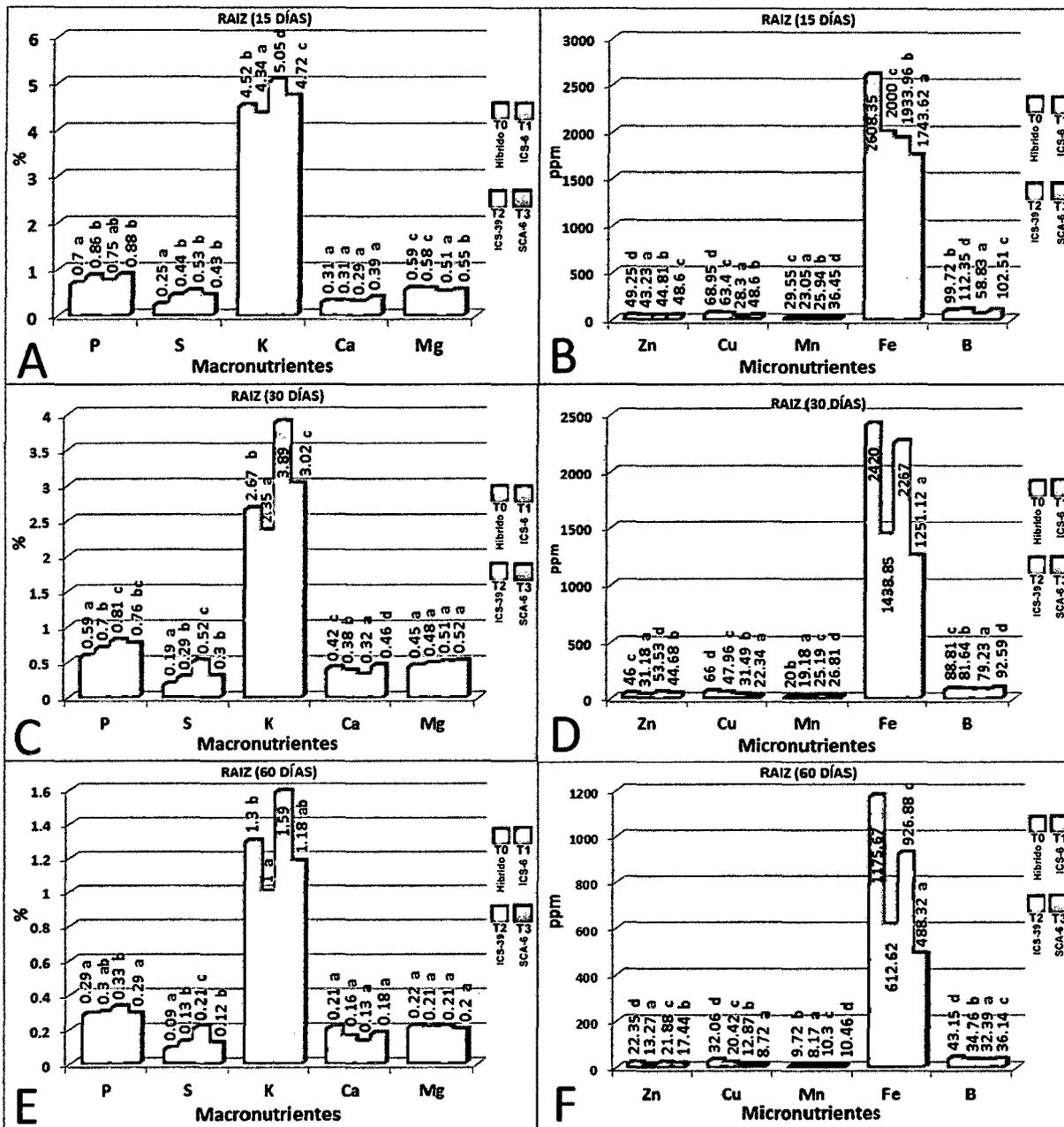


Gráfico 24: Contenido porcentual de P, S, K, Ca, Mg, Zn Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15, 30 y 60 días.

5.20 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en la raíz a los 90 y 120 días.

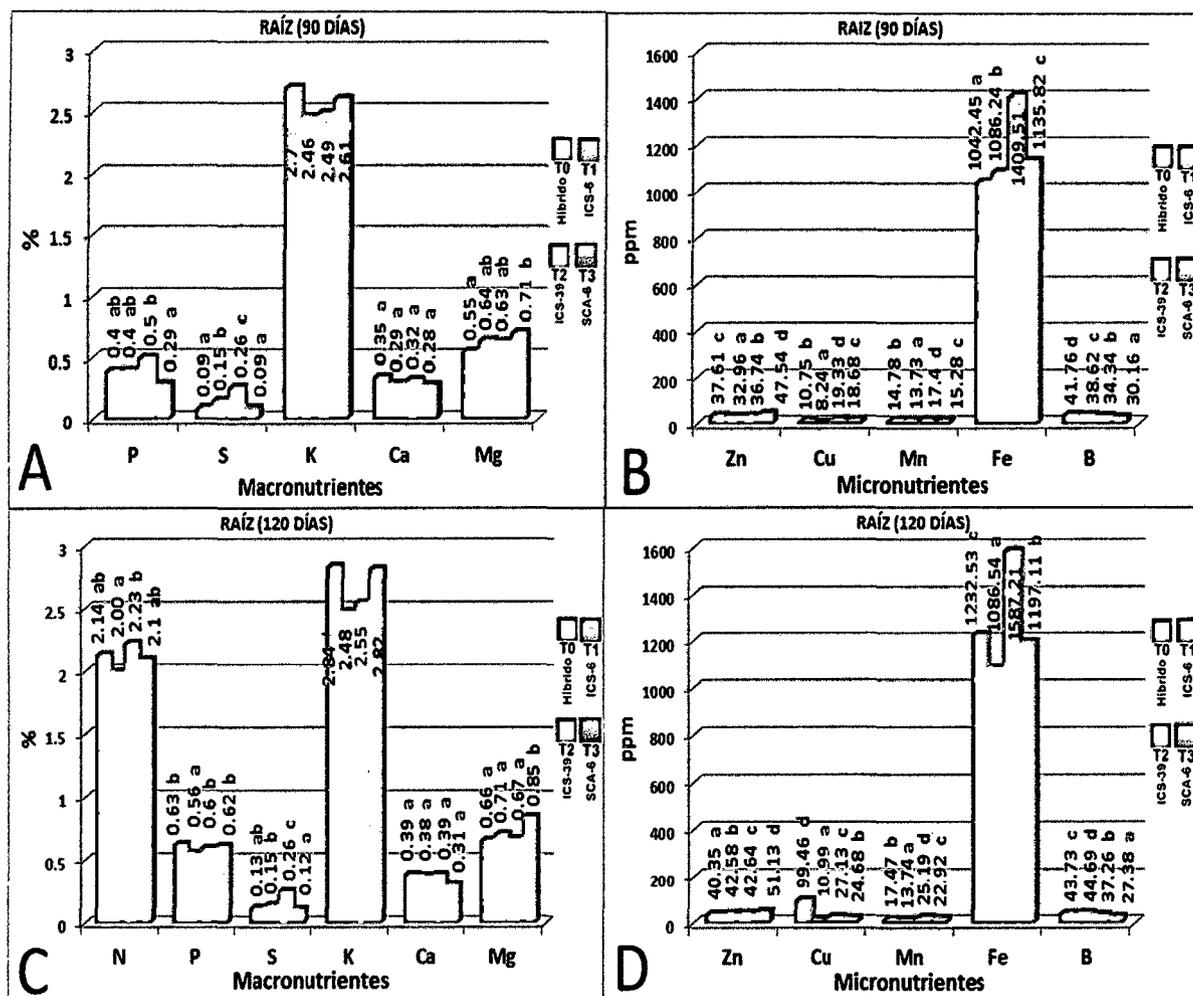


Gráfico 25: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 y 120 días.

5.21 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el tallo a los 15, 30 y 60 días.

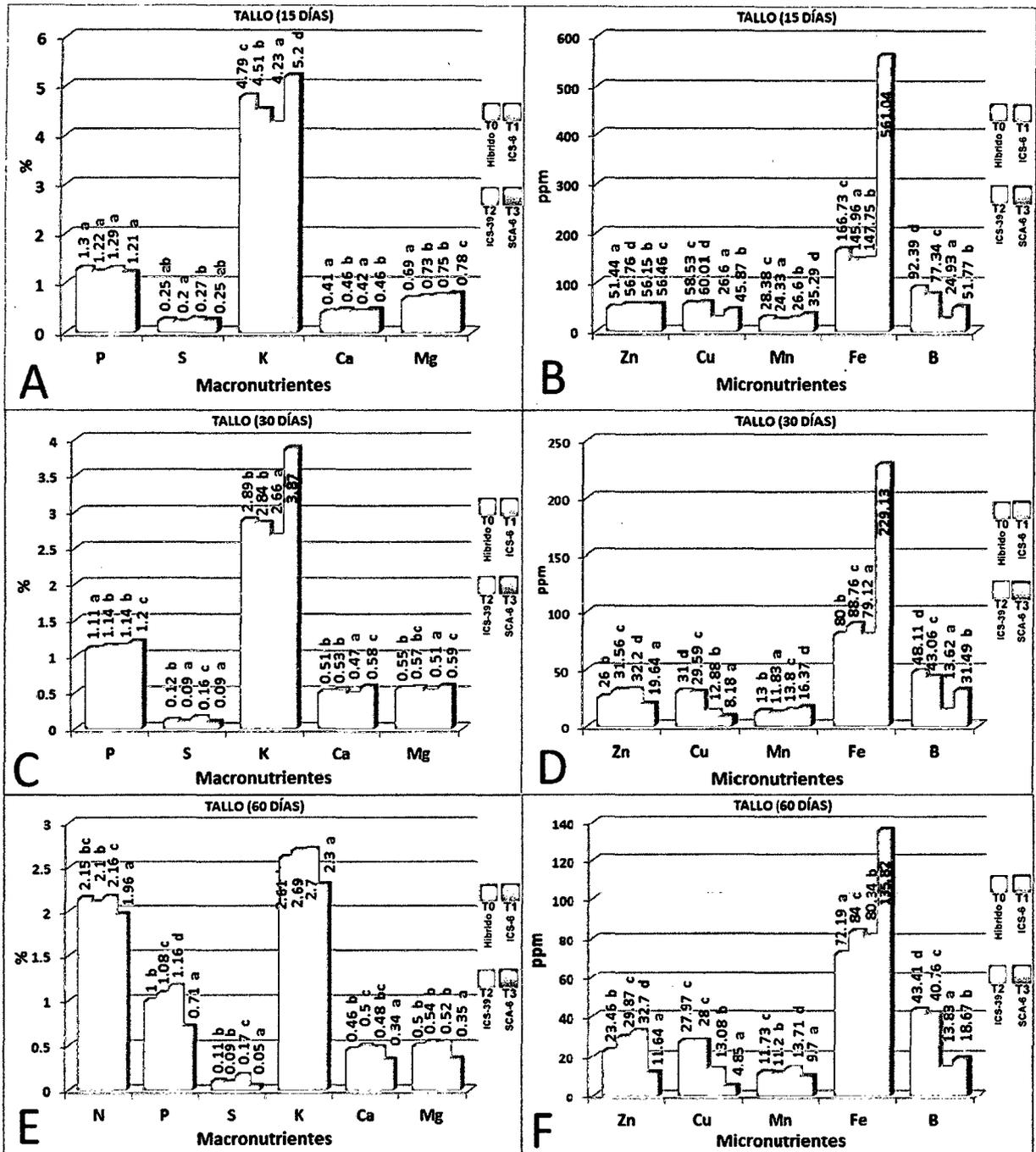


Gráfico 26: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15, 30 y 60 días.

5.22 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el tallo a los 90 y 120 días.

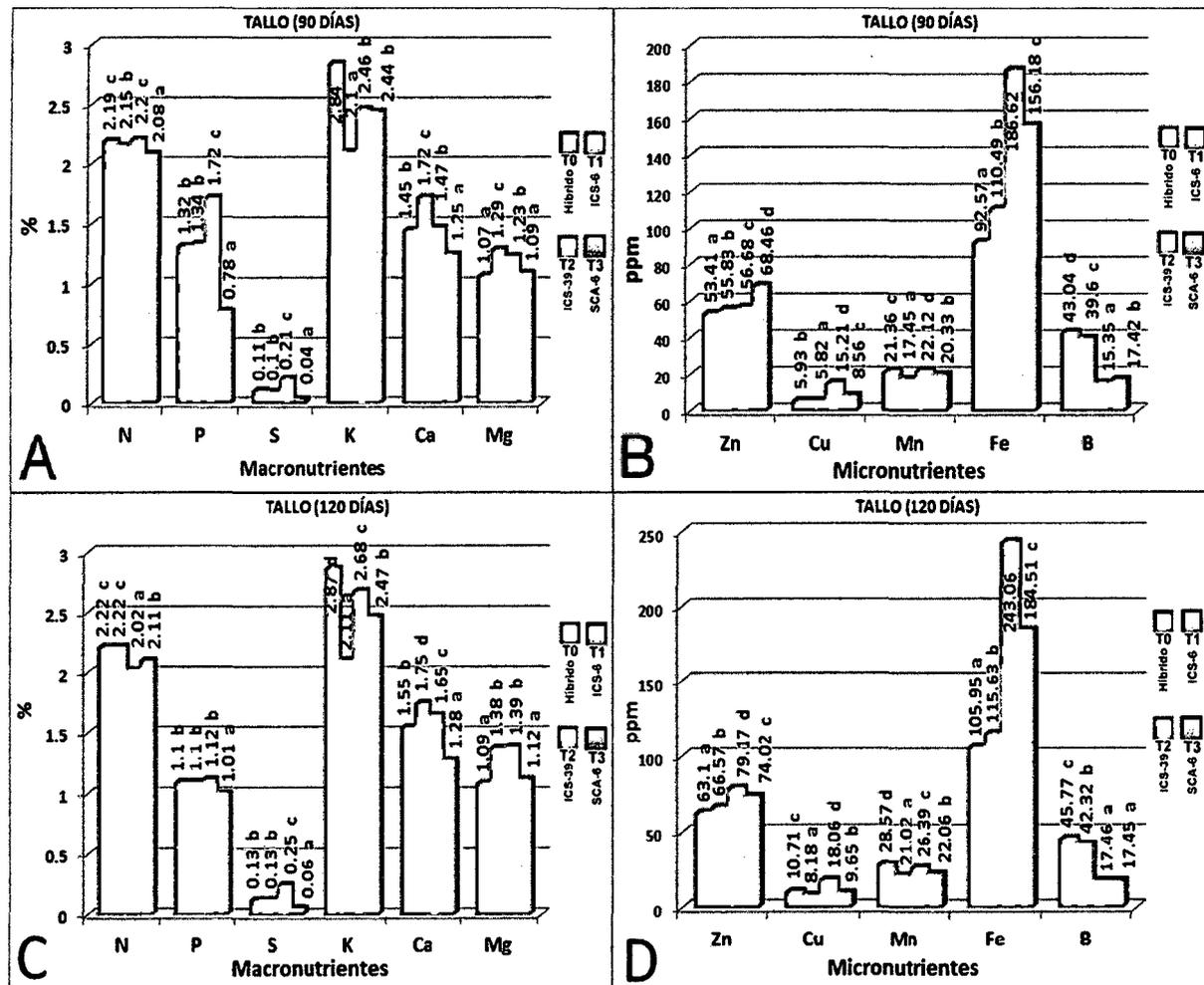


Gráfico 27: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 y 120 días.

5.23 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el cotiledón a los 15, 30 y 60 días.

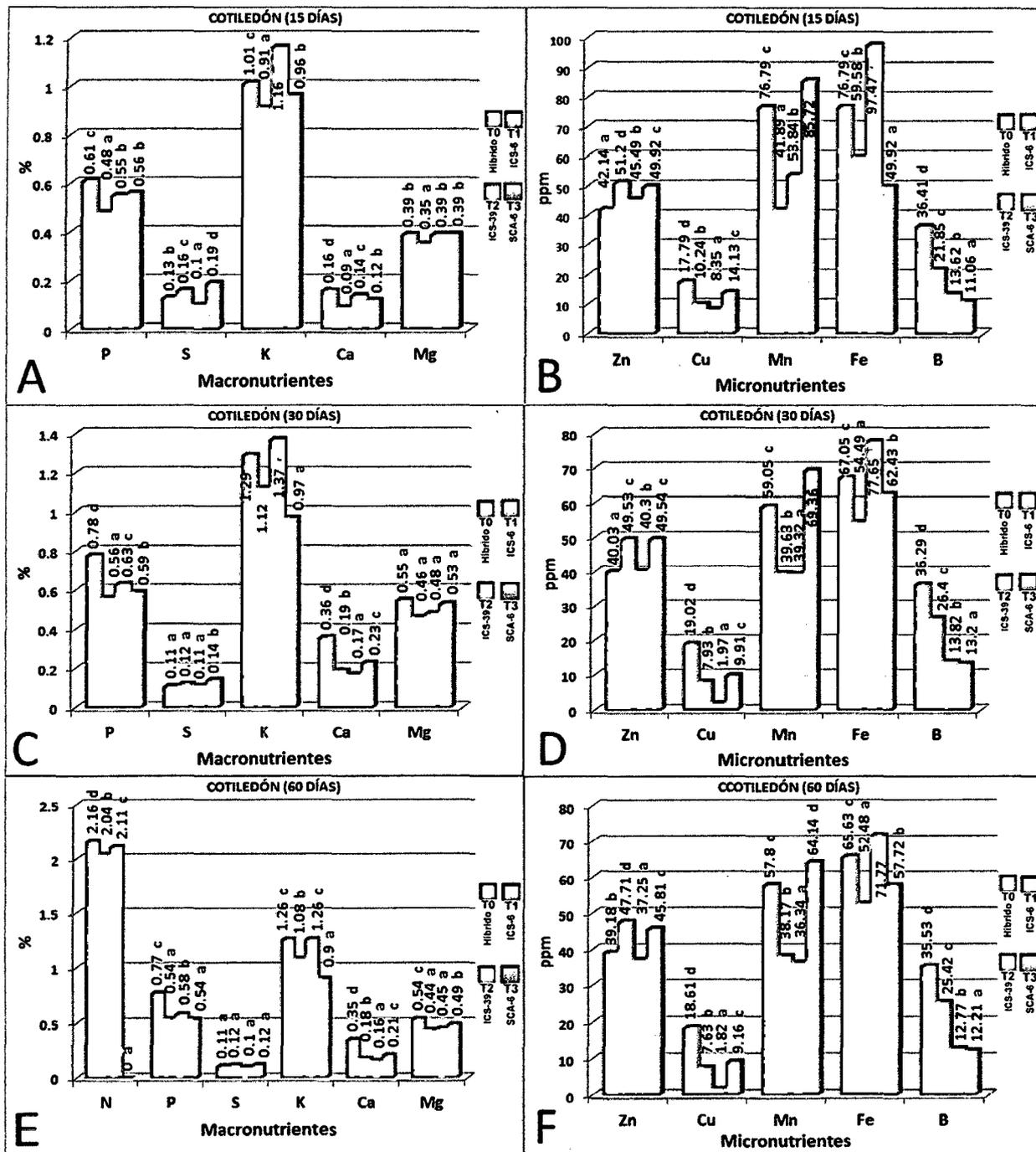


Gráfico 28: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15, 30 y 60 días.

5.24 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el cotiledón a los 90 y 120 días.

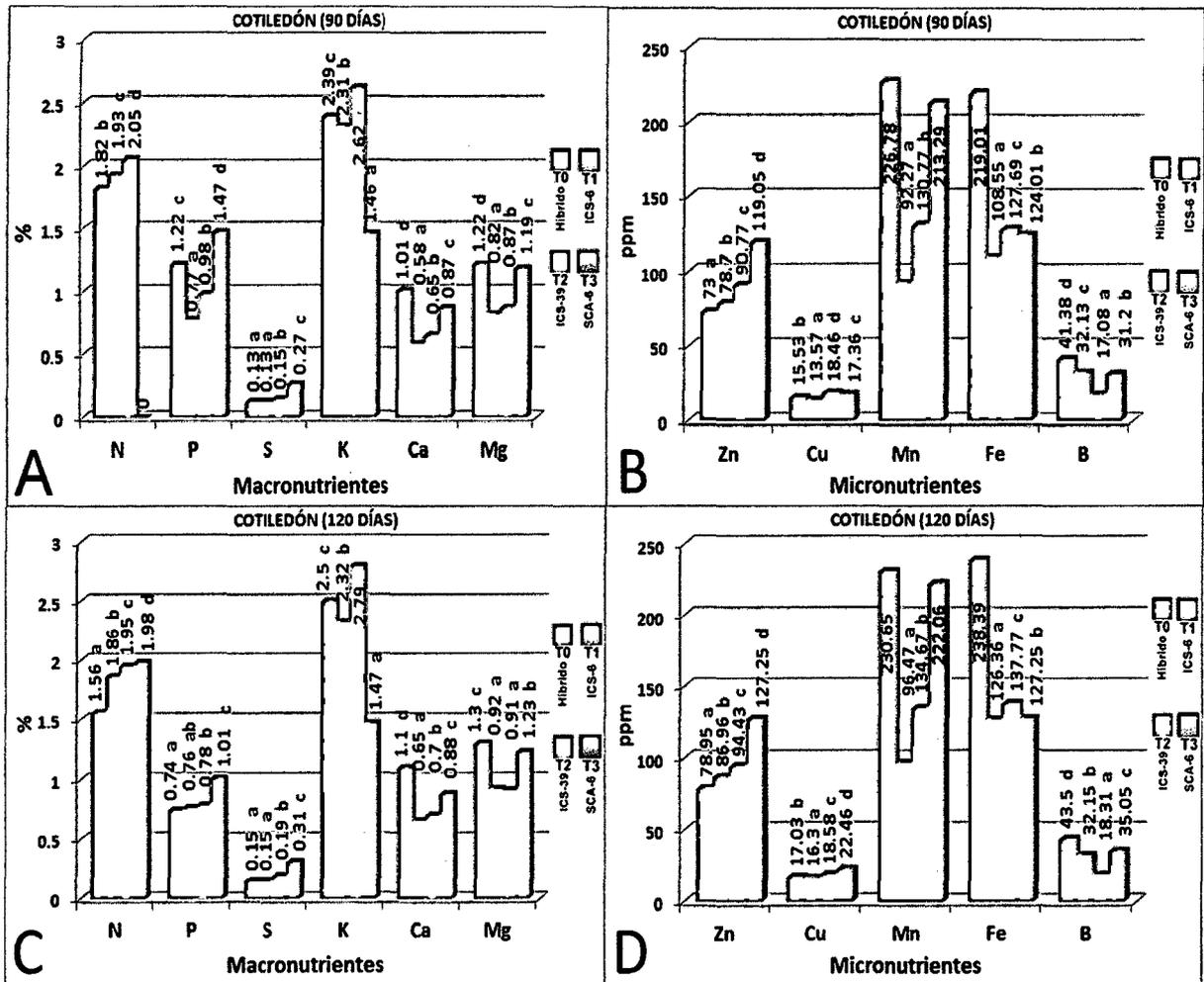


Gráfico 29: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 y 120 días.

5.25 Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en la hoja a los 30, 60, 90 y 120 días.

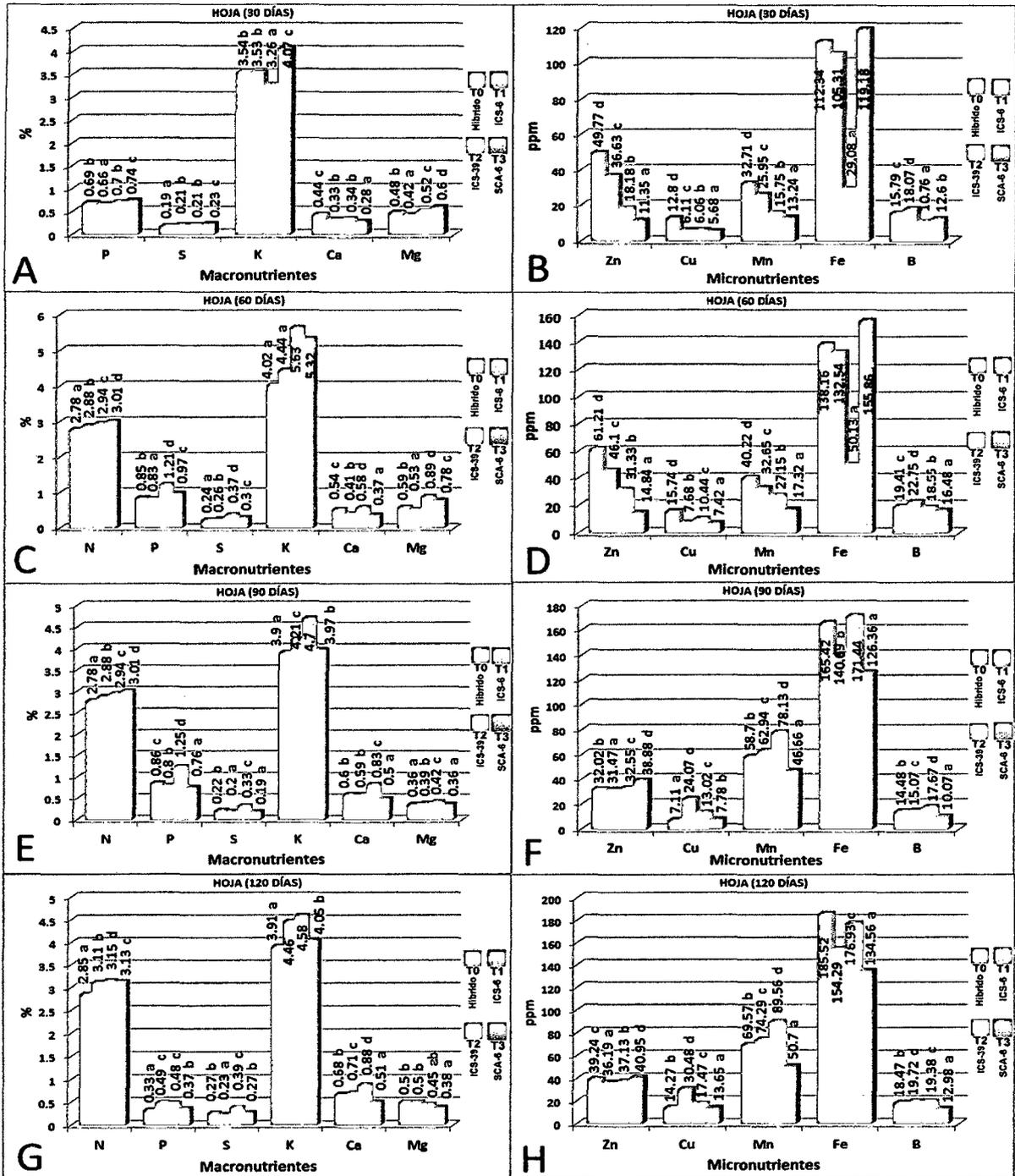


Gráfico 30: Contenido de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30, 60, 90 y 120 días.

Variables agronómicas

5.26 Longitud de tallo en centímetros a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

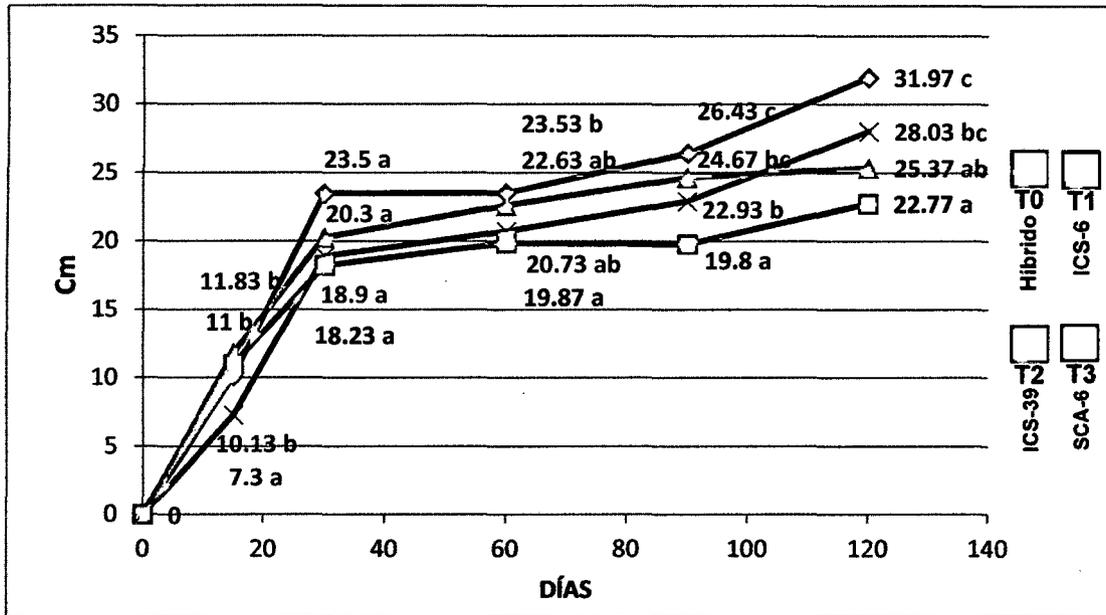


Gráfico 31: Longitud de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

5.27 Diámetro de tallo en milímetros a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

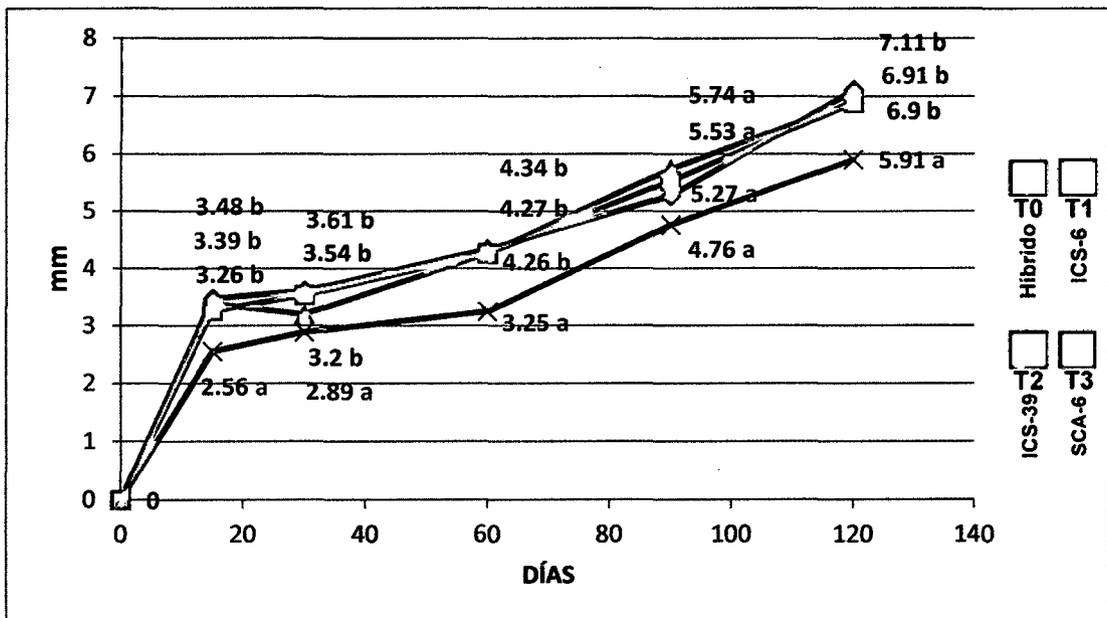


Gráfico 32: Diámetro de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

5.28 Número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

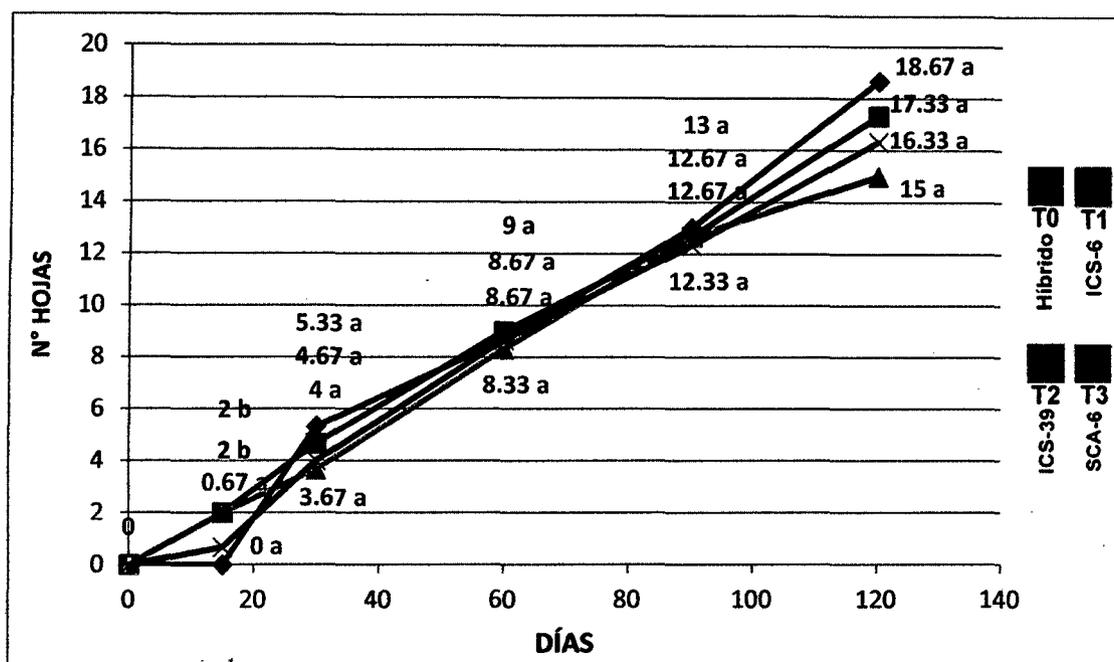


Gráfico 33: Número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

5.29 Área foliar (cm²) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

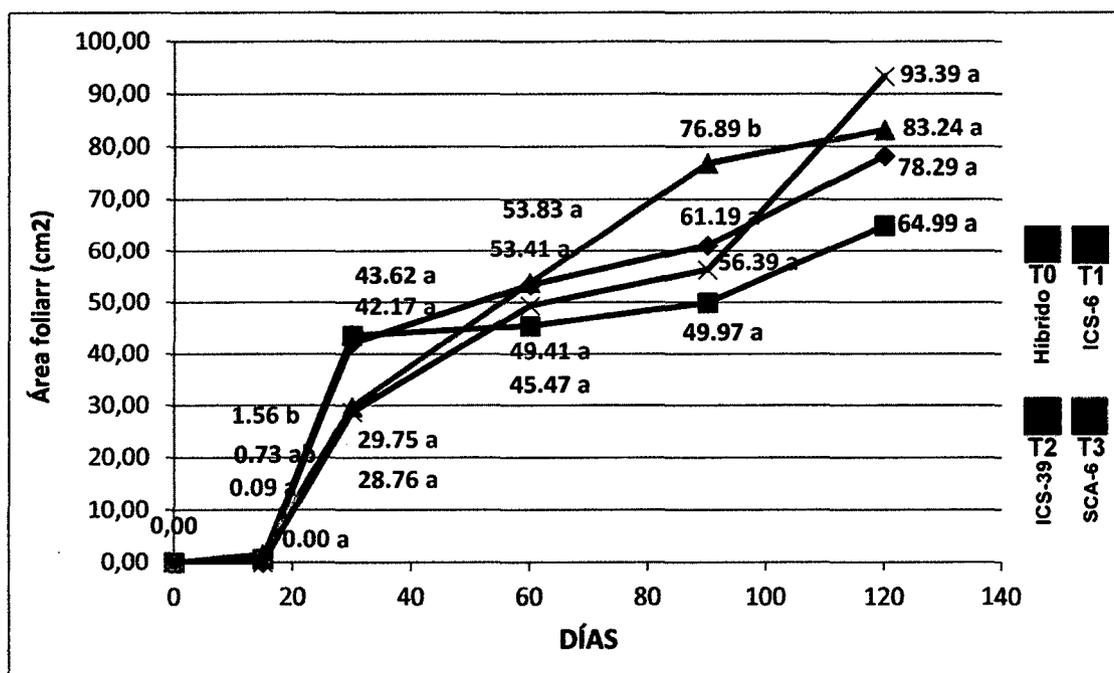


Gráfico 34: Área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

VI. DISCUSIÓN

6.1 Del contenido porcentual de N, P, S, K, Ca, Mg en el cotiledón

El análisis de varianza (anexo 1) para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón se observa que hubo diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos sobre los contenidos porcentuales de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón, con valores superiores al 93% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,99% y 7,45% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan (gráfico 6 y anexo 2), muestra el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón donde también se observan diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de P, S, K y Mg en el cotiledón, a su vez, el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio de contenido de N con 2,04% superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 1,73%, 1,04% y 1,78%. Los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores contenidos de P con 0,53% y 0,56% respectivamente.

Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo mayor promedio de contenido de S con 1,70% superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 1,23%, 1,39% y 1,34%. Los tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 1,05%, 1,06% y 1,05% superando de esta manera el tratamiento T0 (Híbrido) con 0,74%. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Ca con 0,35% superando estadísticamente a los

tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 0,08%, 0,09% y 0,10%. Los tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí para Mg con valores de 0,34%, 0,36% y 0,37% superando estadísticamente al tratamiento T0 (Híbrido) con 0,25% respectivamente.

Se indica que la semilla de cacao presenta contenidos de Ca y P con valores de 0,15% y 0,54% (www.hipernova.cl, 2007). Estos valores son cercanos al de los tratamientos estudiados, donde el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo un contenido de Ca con 0,10% y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo un contenido de P con 0,53%, esto indica que la composición de la semilla presenta similitud a lo antes indicado.

6.2 Del contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón

El análisis de varianza (anexo 3) se observa que hubo diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos sobre los contenidos en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón, con valores superiores al 98,7% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,02% y 1,03% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan (gráfico 7 y anexo 4), ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores promedios de Zn y Cu con 54,21 ppm y 21,08 ppm superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39). El tratamiento T0 (Híbrido)

obtuvo los mayores promedios de Mn y Fe con 85,99ppm y 108,28 ppm en el cotiledón superando estadísticamente a los demás tratamientos. El T1 (ICS-6) obtuvo mayor promedio de contenido de B con 31,77 ppm superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 19,64 ppm, 13,43 ppm y 21,36 ppm.

En cuanto a contenidos de Fe se indica que la semilla de cacao presenta contenidos de 36 ppm (www.hipernova.cl, 2007), sin embargo en los tratamientos estudiados se encontró contenidos mayores (108,28 ppm, 59,42 ppm, 60,43 ppm y 66,25 ppm en T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6)).

6.3 Del contenido porcentual de N, P, S, K, Ca, Mg en la testa.

El análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la testa (anexo 5) se ha detectado diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos sobre los contenidos porcentuales de N, P, S, K, Ca y Mg en la testa, con valores superiores al 96,9% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,51% y 13,13%.

La prueba de Duncan (gráfico 8 y anexo 6), muestra el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la testa también mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo los mayores contenidos de N, K y Ca en la testa. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de contenido de N con 1,15% superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo así que el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio de N con 0,92%, a su vez el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el

mayor contenido de P con 0,58% respectivamente, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido con 0,08%. Por otra parte el T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de S con 0,65% superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 0,31%, 0,47% y 0,17%.

El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de K con 1,67 superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T1 (ICS-6) con 1,20%. Los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron valores estadísticamente iguales entre sí para Ca con 0,29% y 0,31% mientras tanto el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio con 0,10%. El tratamiento T0 (Híbrido) es quien obtuvo el mayor contenido de Mg con 0,96% superando estadísticamente a los tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 0,20%, 0,18% y 0,23% respectivamente.

6.4 Del contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa

El análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa (anexo 7) se observa que hubo diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos sobre los contenidos en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa, con valores superiores al 99,9% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,08% y 1,46%.

La prueba de Duncan para los promedios de tratamientos para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa (gráfico 9 y anexo 8), muestra diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores promedios de contenidos de Zn y Cu con 50,38 ppm y 21,44 ppm

superando estadísticamente a los demás tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6). El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio en contenido de Mn con 58,61 ppm, seguido por el T0 (Híbrido) con 55,73 ppm y los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 31,2 ppm y 44,3 ppm. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo mayor promedio de contenido de Fe con 142,91 ppm superando estadísticamente a los demás tratamientos T2 (ICS-39) con 121,26 ppm, T3 (SCA-6) con 102,7 ppm, y T0 (Híbrido) con 95,39 ppm respectivamente. El tratamiento T2 (ICS-39) presentó el mayor contenido de B con 41,51 ppm superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 24,38 ppm seguido por los tratamientos T1 (ICS-6) y T0 (Híbrido) con 22,15 ppm y 7,93 ppm respectivamente.

6.5 Del promedio de pH antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los promedios de pH antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 9) no detectó diferencias significativas de pH antes de la siembra, esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados, ya que este análisis antes de la siembra tiene los mismos valores de pH para todo los tratamientos. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los promedios de pH a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 78% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,20% y 0,34% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de pH antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 10 y anexo 10), antes de la siembra no muestra diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para las fechas 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra. Siendo el tratamiento T3 (SCA-6) quien obtuvo el mayor promedio de pH a los 15 DDS con 6,65 superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 6,43 , 6,61 y 6,42. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de pH a los 30 DDS con 6,34, y el tratamiento con menor promedio de pH obtuvo el T3 (SCA-6) con 6,21.

Los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) a los 60 DDS obtuvieron los mayores promedios de pH estadísticamente iguales entre sí con 5,76 y 5,75 y los promedios de pH más bajos a los 60 DDS son de los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) con 5,67 y 5,68. A los 90 DDS los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los promedios más altos de pH estadísticamente iguales con 6,45, 6,46 y 6,46 superando estadísticamente al tratamiento T2 (ICS-39) con 6,41 respectivamente. A los 120 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de pH con 6,35 y el tratamiento con el promedio más bajo es de 6,11 respectivamente.

Ormeño (2009), en su artículo "Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero" hace mención que es posible que la aplicación de humus al suelo aumenta la concentración de Ca y Mg aumentando el pH. Este resultado coincide con el trabajo realizado, si observamos el (gráfico 10), a los 15 días después de la siembra existe un ascenso del pH de 6,33 a (6,43; 6,61; 6,42 y 6,65 por los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6).

Sin embargo la aplicación constante de agua destilada a un sustrato tiende a bajar los niveles de pH de 5,6 a 5,8 (Rowell, 1994). Estos valores coinciden con los tratamientos estudiados a los 60 días de evaluación (5,67; 5,68; 5,76 y 5,75 por los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6). Así mismo la absorción de Nitrógeno (NO_3^-), siendo la forma más aprovechable por la planta, al ser fijado por el mismo libera iones hidroxilo (OH^-) o iones bicarbonato (HCO_3^-) donde el pH de la solución tiende a incrementarse FLUID FORCE (2004). El incremento del pH de los 60 a los 90 días después de la siembra se debe a este fenómeno, ya que la planta desde los 60 días a más se encuentra con mayor desarrollo radicular, (Ormeño, 2009). Sin embargo antes de los 60 días la planta no contaba con un buen desarrollo radicular sin tener la suficiente capacidad de segregar sustancias para regular el pH.

6.6 Del Contenido de materia orgánica antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los promedios de M.O. antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 11) no detectó diferencias significativas de M.O. antes de la siembra (ADS), esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados, ya que este análisis antes de la siembra tiene los mismos valores de M.O. para todo los tratamientos. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los promedios de M.O a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 76% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,27% y 2,65% los

cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de M.O. antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 11 y anexo 12), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para las fechas 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra. Siendo el tratamiento T3 (SCA-6) quien obtuvo el mayor promedio de M.O. a los 15 DDS con 4,03 superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 3,53%, 3,78% y 3,21%.

El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de M.O. a los 30 DDS con 3,73% y los tratamientos con menores promedios de M.O estadísticamente iguales son el T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 3,49%, 3,56% y 3,46%. El tratamiento T0 (Híbrido), a los 60 DDS obtuvo el mayor promedio de M.O con 4,31 y los tratamientos con menor promedio de M.O. son el T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 3,36% y 3,23%. A los 90 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el promedio más alto de M.O. con 3,13% superando estadísticamente a los demás tratamientos, donde los tratamientos con promedio de M.O. más bajos son el T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 2,71% y 2,63%. A los 120 DDS los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los mayores promedios de M.O estadísticamente iguales con 3,72% y 3,87% y el tratamiento con el promedio más bajo es el T3 (SCA-6) con 2,31 respectivamente.

6.7 Del Contenido porcentual de Nitrógeno antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos porcentuales de N antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 13) no detectó diferencias significativas de N a los 30 y 90 días, presentando el 14% y 51% determinado por el coeficiente de determinación (R^2), estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos porcentuales de N a los 15, 60 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 80% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 6,15% y 9,12% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de N antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 12 y anexo 14), mostró que antes de la siembra (ADS), 30 DDS y 90 DDS no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 60 DDS y 120 DDS. Los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios de N estadísticamente iguales entre sí a los 15 DDS con 0,17% y 0,18% superando estadísticamente a tratamientos T0 (híbrido) y T2 (ICS-39) con 0,16% y 0,14%, así mismo a los 60 DDS el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de N con 0,19% y los tratamientos con menores promedios de N estadísticamente iguales son el T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 0,15%, 0,16% y 0,15%. Por otra parte a los 120 DDS los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los mayores promedios de N

estadísticamente iguales con 0,17% para ambos y el tratamiento con el promedio más bajo de N es el T3 (SCA-6) con 0,10% respectivamente.

Zambrano (2011), en su trabajo sobre “Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao”, indica que inició con 0,0005% de nitrógeno y finalizó con 0,0116% utilizando abono orgánico (Agrohumus), sin embargo el humus no puede ser fácilmente descompuesto debido a sus íntimas interacciones con minerales del suelo (Edwards, 2000). Esto nos permite entender que se eleva el nivel de N al cabo de un tiempo. Comparando con el trabajo de investigación, los tratamientos T0 (híbrido) y T1 (ICS-6) mostraron una subida de este elemento a los 120 días a 0,17% para ambos, sin embargo los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) mostraron un descenso a los 120 días con 0,14% y 0,1%, lo cual significa que fue absorbido por la planta, manifestándose esta absorción con el área foliar, donde los tratamientos T3 (SCA-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron las mayores áreas foliares con 93,39 cm² y 83,24 cm², donde también se manifestó claramente con los mayores porcentajes de N en la hoja durante el periodo de vivero en estos mismos tratamientos. Sin embargo Ormeño (2009), menciona que se han obtenido plantas vigorosas y buen desarrollo radicular con 0,15% de N presente en el sustrato. Las fluctuaciones del contenido de nitrógeno en el suelo se deben a los efectos del pH, sabiendo que el N es absorbido cuando el pH se encuentra de 5,5 a 8,5 (Brady y Weil, 1999).

6.8 Del contenido porcentual de Fósforo antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos porcentuales de P antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 15) no

detectó diferencias significativas de P antes de la siembra (ADS), 30 y 90 días, presentando el 0,00%, 22% y 51% determinado por el coeficiente de determinación (R^2), estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos porcentuales de P a los 15, 60 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 77% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 5,19% y 9,76% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de P antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 13 y anexo 16), mostró que antes de la siembra (ADS), 30 DDS y 90 DDS no detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 60 DDS y 120 DDS. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) quienes obtuvieron los mayores promedios de P estadísticamente iguales a los 15 DDS con 0,020% y 0,021% sin embargo el tratamiento con el menor promedio de P es el T3 (SCA-6) con 0,017%.

Por otra parte a los 30 DDS los tratamientos no mostraron diferencias significativas en donde los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron el mismo porcentaje con 0,017% y el tratamiento T2 (ICS-39) con 0,016%, así mismo a los 60 DDS los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales de P con 0,014% y 0,013% y los tratamientos con menores promedios de P estadísticamente iguales son el T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) con 0,010% para ambos. A los 90 días

también no mostraron diferencias significativas, sin embargo los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron valores con 0,012%, 0,013%, 0,012% y 0,014%. A los 120 DDS el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de P con 0,013% y los tratamientos con los menores promedios estadísticamente iguales de P son T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 0,010%, 0,009% y 0,009%.

La mineralización de la materia orgánica libera grandes cantidades apreciables de N, S, P y algunos microorganismos esenciales para el crecimiento y producción de las plantas (Colacelli, 1997). El ascenso del P desde la siembra a los 15 días después de la siembra (Gráfico 13), subió considerablemente por efecto de la descomposición de la materia orgánica y liberación del P a la solución del suelo. Después de la primera evaluación el P fue disminuyendo su presencia, lo cual fue asimilado por las plantas para los respectivos procesos fisiológicos de transferencia de energía, formación de raíces, etc., (ICA, 2012).

Ormeño (2009), indica en su trabajo de investigación “Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero” que un sustrato basado en tierra agrícola y humus de lombriz contiene 0,045% de P y un sustrato basado en tierra agrícola mezclado con compost (cáscara de cacao) más humus de lombriz obtuvo 0,162% de P. Sin embargo el mejor sustrato para vivero fue el que obtuvo 0,048% de P que fue a base de Té de estiércol + tierra agrícola, obteniendo plantas con mayor altura y buen desarrollo radicular. Estos valores están por encima de valores obtenidos en el (gráfico 13), pero sin embargo los resultados fueron buenos en relación a variables agronómicas (Altura de tallo, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar).

6.9 Del contenido porcentual de Potasio antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos porcentuales de K antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 17) no detectó diferencias significativas de K antes de la siembra (ADS) y a los 15 días, presentando el 0,00% y 54% determinado por el coeficiente de determinación (R^2), estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos porcentuales de K a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 77% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,85% y 1,00% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de K antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 14 y anexo 18), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) por ser un análisis inicial y tener los mismos valores para todos los tratamientos, sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio porcentual de K a los 15 DDS con 0,180% y el tratamiento con el menor promedio porcentual de K es el T3 (SCA-6) con 0,163%, sin embargo a los 30 DDS los contenidos de K descendieron para todos los tratamientos en una forma homogénea, siendo el tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo el mayor promedio porcentual con 0,129% superando a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 0,108%, 0,114% y 0,121%.

Por otra parte a los 60 DDS los contenidos de K siguen descendiendo en comparación con la anterior evaluación, observando así que los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para K con 0,105% y 0,106% y los tratamientos con menores promedios de P estadísticamente iguales entre sí son el T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) con 0,103% y 0,102%. Es evidente también apreciar que a los 90 DDS el nivel de K en el sustrato se estabilizó, observando claramente los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios de contenido porcentual de K con 0,108% para ambos y el tratamiento que obtuvo el menor promedio de K es el T0 (Híbrido) con 0,102%. A los 120 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de K con 0,102% superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 0,101%, 0,100% y 0,098% respectivamente.

La aplicación de abonos orgánicos causa incremento en los contenidos de K y otros elementos en el sustrato (Zambrano, 2011). Sin embargo el K es el elemento más extraído por las plantas en vivero, seguido del N y Ca. (CORPOICA, 2000). La información anterior se relaciona muy bien con los resultados en el (gráfico 14), existiendo una demanda mayor en los primeros 60 días, posteriormente se detiene y se estabiliza hasta los 120 días. Esto se puede deber a la fluctuación del pH (Gráfico 10), observando que de los 60 a los 90 días existe un ascenso del pH, siendo motivo para activar la fauna microbiana (pH 6 -8) del sustrato (Florentino, 1981); Llevando a cabo la descomposición de la M.O. y liberar K, compensando así al potasio extraído.

Según Ormeño (2009), un sustrato a base de humus de lombriz más compost de cáscara de cacao, contiene altos porcentajes de K con un promedio de

0,22%, lo cual recomienda colocar humus de lombriz menos del 50% en combinación con suelos para sustratos de viveros. Estos valores son semejantes a los tratamientos estudiados, siendo así todos los tratamientos empezaron con 0,248% y finalizando con (0,101%, 0,100%, 0,098% y 0,102% por los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6).

6.10 Del contenido de Calcio (meq/100g) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos de Ca (meq/100g) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 19) no detectó diferencias significativas de Ca antes de la siembra (ADS), esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Ca (meq/100g) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 97% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,17% y 0,84% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Ca antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 15 y anexo 20), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$) por ser un análisis inicial y tener los mismos valores para todos los tratamientos, sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) quien obtuvo el mayor promedio en Ca a los 15 DDS con 7,83 meq/100g y el tratamiento con el

menor promedio de Ca es el T2 (ICS-39) con 6,74 meq/100g, así mismo a los 30 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio con 8,16 meq/100g superando a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 7,98 meq/100g, 8,03 meq/100g y 7,57 meq/100g. Por otra parte a los 60 DDS el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de Ca con 7,88 meq/100g y el tratamiento con menor promedio de Ca es el T0 (Híbrido) con 7,09 meq/100g. A los 90 DDS el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de Ca con 6,26 meq/100g y el tratamiento que obtuvo el menor promedio de Ca es el T2 (ICS-39) con 5,94 meq/100g. A los 120 DDS existe un ascenso donde el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de Ca con 6,95 meq/100g y el tratamiento con el promedio más bajo es el T2 (ICS-39) con 5,45 meq/100g respectivamente.

CORPOICA (2000), señala que en viveros de cacao la mayor cantidad de elementos extraídos está relacionado con el K, N y Ca, tal y como se manifiesta en la curva extractiva del calcio. Siendo así, Ormeño (2009), nos manifiesta que un sustrato con 6,91 meq/100g de Ca se obtiene plantas vigorosas con mayor altura y buen desarrollo radicular. Este valor es semejante a los tratamientos estudiados (gráfico 15), observamos que inicia con 8,39 meq/100g, lo cual da entender que el sustrato está enriquecido con este elemento, donde a los 120 días el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo 5,45 meq/100g y el tratamiento T0 (Híbrido) con 6,95 meq/100g.

6.11 Del contenido de Magnesio (meq/100g) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos de Mg (meq/100g) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 21) no

detectó diferencias significativas de Mg antes de la siembra (ADS) y a los 90 DDS, estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Mg (meq/100g) a los 15, 30, 60 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 89% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,33% y 1,52% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Mg antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 16 y anexo 22), mostró que antes de la siembra (ADS) y a los 90 DDS no se detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio en de Mg a los 15 DDS con 4,51 meq/100g y el tratamiento con el menor promedio de Mg es el T1 (ICS-6) con 4,21 meq/100g, así mismo a los 30 DDS los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para Mg con 4,42 meq/100g y 4,44 meq/100g, superando a los demás tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) con 4,01 meq/100g y 3,93 meq/100g. Por otra parte a los 60 DDS los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para Mg con 4,87 meq/100g y 4,82 meq/100g, donde los tratamientos con menor promedio de Mg es el T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 4,54 meq/100g y 4,51 meq/100g. A los 90 DDS los tratamientos no mostraron diferencias significativas, siendo así que los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-

6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron valores con 4,01 meq/100g, 3,7 meq/100g, 3,62 meq/100g y 3,59 meq/100g. A los 120 DDS los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para Mg con 4,11 meq/100g y 4,13 meq/100g y el tratamiento con el promedio más bajo es el T0 (Híbrido) con 3,87 meq/100g respectivamente.

La variación de Mg en sustratos después de ser aplicado abonos orgánicos (Agrohumus) y después de 150 días de haber sido sembrado cacao en vivero es de 2,4 meq/100g, (Zambrano, 2011). Este valor si comparamos con el (gráfico 16), observamos que inicio con 5,26 meq/100g de Mg, y finalizaron con 3,87 meq/100g, 3,95 meq/100g, 3,62 meq/100g y 4,01 meq/100g en los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6). Se trabajó sustratos con 0,79 meq/100g de Mg y se obtuvieron plantas regulares en crecimiento y número de hojas, (Ormeño, 2009).

6.12 Del contenido de potasio (meq/100g) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para los contenidos de K (meq/100g) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (cuadro 23), no detectó diferencias significativas de K antes de la siembra (ADS), a los 90 DDS y 120 DDS, estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de K (meq/100g) a los 15, 30 y 60 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 93% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de

variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,37% y 1,67% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de K antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 17 y cuadro 24), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS.

El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio de K a los 15 DDS con 4,60 meq/100g y el tratamiento con el menor promedio de K es el T3 (SCA-6) con 4,19 meq/100g así mismo a los 30 DDS descendió homogéneamente para todos los tratamientos, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de K con 3,31 meq/100g, superando a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 2,77 meq/100g, 2,93 meq/100 y 3,12 meq/100g. Por otra parte a los 60 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de K con 2,73 meq/100g y el tratamiento con menor promedio de K es el T1 (ICS-6) con 2,61 meq/100g. A los 90 DDS los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para K con 2,76 meq/100g y 2,78 meq/100g y el tratamiento con el promedio más bajo es el T0 (Híbrido) con 2,63 meq/100g respectivamente mientras que a los 120 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el promedio mayor de K con 2,62 meq/100g y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el promedio más bajo con 2,51 meq/100g.

Zambrano (2011), manifiesta que las variaciones de K cambiabile en un sustrato que fue aplicado abono orgánico (Agrohumus), obtuvo 0,90 meq/100g

y luego de haber pasado 150 días en vivero con plántulas de cacao, obtuvo un promedio de 0,5 meq/100g. Estos valores no se asemejan a los tratamientos estudiados, pero si se asemejan en la demanda que tiene este elemento por la planta, aunque este forma de potasio no está disponible fácilmente ya que está unida al complejo orgánico del suelo (Chirinos, 2009). La demanda que observamos es por la compensación que hace al potasio asimilable en la solución del suelo, es por ello que existe un misma curva de extracción (Gráfico 17). Las manifestaciones se presentan siendo parte de la composición estructural de la raíz, tallo, cotiledón y hojas.

6.13 Del contenido de Hierro (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido de Fe (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 25), no detectó diferencias significativas de Fe antes de la siembra (ADS), estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Fe (ppm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,10% y 0,94% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Fe antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 18 y anexo 26), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas

($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio en de Fe a los 15 DDS con 70,30 ppm, sin embargo el tratamiento con el menor promedio de Fe es el T3 (SCA-6) con 55,30 ppm. Por otra parte a los 30 DDS los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los mayores promedios de Fe con 71,20 ppm y 70,60 ppm, superando a los demás tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 59,00 ppm y 58,00 ppm.

A los 60 DDS el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de Fe con 75,30 ppm, seguido por el tratamiento T3 (SCA-6) con 62,50 ppm, posteriormente por el T1 (ICS-6) con 61,8 ppm y el tratamiento con menor promedio de Fe es el T0 (Híbrido) con 42,90 ppm, así mismo a los 90 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de Fe con 69,00 ppm mientras el tratamiento con el promedio sigue siendo el T0 (Híbrido) con 42,90 ppm. A los 120 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el promedio mayor de Fe con 62,70 ppm sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el promedio más bajo con 42,60 ppm, manteniéndose casi estable en el sustrato.

El contenido de Fe en un sustrato después de haber colocado abono orgánico (Agrohumus), obtuvo 96 ppm y después de 150 días en vivero con plántones de cacao obtuvo 126 ppm, lo cual significa que la aplicación de abonos orgánicos aumenta el nivel de Fe y otros elementos, (Zambrano, 2011). Lo antes mencionado se relaciona con el tratamiento T3 (SCA-6), obteniendo un promedio superior comparado con el inicial de 62,7 ppm, mientras los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios menores comparado con el inicial de 42,6 ppm, 50,0 ppm y 51,0 ppm. Es evidente también apreciar que tanto la raíz, el tallo, cotiledón y las hojas son

órganos que presentan en gran cantidad de Fe, superando a los demás microelementos.

El Fe es fijado normalmente cuando el suelo presenta pH acida menores de 7 (Brady y Weil, 1999). Sin embargo si comparamos el (gráfico 10 y 18), nos damos cuenta que al bajar el nivel de pH de los 30 a los 60 días, existe mayor asimilación de Fe por los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6), así mismo cuando sube el nivel de pH la fijación es mínima.

6.14 Del contenido de Cobre (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido Cu (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 27), no detectó diferencias significativas de Cu antes de la siembra (ADS), esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Cu (ppm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores a 92% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,29% y 3,37% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Cu antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 19 y anexo 28), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio en de

Cu a los 15 DDS con 0,90 ppm mientras los tratamientos que obtuvieron promedios menores estadísticamente iguales entre sí para Cu son T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 0,70 ppm para ambos, sin embargo a los 30 DDS los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores promedios de Cu con 0,90 ppm para todos superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 0,80 ppm.

Por otra parte se puede apreciar que a los 60 DDS el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de Cu con 0,80 ppm y los tratamientos con menor promedio de Cu estadísticamente iguales entre sí son T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 0,70 ppm para todos, así mismo a los 90 DDS los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para Cu con 0,60 ppm para ambos, mientras los tratamientos con los promedios más bajos estadísticamente iguales son el T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) con 0,50 ppm para ambos. A los 120 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los promedios mayores de Cu con 0,90 ppm para ambos y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el promedio más bajo con 0,70 ppm respectivamente.

Zambrano (2011), manifiesta que un sustrato sin abono orgánico presenta 3,40 ppm de Cu, sin embargo al aplicar abono orgánico (Agrohumus) y luego de 150 días en vivero con plántulas de cacao presentó 4,7 ppm de Cu. Los rangos óptimos de Cu en el suelo son de 1,8 a 2,4 ppm (www.chemical.com 2003). Sin embargo los tratamientos estudiados presentaban promedios de Cu por debajo de lo óptimo.

6.15 Del contenido de Zinc (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido de Zn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 29), no detectó diferencias significativas de Zn antes de la siembra (ADS) y a los 120 DDS, estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Zn (ppm) a los 15, 30, 60 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores a 81% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 3,29% y 10,16% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Zn antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 20 y anexo 30), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio en de Zn a los 15 DDS con 3,40 ppm y los tratamientos con los menores promedios estadísticamente iguales entre sí para Zn son T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 2,20 ppm, 2,30 ppm y 2,00 ppm, así mismo a los 30 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio de Zn con 2,60 ppm sin embargo los tratamientos con menor promedio estadísticamente iguales obtuvieron el T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) con 1,80 ppm y 1,90 ppm. A los 60 DDS los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para Zn con 1,90 ppm y 1,80 ppm

y los tratamientos con menor promedio estadísticamente iguales entre sí para Zn son T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) con 1,10 ppm y 1,20 ppm. A los 90 DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de Zn con 1,80 ppm y el tratamiento con menor promedio obtuvo el T1 (ICS-6) con 1,30 ppm. Por otra parte a los 120 DDS el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el promedio mayor de Zn con 1,80 ppm y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el promedio más bajo con 1,00 ppm respectivamente, lo cual existe una curva que diferencia desde el inicio hasta los 120 días siendo así que el tratamiento T0 (Híbrido) absorbió menos Zn durante el periodo de vivero con una diferencia de 0,2 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) absorbió mayor Zn con una diferencia de 1,0 ppm.

La presencia de Zn en el sustrato, es indispensable, ya que interviene en la síntesis de la clorofila como también estimula el vigor de la planta (ICA, 2012). Sin embargo Zambrano (2011), indica que la aplicación de abonos orgánicos a sustratos incrementa los contenidos de Zn y Cu. Las fluctuaciones de Zn durante el periodo de vivero para los tratamientos en estudio, se deben a los diferentes procesos bioquímicos en el sustrato, los aumentos se deben a la descomposición de la M.O. que va liberando nutrientes, los descensos de deben a la extracción de Zn por la planta. El rango medio de Zn en el suelo es (2 -3 ppm) (molina y Meléndez, 2002). El Zn que presentó el sustrato (Gráfico 20) al inicio es de 2 ppm encontrándose en el rango medio. Desde los 30 días existe una demanda de Zn, siendo el T1 (ICS-6) quien extrajo mayor de este elemento a los 120 días obteniendo un promedio de 1 ppm respectivamente.

6.16 Del contenido de Manganeso (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido de Mn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 31), no detectó diferencias significativas de Mn antes de la siembra (ADS), esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo si ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de Mn (ppm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores a 85% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 2,61% y 14,71% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Mn antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 21 y anexo 32), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. Siendo el tratamiento T1 (ICS-6) quien obtuvo el mayor promedio de Mn a los 15 DDS con 8,70 ppm sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de Mn con 0,40 ppm, así mismo a los 30 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio de Mn con 9,90 ppm superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 1,50 ppm, 2,00 ppm y 0,40 ppm. Por otra parte a los 60 DDS los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales de Mn con 3,50 ppm y 3,30 ppm, sin embargo el tratamiento con menor promedio de Mn fue T0 (Híbrido) con 2,00 ppm. A los 90

DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de Mn con 1,90 ppm y los tratamientos con menores promedios estadísticamente iguales de Mn son T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 1,50 ppm para todos. A los 120 DDS los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales de Mn con 2,60 ppm y 2,70 y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el promedio más bajo con 1,00 ppm respectivamente.

El contenido de Mn en el suelo dentro de los intervalos de 10 – 50 ppm es considerado óptimo (Molina y Meléndez, 2002). Al decrecer el valor de pH aumenta la concentración de iones Mn^{+2} disponible para las plantas en la solución del suelo (www.kali.com, 2012). El Mn es absorbido en rangos de pH (5,5 – 7,5) como promedio 6,5 (Brady y Weil, 1999). El contenido de Mn en la primera evaluación se registró promedios por debajo de 3 ppm excepto el tratamiento T1 (ICS-6) con 8,7 ppm, esto es debido a que en las dos primeras evaluaciones el pH se encontraba en estado óptimo para la fijación de este elemento, y luego se sufrió un descenso del pH de los 30 a los 60 días aumenta el contenido de Mn^{2+} en el suelo. Sin embargo a los 120 días después de la siembra los tratamientos en estudio obtuvieron promedios de Mn con (2,6 ppm, 1,0 ppm, 2,7 ppm y 1,5 ppm por T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6).

Zambrano (2011), indica en su trabajo “Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao”, que utilizó sustratos para producir plantones de cacao con contenidos de Mn (11,6 ppm), sin embargo después de aplicar Agrohumus (abono orgánico) y después de 150 días de haber estado en vivero obtuvo valores de Mn de 24 ppm, esto quiere decir que la incorporación de materia orgánica

incrementa los contenidos de Mn en la solución del suelo. Estos resultados no se asemejan con los tratamientos en estudio, ya que la mayor parte de Mn fue extraído antes de la primera evaluación, sin embargo a los 120 días los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron valores de 2,6 ppm, 1 ppm, 2,7 ppm y 1,5 ppm respectivamente.

6.17 Del contenido de Boro (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido de B (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 33), no detectó diferencias significativas de B antes de la siembra (ADS) como también a los 15 y 30 DDS, estas variables explican muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de B (ppm) a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el máximo valor establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,16% y 0,74% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de B antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 22 y anexo 34), mostró que antes de la siembra (ADS), como también a los 15 y 30 DDS no se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T3 (SCA-6) quien obtuvo el mayor promedio de B a los 60 DDS con 2,39 ppm mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio de B con 1,74 ppm, así mismo a los 90

DDS el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de B con 2,22 ppm y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor promedio con 1,37 ppm. Por otra parte a los 120 DDS el tratamientos T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de B con 3,17 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el promedio más bajo con 1,15 ppm respectivamente.

El boro se encuentra en la solución del suelo en forma de ácido bórico (H_3BO_3), disponible cuando el pH disminuye (www.kali.com 2012). Los rangos óptimos de B en la solución del suelo son de 0,5 a 1 ppm (Molina y Meléndez, 2002). La mayor disponibilidad de B se encuentra entre 5 a 7 de pH (Brady y Weil, 1999). Según la referencia dada y comparando con el (gráfico 22) se puede notar que hasta los 30 días existe un descenso del contenido de B en el sustrato, lo cual nos da entender que la planta extrajo gran parte de este elemento en estos días, y que luego de esta fecha los contenidos de B se incrementaron, pudiendo ser debido al descenso del pH.

Los tratamientos en estudio terminaron incrementándose los contenidos de b con 1,69 ppm, 1,88 ppm, 1,15 ppm y 3,17 ppm por el T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6). Estos resultados de los tratamientos estudiados se relacionan según Zambrano (2011), donde indica que un sustrato inicialmente obtuvo un valor de 0,86 ppm de B, sin embargo luego de aplicar un abono orgánico (Agrohumus) y después de 150 días en vivero para la obtención de plantones de cacao el sustrato obtuvo un promedio de 1,16 ppm de B.

6.18 Del contenido de Azufre (ppm) antes y después de la siembra

El análisis de varianza para el contenido de S (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (anexo 35), no detectó

diferencias significativas de S antes de la siembra (ADS), esta variable explica muy poco sobre los efectos que ha tenido por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas para tratamientos respecto a los contenidos de S (ppm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el máximo valor establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,04% y 0,27% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de S antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra (gráfico 23 y anexo 36), mostró que antes de la siembra (ADS) no detectó diferencias significativas ($p < 0,05$), sin embargo, si lo ha detectado para 15 DDS, 30 DDS, 60 DDS, 90 DDS y 120 DDS. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de S a los 15 DDS con 60,50 ppm y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de S con 36,82 ppm, así mismo a los 30 DDS el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de S con 63,13 ppm superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 39,45 ppm, 30,69 ppm y 39,45 ppm. Por otra parte a los 60 DDS el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de S con 48,17 ppm, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de S con 27,79 ppm.

A los 90 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio de S con 48,76 ppm y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de S con 25,35 ppm. A los 120 DDS el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio

de S con 39,98 ppm y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el promedio más bajo con 17,55 ppm respectivamente.

El azufre (S) es absorbido como ión sulfato (SO_4^{2-}) por la planta, donde también en suelos bajo condiciones aeróbicas, el ión sulfato puede ser reducido por bacterias a ácido sulfhídrico, donde el azufre disponible en el suelo se reduce (www.kali.com 2012). Los rangos óptimos de S en el suelo son de 20 a 50 ppm (Molina y Meléndez, 2002). La disponibilidad de S se encuentra en pH mayores a 6,5. Sin embargo los contenidos de S en los tratamientos estudiados (Gráfico 23) se observa que no existe una fluctuación uniforme para los tratamientos, pudiéndose ver afecto por lo manifestado anteriormente, además el suelo se encuentra es uno de los lados extremos de pH para la disponibilidad del S, viéndose afectado en la fijación por la planta. Sin embargo la cantidad de S disminuyó para los tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 35,1 ppm, 19,5 ppm y 17,55 ppm, mientras que el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo un promedio superior al inicial con 39,98 ppm.

6.19 Del Contenido porcentual de Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en la raíz a los 15, 30 y 60 días.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 15 días (anexo 37), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de S y Ca y además estas variables explican muy poco ($R^2 = 62\%$ y 45%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, K y Mg en la raíz

a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 85% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 2,84% y 12,77% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 15 días (gráfico 24 A y anexo 38), respecto al contenido porcentual de Ca no ha detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de P, S, K y Mg en la raíz a los 15 días. El tratamiento T1 (ICS-6) quien obtuvo los niveles más altos de P, S y Mg en la raíz a los 15 días. Los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para P con 0,86% y 0,88% respectivamente. Así mismo los tratamientos T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para S con 0,44%, 0,53% y 0,43% superando estadísticamente al T0 (Híbrido) con 0,25%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de K en la raíz a los 15 días con 5,05%, sin embargo el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido con 4,34%. A los 15 días no existieron diferencias significativas para Ca, sin embargo si existieron diferencias numéricas donde el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido con 0,39% mientras el tratamiento T2 (ICS-39) con 0,29 ppm. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para Mg con 0,59% y 0,58% superando a los demás tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) con 0,51% y 0,55% respectivamente.

Es evidente que el mayor porcentaje de K se encuentra en los órganos de la planta como la raíz, tal y como lo dice CORPOICA (2000), indicando que en vivero el K es uno de los tres elementos más extraídos por la planta. También es evidente observar en los gráficos 12 y 15 existe una curva de extracción bien definido de K, manifestándose claramente en el contenido composicional de la raíz.

Otra observación que se debe considerar es que en los primeros días de crecimiento el cotiledón en cierta parte nutre a la planta, si observamos el (gráfico 6) nos damos cuenta que existe alto contenido de K, motivo por el cual puede ser una fuente para alimentar a los demás órganos de la planta, (www.wikipedia.com, 2011).

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días (anexo 39), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,31% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días (gráfico 24 B y anexo 40) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los niveles más altos de Zn, Cu y Fe en la raíz a los 15 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los

mayores contenidos de Zn y Cu en la raíz a los 15 días con 49,25 ppm y 68,95 ppm respectivamente, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Zn y el tratamiento T2 (ICS-39) el menor contenido de Cu. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn con 36,45 ppm, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn en la raíz a los 15 días con 23,05 ppm. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Fe en la raíz a los 15 días con 2608,35 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 1743,62 ppm. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de B en la raíz a los 15 días con 112,35 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 58,83 ppm respectivamente.

Tanto el cotiledón como la testa presenta altos contenidos de Fe (Gráfico 7 y 9), siendo motivo para nutrir la raíz durante los primeros días de crecimiento, sin embargo la semilla del tratamiento T0 (Híbrido) contiene mayor Fe, manifestándose claramente en la composición nutricional de la raíz en el gráfico 22B.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 30 días (anexo 41), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de Mg y además esta variable explica muy poco ($R^2 = 29\%$) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, S, K y Ca en la raíz a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 80% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 2,42% y

10,65%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 30 días (gráfico 24 C y anexo 42), respecto al contenido porcentual de Mg no ha detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de P, S, K y Ca en la raíz a los 30 días. El tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo los contenidos más altos de P, S y K en la raíz a los 30 días con 0,81%, 0,52% y 3,89%, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los menores contenidos de P y S a los 30 días con 0,59% y 0,19%, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de K con 2,35%. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Ca con 0,46% mientras el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido menor de Ca en la raíz a los 30 con 0,32%. Así mismo los tratamientos para el contenido de Mg no manifestaron diferencias significativas, de todas formas el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido con 0,52% y el tratamiento T0 (Híbrido) el menor contenido con 0,45% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días (anexo 43), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,06% y 1,12% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días (gráfico 24 D y anexo 44) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días. El tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo el mayor contenido de Zn en la raíz a los 30 días con 53,53 ppm respectivamente, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido con 31,18 ppm. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu en la raíz a los 30 días con 66 ppm, mientras el tratamiento T3 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Cu en la raíz a los 30 días con 22,34 ppm.

El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn en la raíz a los 30 días con 26,81 ppm, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 19,18 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Fe en la raíz a los 30 días con 2420 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 1251,12 ppm respectivamente. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de B con 92,59 ppm mientras el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 79,23 ppm.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 60 días (anexo 45), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de P, Ca y Mg, además esta variable explica muy poco ($R^2 = 55\%$, 31% y 9%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de S y K en la raíz a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 84% determinada por el coeficiente de determinación

(R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 5,96% y 9,62%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 60 días (gráfico 24 E y anexo 46), respecto al contenido porcentual de Ca y Mg no han detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de P, S y K en la raíz a los 60 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los contenidos mayores de P, S y K en la raíz a los 60 días con 0,33%, 0,21% y 1,59%, sin embargo los contenidos menores de P lo obtuvo el tratamiento T0 (Híbrido) y tratamiento T3 (SCA-6) con 0,29% para ambos, así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el contenido menor de S con 0,09%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de K con 1,59%, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de K con 1,00% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días (anexo 47), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,61% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días (gráfico 24 F y anexo 48) ha detectado diferencias

significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Zn, Cu, Fe y B en la raíz a los 60 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Zn y Cu en la raíz a los 60 días con 22,35 ppm y 32,06 ppm superando estadísticamente a los tratamientos, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Zn con 13,27 ppm, así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 8,72 ppm.

El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn en la raíz a los 60 días con 10,46 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 8,17 ppm. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Fe y B en la raíz a los 60 días con 1175,67 ppm y 43,15 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido más bajo de Fe con 488,32 ppm y el Tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido más bajo en B con 32,39 ppm respectivamente:

6.20 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y contenido en ppm de zinc, cobre, manganeso, Hierro y boro en la raíz a los 90 y 120 días.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 90 días (anexo 49), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de P, Ca y Mg, además esta variable explica muy poco ($R^2 = 72\%$, 29% y 62%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de S y K en la raíz a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con

valores superiores al 84% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 2,01% y 8,97%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 90 días (gráfico 25 A y anexo 50), respecto al contenido porcentual de Ca no ha detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de P, S, K y Mg en la raíz a los 90 días. El tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo los contenidos mayores de P y S en la raíz a los 90 días con 0,50% y 0,26%, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de P y S a los 90 días con 0,29% y 0,09%. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para K en la raíz a los 90 días con 2,70% y 2,61% sin embargo los tratamientos T1(ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los menores contenidos de K con 2,46% y 2,49%. Los tratamientos en estudio no mostraron diferencias significativas para Ca, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido con 0,35% y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,28%. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido mayor de Mg con 0,71% mientras el tratamiento el T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Mg con 0,55% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días (anexo 51), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el

coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,14% y 4,5% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días (gráfico 25 B y anexo 52) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días. El tratamiento T3 (SCA-6) quien obtuvo el mayor contenido de Zn en la raíz a los 90 días con 47,54 ppm superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 37,61 ppm, 32,96 ppm y 36,74 ppm. Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de Cu, Mn y Fe en la raíz a los 90 días con 19,33 ppm, 17,40 ppm y 1409,51 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo los menores contenidos de Cu y Mn con 8,24 ppm y 13,73 ppm mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Fe con 1042,45 ppm respectivamente. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B en la raíz a los 90 días con 41,76 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido más bajo para B con 30,16 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 120 días (anexo 53), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de N, Ca y Mg, además esta variable explica muy poco ($R^2 = 67\%$, 39% y 73%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, S y K en la raíz a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 88% determinada por el coeficiente de determinación

(R²). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 2,65% y 6,58%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 120 días (gráfico 25 C y anexo 54), respecto al contenido porcentual de Ca no ha detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de N, P, S, K y Mg en la raíz a los 120 días. El T2 (ICS-39) obtuvo el contenido mayor de N en la raíz a los 120 días con 2,23% mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el promedio menor con 2,00%. Por otra parte los tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los contenidos mayores estadísticamente iguales entre sí de P con 0,63%, 0,60% y 0,62% mientras el tratamiento el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,56% respectivamente.

Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido mayor de S con 0,26% mientras el T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de S con 0,12%. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores contenidos estadísticamente iguales entre sí para K con 2,84% y 2,82%, sin embargo los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los menores contenidos de K con 2,48% y 2,55%. Los tratamientos en estudio no mostraron diferencias significativas para Ca, pero sin embargo los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores contenidos de Ca con 0,39% para ambos mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,31%. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de Mg con 0,85% superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 0,66%, 0,71% y 0,67% respectivamente.

Zambrano (2011), en su trabajo "Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones en cacao" indica la composición de las raíces en plántulas de cacao a los 150 días después de la siembra y abonado con Agrohumus (abono orgánico) obteniendo los siguientes resultados: N (2,2%), P (0,28%), S (0,15%), K (0,84%), Ca (1,61%) y Mg (0,47%). Comparando cada uno de estos contenidos con los tratamientos estudiados al final del experimento (120 días), decimos que el N que nos menciona la referencia (2,2%) se asemeja mucho al nitrógeno obtenido (2,14%, 2,00%, 2,23% y 2,10% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), mientras el P referencial (0,28%) es menor a lo obtenido (0,63%, 0,56%, 0,60% y 0,62% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), así mismo el S referencial (0,15%) también se asemeja mucho a los contenidos obtenidos con (0,13%, 0,15%, 0,26% y 0,12% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), por otra parte el K referencial (0,84%) no se asemeja a los valores obtenidos (2,84%, 2,48%, 2,555 y 2,52% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), comparando también el Ca referencial (1,61%) se encuentra por encima de los valores obtenidos (0,39%, 0,38%, 0,39%, 0,31% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), el Mg referencial (0,47%) está relacionado a los contenidos obtenidos (0,66%, 0,71%, 0,67% y 0,85% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3). Los contenidos mayores de P y K elevan los contenidos en la raíz, porque la concentración de estos elementos en el suelo es superior a lo óptimo tal y como se manifiesta en (grafico 13 y 14).

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 120 días (anexo 55), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B

en la raíz a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,27% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 120 días (gráfico 25 D y anexo 56), ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para los contenidos en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 120 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en la raíz a los 120 días con 51,13 ppm mientras el tratamiento T0 obtuvo el menor contenido de Zn con 40,35 ppm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu, en la raíz a los 120 días con 99,46 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 10,99 ppm. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Mn con 25,19 ppm respectivamente, sin embargo el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 13,74 ppm. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Fe en la raíz a los 120 días con 1587,21 ppm mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el contenido más bajo en Fe con 1086,54 ppm. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de B con 44,69 ppm y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio con 27,38 ppm respectivamente.

Zambrano (2011), en su trabajo "Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones en cacao" indica la composición de las raíces en plántulas de cacao a los 150 días después de la siembra y abonado con Agrohumus (abono orgánico) obteniendo

los siguientes resultados: Zn (56 ppm), Cu (115 ppm), Mn (135 ppm), Fe (981 ppm), B (13 ppm). Comparando cada uno de estos contenidos con los tratamientos estudiados al final del experimento (120 días), decimos que el Zn que nos menciona la referencia (56 ppm), está por encima y a las ves relacionado con los contenidos obtenidos en los tratamientos estudiados (40,35 ppm, 42,58 ppm, 42,64 ppm y 51,13 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), así mismo el Cu referencial (115 ppm), supera los contenidos obtenidos de los tratamientos estudiados (99,46 ppm, 10,99 ppm, 27,13 ppm y 24,68 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), sin embargo el Mn que nos menciona la referencia (135 ppm) está muy lejos a los valores obtenidos (17,47 ppm, 13,74 ppm, 25,19 ppm y 22,92 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), donde también el Fe referencial (981 ppm) está por debajo de los contenidos obtenidos (1232,53 ppm, 1086,54 ppm, 1587,21 ppm y 1197,11 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), y el B referencial (13 ppm), no guarda relación por encontrarse por debajo de los valores obtenidos en los tratamientos estudiados (43,73 ppm, 44,69 ppm, 37,26 ppm y 27,38 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3).

6.21 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el tallo a los 15, 30 y 60 días.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 15 días (anexo 57), no detectó diferencias significativas para el contenido porcentual de P, S y Ca, además estas variables explican muy poco ($R^2 = 47\%$, 53% y 71%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo se ha detectado diferencias significativas

altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de K y Mg en el tallo a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 87% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,55% y 2,14%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 15 días (gráfico 26 A y anexo 58), respecto al contenido porcentual de P no ha detectado diferencias significativas, sin embargo, sí lo ha detectado para el contenido porcentual de S, K, Ca y Mg en el tallo a los 15 días. Los tratamientos estudiados no manifestaron diferencia significativa para P, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de P en el tallo con 1,30%, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de P con 1,21%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido mayor de S en el tallo a los 15 días con 0,27% mientras los tratamientos T1 (ICS-6) obtuvo el contenido menor de S con 0,20%.

Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido mayor de K con 5,20% mientras el tratamiento el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de K con 4,23% respectivamente. Por otra parte los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los contenidos estadísticamente iguales para Ca con 0,46% para ambos, mientras los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron los contenidos más bajos de Ca con 0,41% y 0,42%. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mg con 0,78% superando estadísticamente a los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) con 0,69%, 0,73% y 0,75% respectivamente.

CORPOICA (2000), menciona que el K, N y Ca, son los elementos más extraídos en vivero para cacao. Según lo mencionado se puede acertar que el K es el elemento más extraído por la planta a los 15 días, siendo parte del tallo en cierta proporción. Por otra parte el P es otro de los elementos que está presente en mayor proporción después del K, posteriormente Mg, Ca y S.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días (anexo 59), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,02% y 0,25% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días (gráfico 26 B y anexo 60) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo los mayores contenidos de Zn y Cu en el Tallo a los 15 días con 56,76 ppm y 60,01 ppm mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 51,44 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor promedio de Cu con 26,60 ppm. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn en el tallo a los 15 días con 35,29 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 24,33 ppm. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Fe con 561,04 ppm respectivamente, sin embargo el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 145,96 ppm. El

tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el contenido más alto en B con 92,39 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) el menor contenido de B con 24,93 ppm respectivamente.

Los niveles elevados de Fe en el tallo a los 15 días en el tratamiento T3 (SCA-6) es porque en los primeros 30 días existió una mayor fijación de Fe por la planta (Gráfico 18).

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días (anexo 61), se ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 88% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,87% y 11,50%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días (gráfico 26 C y anexo 62) si ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días. El T3 (SCA-6) obtuvo el contenido mayor de P en el tallo a los 30 días con 1,20% mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el contenido menor de P con 1,11%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido mayor de S con 0,16% sin embargo los tratamientos el T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron el menor contenido de S con 0,09% para ambos. Así mismo el Tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de K con 3,87% mientras el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido más bajo de K con 2,66%. El

tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores contenidos de Ca y Mg con 0,58% y 0,59% respectivamente, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los menores contenidos de Ca y Mg a los 30 con 0,47% y 0,51%.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días (anexo 63), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores máximos establecidos de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,15% y 1,25% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días (gráfico 26 D y anexo 64) si ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días. El tratamiento T2 (ICS-39) quien obtuvo el mayor contenido de Zn en el Tallo a los 30 días con 32,20 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Zn con 19,64 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu en el tallo a los 30 días con 31,00 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de Cu con 8,18 ppm. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores contenidos de Mn y Fe con 16,37 ppm y 229,13 ppm respectivamente, mientras el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 11,83 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el contenido menor en Fe con 79,12 ppm. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B con 48,11 ppm mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido con 13,62 ppm respectivamente.

Los niveles elevados de Fe en el tallo a los 30 días en el tratamiento T3 (SCA-6) es porque en los primeros 30 días existió una mayor fijación de Fe por la planta (Gráfico 18).

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 60 días (anexo 65), no ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de Mg y además esta variable explica muy poco ($R^2 = 73\%$) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo, si ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K y Ca en el tallo a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 92% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,39% y 17,50% respectivamente.

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 60 días (gráfico 26 E y anexo 66) si ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 60 días. El T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de N, P y S en el tallo a los 60 días con 2,16%, 1,16% y 0,17% sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de N, P y S con 1,96%, 0,71% y 0,05%. Así mismo los Tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para K con 2,61%, 2,69 y 2,70% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido más bajo de K con 2,30%. Por otra parte el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Ca con 0,50% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,34%. Los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2

(ICS-39) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para Mg con 0,50%, 0,54% y 0,52%, mientras el T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Mg con 0,35% respectivamente.

El Tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos para todos los macronutrientes presentes en el tallo a los 60 días después de la siembra (1,96%, 0,71%, 0,05%, 2,3%, 0,34% y 0,35% por N, P, S, K, Ca y Mg).

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días (anexo 67), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 98% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,12% y 2,41% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días (gráfico 26 F y anexo 68) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Zn en el tallo a los 60 días con 32,70 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Zn con 11,64 ppm. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los mayores contenidos estadísticamente iguales entre sí para Cu en el tallo a los 60 días con 27,97 ppm y 28,00 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 4,85 ppm. Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Mn con 13,71

ppm, mientras el T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 9,70 ppm. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido mayor de Fe con 135,82 ppm, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Fe con 72,19 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B con 43,41 ppm mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido con 13,83 ppm respectivamente.

6.22 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el tallo a los 90 y 120 días.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 90 días (anexo 69), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K y Ca en el tallo a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 95% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,05% y 8,70% respectivamente.

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 90 días (gráfico 27 A y anexo 70) si ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 90 días. El T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de N, P y S en el tallo a los 90 días con 2,16%, 1,72% y 0,21% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de N, P y S con 1,96%, 0,78% y 0,04%. Así mismo el Tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de K con 2,84% mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el promedio más bajo de K con

2,10%. Por otra parte el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Ca con 1,72% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de Ca con 1,25%. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Mg con 1,29% mientras el T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio de Mg con 1,07% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días (anexo 71), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,02% y 0,30% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días (gráfico 27 B y anexo 72) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en el Tallo a los 90 días con 68,46 ppm mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 53,41 ppm. Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos para Cu, Mn y Fe en el tallo a los 90 días con 15,21 ppm, 22,12 ppm y 186,62 ppm, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo los menores contenidos de Cu y Mn con 5,82 ppm y 17,45 ppm y el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Fe con 92,57 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B con 43,04 ppm,

mientras el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 15,35 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 120 días (anexo 73), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 78% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,72% y 11,29% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 120 días (gráfico 27 C y anexo 74) si ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 120 días. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para N en el tallo a los 120 días con 2,22% para ambos mientras el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de N con 2,02%. Así mismo los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para P con 1,10%, 1,10% y 1,12% sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el contenido más bajo de P con 1,01%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de S con 0,25% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de S con 0,06%. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de K con 2,87% mientras el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de K con 2,11% respectivamente. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Ca con 1,75% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo

el menor promedio con 1,28%. Los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los contenidos estadísticamente iguales entre sí para Mg con 1,38% y 1,39% y los tratamientos quienes obtuvieron los menores contenidos en Mg son T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) con 1,09% y 1,12% respectivamente.

CORPOICA (2000), señala que en viveros de cacao la mayor cantidad de elementos extraídos está relacionado con el potasio (K), nitrógeno (N) y calcio (Ca). Lo mencionado se relaciona muy bien con el trabajo realizado, si observamos el (gráfico 27 c), vemos claramente que el potasio (K) es el elemento más extraído (2,87%, 2,11%, 2,68% y 2,47% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), seguido del nitrógeno (N) con (2,22%, 2,22%, 2,02% y 2,11% % por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), y seguido del Calcio (Ca) con (1,55%, 1,75%, 1,65% y 1,28%).

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días (anexo 75), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,49% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días (gráfico 27 D y anexo 76) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos

de Zn y Cu en el Tallo a los 120 días con 79,17 ppm y 18,06 ppm, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio de Zn con 63,10 ppm y el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido en Cu con 8,18 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Mn en el tallo a los 120 días con 28,57 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 21,02 ppm. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Fe con 243,06 ppm, mientras el T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Fe con 105,95 ppm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B con 45,77 ppm, mientras los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los menores contenidos de B con 17,46 ppm y 17,45 ppm respectivamente.

6.23 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio y contenido en ppm de Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro y Boro en el cotiledón a los 15, 30 y 60 días.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 15 días (anexo 77), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 82% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,99% y 7,84% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 15 días (gráfico 28 A y anexo 78) si ha detectado diferencias

significativas para el contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 15 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el contenido de P en el cotiledón a los 15 días con 0,61% mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,48%. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de S con 0,19% sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de S con 0,1%. Por otra parte el tratamiento T2 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de K con 1,16% mientras el T1 (ICS-6) obtuvo el menor promedio de K con 0,91%. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Ca con 0,16%, sin embargo el T1 obtuvo el menor contenido de Ca con 0,09%. Los tratamientos T0 (Híbrido), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para Mg con 0,39% para todos mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido con 0,35%.

El contenido del cotiledón vario totalmente a los 15 días, si comparamos el (gráfico 6 y 28 A) observamos claramente las diferencias donde el P inicialmente obtuvo (1,73%, 2,04%, 1,04% y 1,78% y a los 15 días se obtuvo 0,61%, 0,48%, 0,55% y 0,56% por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), sin embargo los contenidos de S inicialmente fueron (1,23%, 1,39%, 1,70% y 1,34% y a los 15 días se obtuvo 0,13%, 0,16%, 0,10% y 0,19% por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), así mismo el Ca inicialmente obtuvo valores con (0,35%, 0,08%, 0,09% y 0,10% y a los 15 días se obtuvo 0,16%, 0,09%, 0,14% y 0,12% por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), donde el Mg inicialmente fue (0,25%, 0,34%, 0,36% y 0,37% y a los 15 días se obtuvo 0,39%, 0,35%, 0,39% y 0,39% por los tratamientos T1, T2, T3 y T4).

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días (anexo 79), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,08% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días (gráfico 28 B y anexo 80) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en el cotiledón a los 15 días con 51,20 ppm, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 42,14 ppm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu en el cotiledón a los 15 días con 17,79 ppm, mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Cu con 8,35 ppm. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn con 85,72 ppm, sin embargo el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mn con 41,89 ppm. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Fe con 97,47 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 49,92 ppm. Se observa también que el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B el cotiledón a los 15 días con 36,41 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio con 11,06 ppm respectivamente.

El contenido del cotiledón vario totalmente a los 15 días, si comparamos el (gráfico 7 y 28 B) observamos claramente las diferencias donde el Zn inicialmente obtuvo (49,89 ppm, 45,32 ppm, 45,78 ppm y 54,21 ppm y a los 15 días se obtuvo 42,14 ppm, 51,2 ppm, 45,49 ppm y 49,92 ppm por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), sin embargo los contenidos de Cu inicialmente fueron (16,69 ppm, 15,11 ppm, 15,56 ppm y 21,08% y a los 15 días se obtuvo 17,79 ppm, 10,24 ppm, 8,35 ppm y 14,13 ppm por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), así mismo el Mg inicialmente obtuvo valores con (85,99 ppm, 51,36 ppm, 67,35 ppm y 85,32 ppm y a los 15 días se obtuvo 76,79 ppm, 41,89 ppm, 53,84 ppm y 85,72 ppm por los tratamientos T1, T2, T3 y T4), donde también el Fe inicialmente obtuvo (108,28 ppm, 59,42 ppm, 60,43 ppm y 66,75 ppm y a los 15 días se obtuvo 76,79 ppm, 59,58 ppm, 97,47 ppm y 49,92 ppm por los tratamientos T1, T2, T3 y T4).

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 30 días (anexo 81), no ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de S y Mg además estas variables explican muy poco ($R^2 = 69\%$ y 44%) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo, si ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, K y Ca en el cotiledón a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 93% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 1,56% y 10,05%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 30 días (gráfico 28 C y anexo 82) respecto al contenido de Mg no ha detectado diferencias significativas, sin embargo si lo ha detectado para el contenido porcentual de P, S, K y Ca en el cotiledón a los 30 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de P en el cotiledón a los 30 días con 0,78% mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,56%. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de S con 0,14% mientras los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los menores contenidos estadísticamente iguales entre sí para S con 0,11%, 0,12% y 0,11%.

Los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores contenidos estadísticamente iguales entre sí para K con 1,29% y 1,37%, sin embargo el T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de K con 0,97% respectivamente. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Ca con 0,36%, mientras el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,17%. Los tratamientos no mostraron diferencias significativas para Mg en el cotiledón a los 30 días, pero de todas formas el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Mg con 0,55% y el tratamiento T1 (ICS-6) el menor contenido de Mg con 0,46% respectivamente.

El análisis de varianza para contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días (anexo 83), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.)

resultaron con valores entre 0,02% y 0,10% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días (gráfico 28 D y anexo 84) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días. Los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para Zn en el cotiledón a los 30 días con 49,53 ppm y 49,54 ppm, mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 40,03 ppm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu en el cotiledón a los 30 días con 19,02 ppm, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Cu con 1,97 ppm. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mn con 69,36 ppm, mientras el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Mn con 39,32 ppm. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Fe con 77,65 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 54,49 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B el cotiledón a los 30 días con 36,29 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido con 13,20 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 60 días (anexo 85), no ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de S además esta variable explica muy poco ($R^2 = 51\%$) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo, si ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas

variables, con valores superiores al 93% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,55% y 4,51%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 60 días (gráfico 28 E y anexo 86), respecto al contenido de S no ha detectado diferencias significativas, sin embargo si lo ha detectado para el contenido porcentual de N, P, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 60 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de N y P en el cotiledón a los 60 días con 2,16% y 0,77% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de N con 0,00% y los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) obtuvieron los menores contenidos de P con 0,54% para ambos. Así mismo los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para K con 1,26% para ambos mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de K con 0,90%. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos para Ca y Mg en el cotiledón a los 60 días con 0,35% y 0,54% sin embargo el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,16% y el tratamiento T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron el menor contenido de Mg con 0,44% y 0,45% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días (anexo 87), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el

coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,02% y 0,11% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días (gráfico 28 F y anexo 88) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en el cotiledón a los 60 días con 47,71 ppm, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Zn con 37,25 ppm.

Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Cu en el cotiledón a los 60 días con 18,61 ppm, mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Cu con 1,82 ppm. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de Mn con 64,14 ppm, mientras el T2 (ICS-39) obtuvo el menor promedio de Mn con 36,34 ppm. Donde también el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Fe con 71,77 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 52,48 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de B el cotiledón a los 60 días con 35,53 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido con 12,21 ppm respectivamente.

6.24 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y contenido en ppm de zinc, cobre, manganeso, Hierro y boro en el cotiledón a los 90 y 120 días.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 90 días (anexo 89), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$)

para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 98% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,46% y 4,57%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 90 días (gráfico 29 A y anexo 90) se ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 90 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de N en el cotiledón a los 90 días con 2,05% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de N con 0,00%. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores promedios de P y S con 1,47% y 0,27%, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,77% y los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los menores contenidos estadísticamente iguales entre sí para S con 0,13% para ambos. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de K con 2,62% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de K con 1,46%. Donde también el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos para Ca y Mg en el cotiledón a los 90 días con 1,01% y 1,22%, mientras el T1 (ICS-6) obtuvo los menores contenidos de Ca y Mg con 0,58% y 0,82% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días (anexo 91), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B

en el cotiledón a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,11% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días (gráfico 29 B y anexo 92) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en el cotiledón a los 90 días con 119,05 ppm, mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 73,00 ppm.

Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Cu en el cotiledón a los 90 días con 18,46 ppm, sin embargo que el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 13,57 ppm. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días con 226,78 ppm, 219,01 ppm y 41,38 ppm sin embargo el T1 (ICS-6) obtuvo los menores contenidos de Mn y Fe con 92,27 ppm y 108,55 ppm donde finalmente el T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 17,08 ppm respectivamente.

Los aumentos de contenidos de micronutrientes para todos los tratamientos en el cotiledón a los 90 días se deben a que la gran mayoría de elementos se extrajeron de los 60 a los 90 días, siendo posible nutrir a los cotiledones en aquel momento. Si observamos los gráficos las de análisis de suelos notaremos claramente las diferencias.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 120 días (anexo 93), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 98% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,61% y 5,59%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en el Cotiledón a los 120 días (gráfico 29 C y anexo 94) se ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 120 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores contenidos de N, P y S en el cotiledón a los 120 días con 1,98%, 1,01% y 0,31% mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los menores contenidos de N y P con 1,56% y 0,74% sin embargo los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) obtuvieron los menores contenidos de S con 0,15% para ambos. Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de K con 2,79% mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de K con 1,47%. Por otra parte el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos para Ca y Mg en el cotiledón a los 120 días con 1,10% y 1,30%, mientras el T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,65% y el tratamiento T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los contenidos más bajos de Mg con 0,92% y 0,91% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días (anexo 95), ha detectado diferencias significativas altas

($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,16% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días (gráfico 29 D y anexo 96) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores contenidos de Zn y Cu en el cotiledón a los 120 días con 127,25 ppm y 22,46 ppm, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Zn con 78,95 ppm y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 16,30 ppm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días con 230,65 ppm, 238,39 ppm y 43,50 ppm, mientras que el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo los menores contenidos de Mn y Fe con 96,47 ppm y 126,36 ppm y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 18,31 ppm respectivamente.

6.25 Del Contenido porcentual de Nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio y contenido en ppm de zinc, cobre, manganeso, Hierro y boro en la hoja a los 30, 60, 90 y 120 días.

El análisis de varianza para porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30 días (anexo 97), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30

días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 75% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,28% y 4,76%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30 días (gráfico 30 A y anexo 98) se ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los mayores contenidos de P, S y K en la hoja a los 30 días con 0,74%, 0,23% y 4,07%, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,66%, el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de S con 0,19% y el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de K con 3,26%. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Ca en la hoja a los 30 días con 0,44% mientras el T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,28%. Por otra parte el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Mg con 0,60% y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mg con 0,42% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días (anexo 99), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.)

resultaron con valores entre 0,01% y 0,14% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días (gráfico 30 B y anexo 100) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Zn, Cu y Mn en la hoja a los 30 días con 49,77 ppm, 12,80 ppm y 32,71 ppm, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de Zn, Cu y Mn con 11,35 ppm, 5,68 ppm y 13,24 ppm. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Fe en la hoja a los 30 días con 119,18 ppm, mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Fe con 29,08 ppm. Por otra parte el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de B con 18,07 ppm mientras el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de B con 10,76 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días (anexo 101), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 97% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,34% y 5,86%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días (gráfico 30 C y anexo 102) se ha detectado

diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de N con 3,01%, mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de N con 2,78%.

Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de P y S en la hoja a los 60 días con 1,21% y 0,37%, sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de P con 0,83% y el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor promedio de S con 0,24%. Los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) obtuvieron los mayores contenidos de K con 5,63% y 5,32%. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de Ca y Mg en la hoja a los 60 días con 0,58% y 0,89%, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,37% y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Mg con 0,53% respectivamente.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días (anexo 103), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,10% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días (gráfico 30 D y anexo 104) ha detectado diferencias

significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo los mayores contenidos de Zn, Cu y Mn en la hoja a los 60 días con 61,21 ppm, 15,74 ppm y 40,22 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de Zn, Cu y Mn con 14,84 ppm, 7,42 ppm y 17,32 ppm. Así mismo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Fe en la hoja a los 60 días con 155,86 ppm, mientras que el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor contenido de Fe con 50,13 ppm. Por otra parte el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de B con 22,75 ppm mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de B con 16,48 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días (anexo 105), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 98% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,24% y 4,26%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días (gráfico 30 E y anexo 106) se ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos mayor de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de N con 3,01% mientras el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de N con 2,78%. Así mismo el tratamiento

T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días con 1,25%, 0,33%, 4,70%, 0,83% y 0,42% respectivamente, mientras que el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de P a los 90 días con 0,76%, los tratamientos T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) obtuvieron los menores contenidos estadísticamente iguales entre sí para S con 0,20% y 0,19%, el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de K con 3,90%, el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,50% y los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) obtuvieron los menores contenidos de Mg con 0,36% para ambos.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días (anexo 107), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,08% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días (gráfico 30 F y anexo 108) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en la hoja a los 90 días con 38,88 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Zn con 31,47 ppm. Así mismo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Cu en la hoja a los 90 días con 24,07 ppm, sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de Cu

con 7,11 ppm. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de Mn, Fe y B con 78,13 ppm, 171,44 ppm y 17,67 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo los menores contenidos de Mn, Fe y B con 46,66 ppm, 126,36 y 10,07 ppm respectivamente.

El análisis de varianza para porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 120 días (anexo 109), no ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de Mg y además esta variable explica muy poco ($R^2 = 58\%$) sobre los efectos que ha tenido esta variable por acción de los tratamientos estudiados. Sin embargo, si ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al porcentaje de N, P, S, K y Ca en la hoja a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con valores superiores al 98% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,24% y 3,45%, los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 120 días (gráfico 30 G y anexo 110) se ha detectado diferencias significativas para el contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 120 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de N, P, S, K y Ca en la hoja a los 120 días. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de N con 3,15% sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de N con 2,85%. Así mismo los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores contenidos estadísticamente iguales entre sí para P en la hoja a los 120 días con 0,49% y 0,48% respectivamente, mientras que el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor

contenido de P a los 120 días con 0,33%. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo los mayores contenidos de S, K y Ca en la hoja a los 120 días con 0,39%, 4,58% y 0,88%, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de S con 0,23%, el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el menor contenido de K con 3,91% y el Tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Ca con 0,51%. Los tratamientos T0 (Híbrido) y T1 (ICS-39) obtuvieron contenidos estadísticamente iguales entre sí para Mg a los 120 días con 0,50% para ambos, sin embargo el Tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Mg con 0,38% respectivamente.

Zambrano (2011), en su trabajo "Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones en cacao" indica la composición de las hojas en plántulas de cacao a los 150 días después de la siembra y abonado con Agrohumus (abono orgánico) obteniendo los siguientes resultados: N (2,4%), P (0,37%), S (0,32%), K (2,34%), Ca (1,44%) y Mg (0,65%). Comparando cada uno de estos contenidos con los tratamientos estudiados al final del experimento (120 días), decimos que el N que nos menciona la referencia (2,4%), guarda relación con los valores obtenidos por los tratamientos con (2,85%, 3,11%, 3,15% y 3,13% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), así mismo el P referencial (0,37%), tiene mucha cercanía e incluso contenidos iguales a los obtenidos (0,33%, 0,49%, 0,48% y 0,37%, por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), sin embargo el S que nos menciona la referencia (0,32%) también está familiarizado con los contenidos obtenidos (0,27%, 0,23%, 0,39% y 0,27% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), donde también el K referencial (2,34%) está por debajo de los contenidos obtenidos, pero guardan relación (3,91%, 4,46%, 4,58% y 4,05% por los

tratamientos T0, T1, T2 y T3), el Ca referencial (1,44%), no guarda relación por encontrarse por encima de los valores obtenidos en los tratamientos estudiados (0,68%, 0,71%, 0,88% y 0,51% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3) y el Mg referencial (0,65%) también está familiarizado con los contenidos obtenidos (0,5%, 0,5%, 0,45% y 0,38% por los tratamientos T0, T1, T2 y T3). Los contenidos comparados de la referencia con los contenidos obtenidos están muy relacionados, existiendo similitudes.

El análisis de varianza para contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días (anexo 111), ha detectado diferencias significativas altas ($P < 0,01$) para tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días, los cuales explican muy bien sus efectos sobre estas variables, con el valor máximo establecido de 100% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 0,01% y 0,27% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Quevedo, 2006).

La prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los contenidos de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días (gráfico 30 H y anexo 112) ha detectado diferencias significativas ($p < 0,05$) para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días. El tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor contenido de Zn en la hoja a los 120 días con 40,95 ppm, mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor contenido de Zn con 36,19 ppm. Así mismo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de Cu en la hoja a los 120 días con 30,48 ppm, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Cu con 13,65 ppm. Por otra parte el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor contenido de Mn con 89,56 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el

menor contenido de Mn con 50,70 ppm. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor contenido de Fe con 185,52 ppm, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor contenido de Fe con 134,56 ppm. El tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor contenido de B en la hoja a los 120 días con 19,78 ppm y el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio de B con 12,98 ppm respectivamente.

Zambrano (2011), en su trabajo "Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones en cacao" indica la composición de las hojas en plántulas de cacao a los 150 días después de la siembra y abonado con Agrohumus (abono orgánico) obteniendo los siguientes resultados: Zn (78 ppm), Cu (40 ppm), Mn (68 ppm), Fe (127 ppm), B (32 ppm). Comparando cada uno de estos contenidos con los tratamientos estudiados al final del experimento (120 días), decimos que el Zn que nos menciona la referencia (78 ppm), está por encima de los contenidos obtenidos en los tratamientos estudiados (39,24 ppm, 36,19 ppm, 37,13 ppm y 40,95 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), así mismo el Cu referencial (40 ppm), supera los contenidos obtenidos de los tratamientos estudiados (14,27 ppm, 30,48 ppm, 17,47 ppm y 13,65 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), sin embargo el Mn que nos menciona la referencia (68 ppm) está familiarizado con los valores obtenidos (69,57 ppm, 74,29 ppm, 89,56 ppm y 50,70 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), donde también el Fe referencial (127 ppm) está por debajo de los contenidos obtenidos (185,52 ppm, 154,29 ppm, 176,93 ppm y 134,56 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3), y el B referencial (32 ppm), no guarda relación por encontrarse por encima

de los valores obtenidos en los tratamientos estudiados (18,47 ppm, 19,72 ppm, 19,38 ppm y 12,98 ppm por los tratamientos T0, T1, T2 y T3).

6.26 De la longitud del tallo en centímetros a los 15, 30, 60, 90 y 120 días

La información procesada y analizada mediante el análisis de varianza para la longitud de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (anexo 113) no detectó diferencias significativas para esta variable a los 30 y 60 días después de la siembra. Esta significancia explica que los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud del tallo a los 30 y 60 días explica débilmente los resultados en un 46% y 58% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), sin embargo si ha detectado diferencias significativas altas para la longitud del tallo a los 15, 90 y 120 días en un 79%, 78% y 77%, establecida por el coeficiente de determinación (R^2), por otro lado el C.V con 10,83%, 13,83% y 8,39% no implica mayor discusión debido a que se encuentra dentro del rango de aceptación por (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios (Gráfico 31 y anexo 114), no detecto diferencias significativas de longitud del tallo a los 30 días ($P < 0,05$) sin embargo si lo ha detectado para los 15, 60, 90 y 120 días, donde define con claridad las diferencias significativas existentes entre los promedios de tratamientos, siendo que los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí en longitud a los 15 días con 10,13 cm, 11,00 cm y 11, 83 cm, superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 7,30 cm. Los tratamientos no mostraron significancia a los 30 días, pero sin embargo el tratamiento T0 (Híbrido) marcó la mayor longitud con 23,5 cm, seguido del tratamiento T2 (ICS-39) con 20,3

cm posteriormente los tratamientos T3 (SCA-6) y T1 (ICS-6) con 18,9 cm y 18,23 cm. Así mismo el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo la mayor longitud a los 60 días con 23,53 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T2 (ICS-39), T3 (SCA-6) y T1 (ICS-6) quienes obtuvieron alturas de 22,63 cm, 20,73 cm y 19,87 cm. Por otra partes el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor longitud a los 90 días con 26,43 cm, superando a los demás tratamientos T2 (ICS-39), T3 (SCA-6) y T1 (ICS-6) con promedios de 24,67 cm, 22,93 cm y 19,80 cm de longitud. El tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo la mayor longitud a los 120 días con 31,97 cm superando estadísticamente a los demás tratamientos T3 (SCA-6), T2 (ICS-39) y T1 (ICS-39) obteniendo promedios de longitud de tallo con 28,03 cm, 25,37 cm y 22,37 cm.

Se indica que se obtuvo plántulas de cacao con 25,74 cm de altura a los 90 días sembrado en sustratos con Agrohumus (abono orgánico) y a los 120 días con 34,49 cm de altura, (Zambrano, 2011). Por otra parte Ormeño (2009), indica que también obtuvo alturas de plantas de cacao a base de diferentes sustratos a los 4 meses: con Té de estiércol 20% se obtuvo 24,5 cm, sin embargo con humus de lombriz obtuvo 20,0 cm. Así mismo se obtuvo alturas de 27,5 cm a base de suelo esterilizado + 60 gr de lombricompuesto a los 150 días (Giron y tortolero, 1996). Las alturas de tallo de cacao en vivero obtenidas en diferentes trabajos comparados con el trabajo realizado, se relacionan de cualquier forma presentando similitudes, en algunos casos los tratamientos estudiados superan a los datos mencionados por la referencia.

6.27 Diámetro de tallo en milímetros a los 15, 30, 60, 90 y 120 días

El análisis de varianza para el diámetro de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (anexo 115) no detectó diferencias significativas para esta variable a los 30, 90 y 120 días después de la siembra. Esta significación explica que los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro de tallo a los 30, 90 y 120 días explica débilmente los resultados en un 58%, 37% y 56% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), sin embargo si ha detectado diferencias significativas altas para el diámetro de tallo a los 15 y 60 días con un 85% y 82% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), por otro lado el C.V con 6%, y 6,52% no implica mayor discusión debido a que se encuentra dentro del rango de aceptación por (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de diámetro de tallo a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (Gráfico 32 y anexo 116), no detecto diferencias significativas de diámetro de tallo a los 90 días ($P < 0,05$) sin embargo si lo ha detectado para los 15, 30, 60 y 120 días donde define con claridad las diferencias significativas existentes entre los promedios de tratamientos, siendo los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) quienes obtuvieron los mayores promedios de diámetro a los 15, 30, 60 y 120 días. Los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí en diámetro a los 15 días con 3,48 mm, 3,26 mm y 3,39 mm, superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 2,56 mm. Así mismo los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí en diámetro a los 30 días con 3,61 mm, 3,54 mm y 3,20 mm, superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 2,89 mm. Por otra parte los tratamientos T0

(Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí en diámetro a los 60 días con 4,34 mm, 4,27 mm y 4,26 mm, superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 3,25 mm.

Los tratamientos no mostraron diferencias significativas a los 90 días, pero sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor diámetro con 5,74 mm y el tratamiento T3 (SCA-6) con 4,76 mm de diámetro. Los tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron promedios estadísticamente iguales entre sí en diámetro a los 120 días con 7,11 mm, 6,90 mm y 6,91 mm, superando estadísticamente al tratamiento T3 (SCA-6) con 5,91 mm de diámetro respectivamente.

Zambrano (2011), indica que se obtuvo plántulas de cacao con 5,61 mm de diámetro de tallo a los 90 días sembrado en sustratos con Agrohumus (abono orgánico) y a los 120 días con 6,85 mm de altura. Por otra parte Ormeño (2009), indica que también obtuvo diámetros de plantas de cacao a base de diferentes sustratos a los 4 meses: con Té de estiércol 20% se obtuvo 2,2 mm, sin embargo con humus de lombriz obtuvo 5,0 mm. Así mismo se obtuvo diámetros de 6,0 mm a base de suelo esterilizado + 60 gr de lombricompuesto a los 150 días (Giron y tortolero, 1996). Esto indica que los resultados obtenidos con los tratamientos estudiados son excelentes, ya que superan a todos los valores mencionados.

6.28 Número de Hojas a los 15, 30, 60 ,90 y 120 días

El análisis de varianza para el número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (anexo 117) no detectó diferencias significativas para esta variable a los 30, 60 90 y 120 días después de la siembra. Esta significación explica que los efectos

que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días explica débilmente los resultados en un 45%, 5%, 5% y 25% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), sin embargo si ha detectado diferencias significativas altas para la número de hojas a los 15 días con un 77% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), por otro lado el C.V con 49,49%, lo cual es excesivamente alto, esto es debido a que algunos tratamiento no mostraron hojas en la primera evaluación.

La prueba múltiple de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (Gráfico 33 y anexo 118), no detecto diferencias significativas de diámetro de tallo a los 30, 60, 90 y 120 días ($P < 0,05$) sin embargo si lo ha detectado para la primera evaluación que es a los 15 días, donde define con claridad las diferencias significativas existentes entre los promedios de tratamientos. Los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39) obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí para número de hojas a los 15 días con 2 hojas, superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T3 (SCA-6) y T0 (Híbrido) quienes obtuvieron promedios de 0,67 hojas y 0,00 hojas respectivamente.

Los tratamientos no mostraron significancia a los 30 días, pero si mostraron diferencias numéricas donde el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio con 5,33 hojas, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) marcó el menor promedio con 3,67 hojas. También a los 60 días no existió diferencias significativas por parte de los tratamientos, pero sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio con 9 hojas y el tratamiento T2 (ICS-39) el menor promedio con 8,33 hojas. A los 90 días tampoco existió diferencias significativas, pero el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio con 13

hojas, mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio con 12,33 hojas. También a los 120 días no se encontró diferencias significativas pero el tratamiento T0 (Híbrido) obtuvo el mayor promedio con 18,67 hojas, sin embargo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el menor promedio con 15 hojas.

Ormeño (2009), hace mención que un sustrato + té de estiércol obtuvo plántulas a los 120 días con 10,7 hojas, sin embargo un sustrato más humus de lombriz obtuvo 10 hojas. Estos valores no se asemejan a los valores obtenidos, donde se hace mención que los tratamientos estudiados obtuvieron mayor número de hojas, considerando al T0 (Híbrido) y T1 (ICS-6) como los mejores tratamientos por presentar mayores valores a los 120 días con 18,67 y 17,33 hojas.

6.29 Área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

El análisis de varianza para área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (anexo 119) no detectó diferencias significativas para esta variable a los 15, 30, 60 y 120 días después de la siembra. Esta significación explica que los efectos que han tenido los tratamientos estudiados sobre el área foliar a los 30, 60, 90 y 120 días explica débilmente los resultados en un 58%, 29%, 23% y 37% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), sin embargo si ha detectado diferencias significativas para el área foliar a los 90 días con un 71% establecida por el coeficiente de determinación (R^2), por otro lado el C.V con 12,79%.

La prueba múltiple de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días (Gráfico 34 y anexo 120), no detectó diferencias significativas de área foliar a los 30, 60 y 120 días ($P < 0,05$) sin embargo si lo

ha detectado para las demás evaluaciones donde define con claridad las diferencias significativas existentes entre los promedios de tratamientos. El tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de área foliar a los 15 días con 1,56 cm², superando estadísticamente a los demás tratamientos T0 (Híbrido), T1 (ICS-6) y T3 (SCA-6) con 0,00 cm², 0,73 cm² y 0,09 cm². Los tratamientos no mostraron diferencias significativas a los 30 días, pero sin embargo el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el mayor promedio en área foliar con 43,62 cm², mientras el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el menor promedio en área foliar con 28,76 cm². Los tratamientos también no mostraron diferencias significativas a los 60 días, donde el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de área foliar con 53,83 cm² y el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor promedio de área foliar con 45,47 cm².

Así mismo el tratamiento T2 (ICS-39) obtuvo el mayor promedio de área foliar a los 90 días con 76,89 cm² superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T0 (Híbrido), T3 (SCA-6) y T1 (ICS-6) obteniendo promedios de área foliar con 61,19 cm², 56,39 cm² y 49,97 cm² respectivamente. Por otra parte los tratamientos no mostraron diferencias significativas a los 120 días, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) obtuvo el mayor promedio de área foliar con 93,39 cm² mientras el tratamiento T1 (ICS-6) obtuvo el menor promedio con 64,99 cm².

VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados y a la discusión realizada en el presente trabajo, podemos formular las siguientes conclusiones:

- 7.1 La semilla de cacao presenta mayor proporción de N, S, K, Fe y Mn, liderando los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39), sin embargo el Ca, Cu y B son los elementos que se encuentran en menor proporción.
- 7.2 La aplicación de Humus de lombriz, causaron incremento de los contenidos de los elementos N, P, Cu y B en el suelo.
- 7.3 El K es el elemento más importante para la producción de plántones de cacao en vivero por ser el elemento más extraído.
- 7.4 Al final del experimento el sustrato del tratamiento T0 (Híbrido) indicó menor cantidad de Mg y Fe, sin embargo del tratamiento T1 (ICS-6) menor cantidad de Zn y Mn, así mismo del tratamiento T2 (ICS-39) menor cantidad de P, K, Ca, B y el tratamiento T3 (SCA-6) de N, P y S.
- 7.5 La composición de los plántones de cacao (raíz, tallo, cotiledones y hojas) está constituido en gran proporción por K, N y Fe, sin embargo el S, Cu, Mn son los elementos que se encuentran en menor proporción en la composición de las plantas.
- 7.6 El tratamiento T2 (ICS-39) extrajo más K en la raíz, cotiledón y hojas, sin embargo los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) extrajeron más K en el tallo. Por otra parte se encontró mayor proporción de Fe en los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) en la raíz y cotiledón, los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) en el tallo, T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) en la hoja.

- 7.7** Estadísticamente no existieron diferencias significativas entre tratamientos en relación a la altura de tallo (30 días), número de hojas (30, 60, 90 y 120 días) y área foliar (30, 60, 120 días), notándose diferencias numéricas.
- 7.8** El tratamiento T0 (Híbrido) mostró mejores características con respecto a altura de tallo, diámetro de tallo y número de hojas, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) lo mostró en área foliar.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 Se recomienda continuar con la investigación utilizando los mismos clones u otros con el propósito de ratificar los resultados obtenidos y/o conocer más sobre la dinámica de extracción de nutrientes por las pantas de cacao en sus primeras etapas de crecimiento.

Igualmente realizar otros estudios para determinar la influencia de los nutrientes sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo es su etapa inicial.

8.2 También se recomienda cambiar la metodología usada para evaluar la longitud del tallo, área foliar y número de hojas, por presentar bajos niveles del coeficiente de determinación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, J., MENDOZA, A., CADENA J., AVENDAÑO, C. 2007. efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*theobroma cacao* l) con azospirillum brasilense tarrand, krieg et dobereiner y glomus intraradices schenk et Smith. Caracas-México. 65 pp.
2. ANSORENA, J. 1994. Sustratos propiedad y caracterización Madrid: Mundi-prensa, pp.5.
3. ATTANASI, A. 2007. "Chocolate: Origen e historia", 38 pp. disponible en www.monografias.com/trabajos7/choco/choco.shtml
4. ARCE, E. 2012. Eficacia de bioestimulante para inducir el Crecimiento y Desarrollo Radicular en Etapa de Vivero del Cultivo de Cacao bajo las condiciones del Valle Chancay. Chiclayo – Peru. 21 p.
5. BRADY, N. y WEIL, R. 1999. The nature and properties of soils. Prentice Hall Inc. New Jersey. 881p.
6. CALDERÓN, E. 1998. Fruticultura general, esfuerzo del hombre, Editor UTEHA NORIEGA. México, pp. 546.
7. CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. 643 pp.
8. CASTRO, G. 1995. Crianza Intensiva de lombrices y producción de humus en huariaca. Curso Nacional de Lombricultura. UNA La Molina. Lima – Perú. 34 pp.

9. CHAVES, V. 1997. evaluación de programas de fertilización foliar en plantas de almacigo resultados y avances de investigación *cicafe pp. 60*.
10. CHIRINOS, H. 2009. Recomendaciones de la fertilización potásica. Laboratorios A-L de México S.A. de C.V. Guadalajara, Jalisco, México. 15 pp.
11. COLACELLI, N. 1997. Corrección de un suelo alcalino (pH básico). Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Argentina. 40 pp.
12. CORPOICA, 2000. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Bucaramanga, CO. Impresores Colombianos. p. 33-35.
13. EDWARDS, C.A. 2000. FAO Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible, Materia orgánica y actividad biológica. Brasil. 76 pp.
14. ENTRADA, F. 2010. Balance de nutrientes en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico. Costa Rica. 23 pp.
15. FHIA, 2002. Fundación Hondureña de Investigación agrícola. Programa de cacao y agroforestería. Honduras. 33 ppm.
16. FIGUEROA, P. 1994. Informe técnico y práctico de lombricultura. Curso final de lombricultura. UNA La Molina. Lima – Perú. 26 pp.
17. FLORENTINO, G. A. 1981. Caracterización y diagnóstico de suelos salino ácidos en las Llanuras Costeras del Estado Falcón (Zona Hueque y

- Ricoa). Tesis de Magister. Universidad central de Venezuela, Maracay. 99p.
18. FLORES, F. 1987. Influencia de la fenología sobre enraizamiento de ramillas y prendimientos de injertos en clones de cacao, Tesis Ing Agr. Manabí, Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Portoviejo, pp. 58.
 19. FLUID FORCE, 2004. Importancia del pH para los cultivos, Málaga-España. 12 pp.
 20. FONAG, 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Ecuador. 24 p.
 21. GARCIA, L. 2007. Identificación de cultivares de cacao. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 32 pp.
 22. GARCÍA, A. 1993. Sintomatología de las deficiencias nutricionales en cacao. ICA, Colombia. 10 p.
 23. GARCIA, L. 2000. Recursos genéticos y Mejoramiento del Cacao. Universidad Nacional de la Selva (UNAS) Tingo María. Seminario Taller de Tecnología del Cacao en el Perú. PNDA. CONTRADROGAS/CICAD-OEA. Lima, Perú: 14 y 15 de Diciembre 2000. 16 pp.
 24. GIRÓN, C. Y TORTOLERO, J. 2006. Evaluación preliminar de lombricompost de cacao en el crecimiento de plantas de cacao en vivero. I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria (postres). FONAIAP- Estación Experimental del Estado Miranda. Caucagua – Venezuela. 71 p.

25. GRANJAS PRODUCTIVAS, 2005. Lombricultura. Fundación Buenas Ondas. Argentina. 12 pp.
26. ICA, 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*) Bogotá, Colombia. 40 p.
27. IICA, 2006. Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú / IICA. – Lima :. 73 p. ; 21 x 29.7 cm.
28. ITG, 2011. Valoración agronómica de las materias orgánicas. Navarra. 10 p.
29. LING, A.H. and S.B. CHIU. 1990. Cocoa nutrition and manuring in Malaysia. In: Proc. Of MCGC – Malaysian Cocoa Board Workshop on Cocoa Agricultural Research. Kuala Lumpur. Malaysian Cocoa Grower's Council, pp. 131-142.
30. MELÉNDEZ, G. 2003. Indicadores químicos de la calidad de abonos orgánicos. In Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. San José, CR. p. 50-63.
31. MENDOZA, M. 1991. Sobrevivencia y crecimiento inicial en vivero de tres especies forestales bajo diferentes substratos orgánicos en proporciones. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo-Ecuador. P 60.
32. MESTRE, A. 1973. Cenicafe. Federación Nacional de Cafeteros. Centro Nacional de Investigación de café. Avance técnico N° 29 Caldas – Colombia. 97 pp.

33. MINAG, 2004. Ministerio de agricultura. Manual del Cultivo del Cacao. Lima-Perú. 83 pp.
34. MOLINA, E. y MELENDEZ, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. 67 pp.
35. ORMEÑO, J. 2010. Manual de fertilidad de suelos. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 90 pp.
36. ORMEÑO, M. 2009. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero. Instituto de Investigación Agrícolas, INIA-Mérida, Venezuela. Do. 6 p.
37. PERDOMO, R. Y HAMPTON, H. 1970. Manual de la fertilización foliar. Universidad de San Carlos de Guatemala. 54 pp.
38. PINCHI, F. 2008. Fuentes de sustratos orgánicos en plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero. Tarapoto – Perú. 72 pp.
39. QUEVEDO, H. 2006. Métodos estadísticos para la ingeniería ambiental y la ciencia. Universidad Autónoma de CD. Juárez. México. 846 pp.
40. REYES, E. y GONZÁLEZ, A. 2003. Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L) en vivero. Tesis de Maestría. Instituto Superior de Agricultura (ISA). La Herradura, Santiago, Do. 129 p.
41. ROWELL, D. 1994. Soil Science Methods & Applications. Department of Soil Science, University of Reading. 89 pp.

42. SUQUILANDA, B. 2001. El Biol, fito-estimulante orgánico. Cultivos controlados, Internacional. (Ecuador). Ed. Flor y Flor, pp.26-28.
43. URIBE, A., MÉNDEZ, H. Y MANTILLA, J. 1998. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de cacao en Colombia. 3 pp.
44. VALENCIA, A. G. 1972. Cenicafe. Federación Nacional de Cafeteros. Centro Nacional de Investigación de café. Avance técnico N° 17. Caldas – Colombia. 121 pp.
45. VALENCIA, R. 1995. Utilización de la gallinaza en la alimentación animal, Editado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, Quito – Ecuador, 406 p.
46. ZAMBRANO, A. 2011. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las características de desarrollo en plántulas para patrones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. Ecuador, Do. 73 p.
47. ZÚÑIGA, L. 2000. Los Ecosistemas para el Cacao. Instituto de Cultivos Tropicales. Seminario Taller de Tecnología del Cacao en el Perú. PNDA. CONTRADROGAS/CICAD-OEA, Lima, Perú, 14 y 15 de Diciembre 2000. 5 pp.

Lincografía:

- Hipernova.cl, 2007. El cacao: plantaciones, producción, polinización, plagas, variedades, composición y efectos del cacao.
 - <http://www.hipernova.cl/Notas/ElCacao.html>
- Chemical.com, 2003. Guía para la interpretación de suelos.
 - <http://www.chemicalinstruments.com.mx/page107.html>
- Kali-gmbh.com, 2012. La autoridad del Potasio y Magnesio
 - http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/copper.html
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cuscuta>

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el año 2013 en el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Estación Experimental Juan Bernito del distrito de la Banda de Shilcayo, ubicada geográficamente a 06° 30' 07" latitud sur y 76° 20' 09" latitud oeste con una altitud de 360 msnmm.

El trabajo consistió en evaluar la "Dinámica de extracción de nutrientes en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) colectados de tres clones y un híbrido bajo condiciones de vivero en el distrito de la banda de Shilcayo".

Los tratamientos evaluados fueron clones de cacao: T0 (Híbrido), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6), las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 60, 90 y 120 días. Se usó el Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 3 observaciones.

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron: Análisis de semilla y testa, análisis de suelos, análisis de tejido vegetal, altura de tallo, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar.

El análisis estadístico permitió concluir que el K fue el elemento más absorbido por la planta en sus diferentes periodos liderando el tratamiento T2 (ICS-39), acumulándose así mismo en la raíz, tallo y hojas. Por otra parte el Fe estuvo presente en altos niveles en la planta, encontrándose en mayor proporción en la composición de la raíz en las primeras evaluaciones.

SUMMARY

The research was conducted in 2013 at the Institute of Tropical Crops (ICT), Experimental Station Juan Bernito district of Shilcayo geographically located at 06 ° 30 '07" south latitude and 76 ° 20' 09 " west longitude with an altitude of 360 msnmm.

The research consisted in evaluating "The Dynamics of nutrient extraction in cacao seedlings (*Theobroma cacao* L.), collected from three clones and one hybrid under conditions of nursery in Banda Shilcayo District.

The treatments were clones of cacao: T0 (Hybrid), T1 (ICS-6), T2 (ICS-39) and T3 (SCA-6), assessments were performed at 15, 30, 60, 90 and 120 days. Design was used completely randomized with 4 treatments and 3 comments.

The variables were evaluated and statistically analyzed: Analysis of seed and testa, soil analysis, plant tissue analysis, stem height, stem diameter, number of leaves and leaf area.

Statistical analysis showed that this K was the element absorbed by the plant at different periods leading treatment T2 (ICS-39) and accumulate it in the root, stem and leaves. Moreover, the Fe was present at high levels in the plant, found in greater proportion in the composition of the root in the first assessments.

ANEXO

Análisis de varianza y prueba múltiple de Duncan en la semilla y testa

Anexo 1: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Error experimental	8						
Total	11						
R²		97,5%	99,4%	98,5%	98,8%	99,1%	93,1%
C.V.		4,44%	4,72%	1,94%	1,99%	7,45%	4,79%

Anexo 2: Prueba Múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	1,73 b	0,08 a	1,23 a	0,74 a	0,35 b	0,25 a
T1	ICS – 6	2,04 c	0,48 b	1,39 c	1,05 b	0,08 a	0,34 b
T2	ICS – 39	1,04 a	0,53 c	1,70 d	1,06 b	0,09 a	0,36 b
T3	Scavina-6	1,78 b	0,56 c	1,34 b	1,05 b	0,10 a	0,37 b

Anexo 3: Análisis de varianza en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Error experimental	8					
Total	11					
R ²		98,7%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
C.V.		1,03 %	0,11 %	0,22%	0,07%	0,24%

Anexo 4: Prueba Múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn	ppm Fe	ppm B
T0	Híbrido	49,89 b	16,99 c	85,99 d	108,28 d	19,64 b
T1	ICS – 6	45,33 a	15,11 a	51,36 a	59,42 a	31,77 d
T2	ICS – 39	45,78 a	15,56 b	67,75 b	60,43 b	13,43 a
T3	Scavina-6	54,21 c	21,08 d	85,32 c	66,25 c	21,36 c

Anexo 5: Análisis de varianza del Porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la testa

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Error experimental	8						
Total	11						
R ²		97,6%	99,5%	99,8%	99,6%	96,9%	98,4%
C.V.		1,51%	8,42%	2,79%	1,52%	8,06%	13,13%

Anexo 6: Prueba Múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la Testa.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,92 a	0,58 c	0,31 b	1,15 b	0,10 a	0,96 b
T1	ICS – 6	1,06 b	0,12 b	0,47 c	1,20 c	0,24 b	0,20 a
T2	ICS – 39	1,15 c	0,14 b	0,17 a	1,67 d	0,29 c	0,18 a
T3	Scavina-6	1,07 b	0,08 a	0,65 d	1,07 a	0,31 c	0,23 a

Anexo 7: Análisis de varianza en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la testa

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Error experimental	8					
Total	11					
R ²		100,0%	99,9%	100,0%	100,0%	100,0%
C.V.		0,21%	1,46%	0,11%	0,09%	0,08%

Anexo 8: Prueba Múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la Testa.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		ppm Zn	ppm Cu	ppm Mn	ppm Fe	ppm B
T0	Híbrido local	50,38 d	21,44 d	55,73 c	95,39 a	7,93 a
T1	ICS – 6	26,17 b	7,05 a	31,2 a	142,91 d	22,15 b
T2	ICS – 39	35,37 c	11,12 b	58,61 d	121,26 c	41,51 d
T3	Scavina-6	24,16 a	15,34 c	44,3 b	102,7 b	24,38 c

Análisis de varianza y prueba múltiple de Duncan en análisis de suelos

Anexo 9: Análisis de varianza para los promedios de pH antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,005*	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R ²		0,00%	99%	89%	93%	78%	96%
C.V.		0,16%	0,20%	0,34%	0,23%	0,21%	0,34%

Anexo 10: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los promedios de pH antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	6,32 a	6,43 a	6,34 c	5,67 a	6,45 b	6,11 a
T1	6,32 a	6,61 b	6,27 b	5,68 a	6,46 b	6,30 c
T2	6,32 a	6,42 a	6,24 ab	5,76 b	6,41 a	6,24 b
T3	6,32 a	6,65 c	6,21 a	5,75 b	6,46 b	6,35 d

Anexo 11: Análisis de varianza para los promedios de M.O. antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,007*	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	98%	76%	98%	95%	99%
C.V.		0,27%	1,42%	2,01%	1,98%	1,82%	2,65%

Anexo 12: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los promedios de M.O. antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	3,66 a	3,53 b	3,73 b	4,31 c	2,83 b	3,72 c
T1	3,66 a	3,78 c	3,49 a	3,36 a	3,13 c	3,87 c
T2	3,66 a	3,21 a	3,56 a	3,58 b	2,71 a	3,21 b
T3	3,66 a	4,03 d	3,46 a	3,23 a	2,63 a	2,31 a

Anexo 13: Análisis de varianza para los promedios porcentuales de N antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,030*	0,738 NS	0,003*	0,112 NS	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	65%	14%	80%	51%	88%
C.V.		6,25%	8,14%	8,14%	6,15%	7,84%	9,12%

Anexo 14: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los promedios porcentuales de N antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	0,16 a	0,16 ab	0,17 a	0,19 b	0,13 a	0,17 c
T1	0,16 a	0,17 b	0,16 a	0,15 a	0,14 a	0,17 c
T2	0,16 a	0,14 a	0,16 a	0,16 a	0,12 a	0,14 b
T3	0,16 a	0,18 b	0,16 a	0,15 a	0,12 a	0,10 a

Anexo 15: Análisis de varianza para los contenidos porcentuales de P antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,006*	0,552 NS	0,002**	0,112 NS	0,003*
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	77%	22%	83%	51%	80%
C.V.		11,11%	5,19%	5,97%	8,51%	7,84%	9,76%

Anexo 16: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos porcentuales de P antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	0.009 a	0.020 c	0.017 a	0.010 a	0.012 a	0.013 b
T1	0.009 a	0.019 b	0.017 a	0.010 a	0.013 a	0.010 a
T2	0.009 a	0.021 c	0.016 a	0.014 b	0.012 a	0.009 a
T3	0.009 a	0.017 a	0.017 a	0.013 b	0.014 a	0.009 a

Anexo 17: Análisis de varianza para los contenidos porcentuales de K antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,086 NS	0,000**	0,004*	0,000**	0,006*
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	54%	99%	79%	90%	77%
C.V.		0,40%	4,11%	0,85%	0,96%	0,94%	1,00%

Anexo 18: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos porcentuales de K antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	0.248 a	0.180 b	0.108 a	0.103 a	0.102 a	0.101 bc
T1	0.248 a	0.175 ab	0.114 a	0.102 a	0.108 c	0.100 b
T2	0.248 a	0.170 ab	0.129 d	0.105 b	0.106 b	0.098 a
T3	0.248 a	0.163 a	0.121 c	0.106 b	0.108 c	0.102 c

Anexo 19: Análisis de varianza para los contenidos de Ca (catión cambiante meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	99%	97%	98%	100%	99%
C.V.		0,12%	0,69%	0,65%	0,69%	0,17%	0,84%

Anexo 20: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Ca (catión cambiante meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	8,39 a	7,83 d	7,98 b	7,09 a	6,26 d	6,95 c
T1	8,39 a	7,59 c	8,16 c	7,26 b	5,99 b	6,11 b
T2	8,39 a	6,74 a	8,03 b	7,88 d	5,94 a	5,45 a
T3	8,39 a	7,45 b	7,57 a	7,39 c	6,02 c	6,11 b

Anexo 21: Análisis de varianza para los contenidos de Mg (catión cambiante meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,731 NS	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R ²		0,00%	99%	97%	89%	14%	99%
C.V.		0,19%	0,36%	1,23%	1,52%	13,48%	0,33%

Anexo 22: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Mg (catión cambiante meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	5,26 a	4,51 d	4,01 a	4,87 b	3,59 a	3,87 a
T1	5,26 a	4,21 a	4,42 b	4,54 a	3,70 a	3,95 b
T2	5,26 a	4,36 c	4,44 b	4,82 b	3,62 a	4,11 c
T3	5,26 a	4,28 b	3,93 a	4,51 a	4,01 a	4,13 c

Anexo 23: Análisis de varianza para los contenidos de K (catión cambiabile meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,032 NS	0,154 NS
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	93%	96%	97%	65%	46%
C.V.		0,16%	1,19%	1,67%	0,37%	1,92%	2,03%

Anexo 24: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de K (catión cambiabile meq/100) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	6,34 a	4,60 d	2,77 a	2,64 b	2,63 a	2,58 ab
T1	6,34 a	4,48 c	2,93 b	2,61 a	2,76 b	2,56 ab
T2	6,34 a	4,35 b	3,31 d	2,69 c	2,71 ab	2,51 a
T3	6,34 a	4,19 a	3,12 c	2,73 d	2,78 b	2,62 b

Anexo 25: Análisis de varianza para el contenido de Fe (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000*	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,02%	0,18%	0,79%	0,19%	0,94%	1,10%

Anexo 26: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Fe (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	57,60 a	70,30 d	71,20 c	42,90 a	42,90 a	42,60 a
T1	57,60 a	60,90 b	70,60 c	61,80 b	50,40 b	50,00 b
T2	57,60 a	66,20 c	59,00 b	75,30 d	52,00 c	51,00 b
T3	57,60 a	55,30 a	58,00 a	62,50 c	69,00 d	62,70 c

Anexo 27: Análisis de varianza para el contenido de Cu (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,005*	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R ²		0,00%	99%	78%	92%	96%	93%
C.V.		1,25%	1,29%	3,18%	2,18%	2,41%	3,37%

Anexo 28: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Cu (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	0,80 a	0,90 c	0,90 b	0,70 a	0,50 a	0,80 b
T1	0,80 a	0,70 a	0,90 b	0,70 a	0,60 b	0,90 c
T2	0,80 a	0,80 b	0,90 b	0,80 b	0,50 a	0,70 a
T3	0,80 a	0,70 a	0,80 a	0,70 a	0,60 b	0,90 c

Anexo 29: Análisis de varianza para el contenido de Zn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000*	0,000**	0,000**	0,003*	0,052 NS
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	88%	97%	96%	81%	60%
C.V.		3,00%	10,16%	3,29%	6,01%	7,37%	22,60%

Anexo 30: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Zn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	2,03 a	3,40 b	1,80 a	1,10 a	1,60 bc	1,80 b
T1	2,03 a	2,20 a	2,60 c	1,20 a	1,30 a	1,00 a
T2	2,03 a	2,30 a	2,40 b	1,90 b	1,40 ab	1,60 ab
T3	2,03 a	2,00 a	1,90 a	1,80 b	1,80 c	1,20 ab

Anexo 31: Análisis de varianza para el contenido de Mn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,001*	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R ²		0,00%	100%	99%	97%	85%	98%
C.V.		0,08%	2,61%	14,71%	4,27%	5,63%	6,29%

Anexo 32: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de Mn (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	13,10 a	1,70 b	1,50 b	2,00 a	1,50 a	2,60 c
T1	13,10 a	8,70 d	9,90 c	2,90 b	1,50 a	1,00 a
T2	13,10 a	2,50 c	2,00 b	3,50 c	1,50 a	2,70 c
T3	13,10 a	0,40 a	0,40 a	3,30 c	1,90 b	1,50 b

Anexo 33: Análisis de varianza para el contenido de B (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0.999 NS	0.999 NS	0.999 NS	0.000**	0.000**	0.000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0.00%	0.00%	0.00%	100%	100%	100%
C.V.		1.12%	4.84%	4.84%	0.74%	0.76%	0.51%

Anexo 34: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de B (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	0.89 a	0.40 a	0.40 a	1.74 a	1.48 b	1.69 b
T1	0.89 a	0.40 a	0.40 a	2.17 b	1.37 a	1.88 c
T2	0.89 a	0.40 a	0.40 a	2.19 b	1.88 c	1.15 a
T3	0.89 a	0.40 a	0.40 a	2.39 c	2.22 d	3.17 d

Anexo 35: Análisis de varianza para el contenido de S (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	ADS	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,999 NS	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		0,00%	100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,03%	0,10%	0,12%	0,04%	0,19%	0,27%

Anexo 36: Prueba múltiple de Duncan ($p < 0,05$) para los contenidos de S (ppm) antes de la siembra y a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

Tratamientos	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
	ADS	15 DDS	30 DDS	60 DDS	90 DDS	120 DDS
T0	36,95 a	46,47 c	39,45 b	32,42 b	44,86 c	35,10 c
T1	36,95 a	40,33 b	30,69 a	41,68 c	48,76 d	39,98 d
T2	36,95 a	60,50 d	63,13 c	48,17 d	34,13 b	19,50 b
T3	36,95 a	36,82 a	39,45 b	27,79 a	25,35 a	17,55 a

Análisis de varianza y prueba múltiple de Duncan en análisis de tejido vegetal

Anexo 37: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 15 días.

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,042 NS	0,001**	0,000**	0,170 NS	0,001**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		62%	85%	100%	45%	85%
C.V.		8,98%	12,77%	0,39	16,06%	2,84

Anexo 38: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,70 a	0,25 a	4,52 b	0,31 a	0,59 c
T1	ICS – 6	0,86 b	0,44 b	4,34 a	0,31 a	0,58 c
T2	ICS – 39	0,75 ab	0,53 b	5,05 d	0,29 a	0,51 a
T3	Scavina-6	0,88 b	0,43 b	4,72 c	0,39 a	0,55 b

Anexo 39: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,11%	0,06%	0,08%	0,01%	0,31%

Anexo 40: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	49,25 d	68,95 d	29,55 c	2608,35 d	99,72 b
T1	ICS – 6	43,23 a	63,40 c	23,05 a	2000,00 c	112,35 d
T2	ICS – 39	44,81 b	28,30 a	25,94 b	1933,96 b	58,83 a
T3	Scavina-6	48,60 c	48,60 b	36,45 d	1743,62 a	102,51 c

Anexo 41: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 30 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,004**	0,001**	0,000**	0,000**	0,403 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		80%	99%	99%	93%	29%
C.V.		7,10%	4,07%	2,42%	4,38%	10,65%

Anexo 42: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,59 a	0,19 a	2,67 b	0,42 c	0,45 a
T1	ICS – 6	0,70 b	0,29 b	2,35 a	0,38 b	0,48 a
T2	ICS – 39	0,81 c	0,52 c	3,89 d	0,32 a	0,51 a
T3	Scavina-6	0,76 bc	0,30 b	3,02 c	0,46 d	0,52 a

Anexo 43: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,57%	0,60%	1,12%	0,02%	0,06

Anexo 44: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	46,00 c	66,00 d	20,00 b	2420,00 d	88,81 c
T1	ICS – 6	31,18 a	47,96 c	19,18 a	1438,85 b	81,64 b
T2	ICS – 39	53,53 d	31,49 b	25,19 c	2267,00 c	79,23 a
T3	Scavina-6	44,68 b	22,34 a	26,81 d	1251,12 a	92,59 d

Anexo 45: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 60 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,078 NS	0,000**	0,001**	0,372 NS	0,854 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		55%	94%	84%	31%	9%
C.V.		5,96%	9,62%	8,89%	31,40%	13,26

Anexo 46: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,29 a	0,09 a	1,30 b	0,21 a	0,22 a
T1	ICS – 6	0,30 ab	0,13 b	1,00 a	0,16 a	0,21 a
T2	ICS – 39	0,33 b	0,21 c	1,59 c	0,13 a	0,21 a
T3	Scavina-6	0,29 a	0,12 b	1,18 ab	0,18 a	0,20 a

Anexo 47: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,27%	0,39%	0,61%	0,01%	0,16%

Anexo 48: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	22,35 d	32,06 d	9,72 b	1175,67 d	43,15 d
T1	ICS – 6	13,27 a	20,42 c	8,17 a	612,62 b	34,76 b
T2	ICS – 39	21,88 c	12,87 b	10,30 c	926,88 c	32,39 a
T3	Scavina-6	17,44 b	8,72 a	10,46 d	488,32 a	36,14 c

Anexo 49: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 90 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,013 NS	0,000**	0,001**	0,403 NS	0,042 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		72%	98%	84%	29%	62%
C.V.		14,18%	8,97%	2,01%	16,84%	8,55%

Anexo 50: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0.40 ab	0,09 a	1,70 b	0,35 a	0,55 a
T1	ICS – 6	0.40 ab	0,15 b	2,46 a	0,29 a	0,64 ab
T2	ICS – 39	0.50 b	0,26 c	2,49 a	0,32 a	0,63 ab
T3	Scavina-6	0.29 a	0,09 a	2,61 b	0,28 a	0,71 b

Anexo 51: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,18%	0,61%	0,49%	4,5%	0,14%

Anexo 52: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Hibrido	37,61 c	10,75 b	14,78 b	1042,45 a	41,76 d
T1	ICS – 6	32,96 a	8,24 a	13,73 a	1086,24 b	38,62 c
T2	ICS – 39	36,74 b	19,33 d	17,40 d	1409,51 d	34,34 b
T3	Scavina-6	47,54 d	18,68 c	15,28 c	1135,82 c	30,16 a

Anexo 53: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 120 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,026 NS	0,006*	0,000**	0,000**	0,246 NS	0,011 NS
Error experimental	8						
Total	11						
R²		67%	77%	96%	88%	39%	73%
C.V.		3,25%	3,23%	6,58%	2,65%	13,80	7,80%

Anexo 54: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la raíz a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,14 ab	0,63 b	0,13 ab	2,84 b	0,39 a	0,66 a
T1	ICS – 6	2,00 a	0,56 a	0,15 b	2,48 a	0,38 a	0,71 a
T2	ICS – 39	2,23 b	0,60 b	0,26 c	2,55 a	0,39 a	0,67 a
T3	Scavina-6	2,1 ab	0,62 b	0,12 a	2,82 b	0,31 a	0,85 b

Anexo 55: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 120 días.

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,07%	0,19%	0,27%	0,01%	0,19%

Anexo 56: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la raíz a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	40,35 a	99,46 d	17,47 b	1232,53 c	43,73 c
T1	ICS – 6	42,58 b	10,99 a	13,74 a	1086,54 a	44,69 d
T2	ICS – 39	42,64 c	27,13 c	25,19 d	1587,21 d	37,26 b
T3	Scavina-6	51,13 d	24,68 b	22,92 c	1197,11 b	27,38 a

Anexo 57: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 15 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,152 NS	0,102 NS	0,000**	0,016 NS	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		47%	53%	97%	71%	87%
C.V.		4,22%	12,54%	1,55%	4,12%	2,14%

Anexo 58: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	1,30 a	0,25 ab	4,79 c	0,41 a	0,69 a
T1	ICS – 6	1,22 a	0,20 a	4,51 b	0,46 b	0,73 b
T2	ICS – 39	1,29 a	0,27 b	4,23 a	0,42 a	0,75 b
T3	Scavina-6	1,21 a	0,25 ab	5,20 d	0,46 b	0,78 c

Anexo 59: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,05%	0,15%	0,25%	0,02%	0,02%

Anexo 60: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	51,44 a	58,53 c	28,38 c	166,73 c	92,39 d
T1	ICS – 6	56,76 d	60,01 d	24,33 a	145,96 a	77,34 c
T2	ICS – 39	56,15 b	26,60 a	26,60 b	147,75 b	24,93 a
T3	Scavina-6	56,46 c	45,87 b	35,29 d	561,04 d	51,77 b

Anexo 61: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		94%	88%	99%	93%	88%
C.V.		0,87%	11,50%	1,68%	2,53%	2,38%

Anexo 62: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	1,11 a	0,12 b	2,89 b	0,51 b	0,55 b
T1	ICS – 6	1,14 b	0,09 a	2,84 b	0,53 b	0,57 bc
T2	ICS – 39	1,14 b	0,16 c	2,66 a	0,47 a	0,51 a
T3	Scavina-6	1,20 c	0,09 a	3,87 c	0,58 c	0,59 c

Anexo 63: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,93%	1,25%	0,89%	0,21%	0,15%

Anexo 64: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	26,00 b	31,00 d	13,00 b	80,00 b	48,11 d
T1	ICS – 6	31,56 c	29,59 c	11,83 a	88,76 c	43,06 c
T2	ICS – 39	32,20 d	12,88 b	13,80 c	79,12 a	13,62 a
T3	Scavina-6	19,64 a	8,18 a	16,37 d	229,13 d	31,49 b

Anexo 65: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 60 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,012 NS
Error experimental	8						
Total	11						
R²		92%	100%	90%	93%	96%	73%
C.V.		1,39	1,34%	17,17%	2,19%	3,55%	11,80%

Anexo 66: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,15 bc	1,00 b	0,11 b	2,61 b	0,46 b	0,50 b
T1	ICS – 6	2,10 b	1,08 c	0,09 b	2,69 b	0,50 c	0,54 b
T2	ICS – 39	2,16 c	1,16 d	0,17 c	2,70 b	0,48 bc	0,52 b
T3	Scavina-6	1,96 a	0,71 a	0,05 a	2,30 a	0,34 a	0,35 a

Anexo 67: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	98%	100%	100%
C.V.		0,12%	0,55%	2,41%	0,27%	0,24%

Anexo 68: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	23,46 b	27,97 c	11,73 c	72,19 a	43,41 d
T1	ICS – 6	29,87 c	28,00 c	11,20 b	84,00 c	40,76 c
T2	ICS – 39	32,70 d	13,08 b	13,71 d	80,34 b	13,83 a
T3	Scavina-6	11,64 a	4,85 a	9,70 a	135,82 d	18,67 b

Anexo 69: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 90 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		97%	100%	98%	99%	99%	98%
C.V.		0,46%	1,03%	8,70%	1,19%	1,07%	1,35%

Anexo 70: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,19 c	1,32 b	0,11 b	2,84 c	1,45 b	1,07 a
T1	ICS – 6	2,15 b	1,34 b	0,10 b	2,10 a	1,72 c	1,29 c
T2	ICS – 39	2,20 c	1,72 c	0,21 c	2,46 b	1,47 b	1,23 b
T3	Scavina-6	2,08 a	0,78 a	0,04 a	2,44 b	1,25 a	1,09 a

Anexo 71: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,02%	0,22%	0,09%	0,05%	0,30%

Anexo 72: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	53,41 a	5,93 b	21,36 c	92,57 a	43,04 d
T1	ICS – 6	55,83 b	5,82 a	17,45 a	110,49 b	39,60 c
T2	ICS – 39	56,68 c	15,21 d	22,12 d	186,62 d	15,35 a
T3	Scavina-6	68,46 d	8,56 c	20,33 b	156,18 c	17,42 b

Anexo 73: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la tallo a los 120 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,005*	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		95%	78%	96%	100%	100%	92%
C.V.		1,04%	2,54%	11,29%	0,76%	0,72%	4,19%

Anexo 74: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el tallo a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,22 c	1,10 b	0,13 b	2,87 d	1,55 b	1,09 a
T1	ICS – 6	2,22 c	1,10 b	0,13 b	2,11 a	1,75 d	1,38 b
T2	ICS – 39	2,02 a	1,12 b	0,25 c	2,68 c	1,65 c	1,39 b
T3	Scavina-6	2,11 b	1,01 a	0,06 a	2,47 b	1,28 a	1,12 a

Anexo 75: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000*	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,04%	0,49%	0,07%	0,01%	0,23%

Anexo 76: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el tallo a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	63,10 a	10,71 c	28,57 d	105,95 a	45,77 c
T1	ICS – 6	66,57 b	8,18 a	21,02 a	115,63 b	42,32 b
T2	ICS – 39	79,17 d	18,06 d	26,39 c	243,06 d	17,46 a
T3	Scavina-6	74,02 c	9,65 b	22,06 b	184,51 c	17,45 a

Anexo 77: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 15 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,002**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		97%	94%	99%	91%	82%
C.V.		1,82%	6,90%	0,99%	7,84%	2,63%

Anexo 78: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,61 c	0,13 b	1,01 c	0,16 d	0,39 b
T1	ICS – 6	0,48 a	0,16 c	0,91 a	0,09 a	0,35 a
T2	ICS – 39	0,55 b	0,10 a	1,16 d	0,14 c	0,39 b
T3	Scavina-6	0,56 b	0,19 d	0,96 b	0,12 b	0,39 b

Anexo 79: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000*	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,02%	0,08%	0,02%	0,01%	0,05%

Anexo 80: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 15 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	42,14 a	17,79 d	76,79 c	76,79 c	36,41 d
T1	ICS – 6	51,20 d	10,24 b	41,89 a	59,58 b	21,85 c
T2	ICS – 39	45,49 b	8,35 a	53,84 b	97,47 d	13,62 b
T3	Scavina-6	49,92 c	14,13 c	85,72 d	49,92 a	11,06 a

Anexo 81: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 30 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000*	0,019 NS	0,000**	0,000**	0,184 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		99%	69%	93%	99%	44%
C.V.		1,56%	8,33%	4,27%	4,21%	10,05%

Anexo 82: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,78 d	0,11 a	1,29 c	0,36 d	0,55 a
T1	ICS – 6	0,56 a	0,12 a	1,12 b	0,19 b	0,46 a
T2	ICS – 39	0,63 c	0,11 a	1,37 c	0,17 a	0,48 a
T3	Scavina-6	0,59 b	0,14 b	0,97 a	0,23 c	0,53 a

Anexo 83: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,02%	0,10%	0,02%	0,02%	0,04%

Anexo 84: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	40,03 a	19,02 d	59,05 c	67,05 c	36,29 d
T1	ICS – 6	49,53 c	7,93 b	39,63 b	54,49 a	26,40 c
T2	ICS – 39	40,30 b	1,97 a	39,32 a	77,65 d	13,82 b
T3	Scavina-6	49,54 c	9,91 c	69,36 d	62,43 b	13,20 a

Anexo 85: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 60 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,112 NS	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		100%	99%	51%	93%	99%	96%
C.V.		0,55%	1,65%	8,89%	4,51%	4,44%	2,08%

Anexo 86: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,16 d	0,77 c	0,11 a	1,26 c	0,35 d	0,54 c
T1	ICS – 6	2,04 b	0,54 a	0,12 a	1,08 b	0,18 b	0,44 a
T2	ICS – 39	2,11 c	0,58 b	0,10 a	1,26 c	0,16 a	0,45 a
T3	Scavina-6	0,00 a	0,54 a	0,12 a	0,90 a	0,21 c	0,49 b

Anexo 87: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000*	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,02%	0,11%	0,02%	0,02%	0,05%

Anexo 88: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	39,18 b	18,61 d	57,80 c	65,63 c	35,53 d
T1	ICS – 6	47,71 d	7,63 b	38,17 b	52,48 a	25,42 c
T2	ICS – 39	37,25 a	1,82 a	36,34 a	71,77 d	12,77 b
T3	Scavina-6	45,81 c	9,16 c	64,14 d	57,72 b	12,21 a

Anexo 89: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 90 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		100%	98%	98%	100%	100%	100%
C.V.		0,60%	4,57%	5,88%	0,46%	1,29%	0,98%

Anexo 90: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	1,82 b	1,22 c	0,13 a	2,39 c	1,01 d	1,22 d
T1	ICS – 6	1,93 c	0,77 a	0,13 a	2,31 b	0,58 a	0,82 a
T2	ICS – 39	2,05 d	0,98 b	0,15 b	2,62 d	0,65 b	0,87 b
T3	Scavina-6	0,00 a	1,47 d	0,27 c	1,46 a	0,87 c	1,19 c

Anexo 91: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,11%	0,06%	0,01%	0,01%	0,03%

Anexo 92: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	73,00 a	15,53 b	226,78 d	219,01 d	41,38 d
T1	ICS – 6	78,70 b	13,57 a	92,27 a	108,55 a	32,13 c
T2	ICS – 39	90,77 c	18,46 d	130,77 b	127,69 c	17,08 a
T3	Scavina-6	119,05 d	17,36 c	213,29 c	124,01 b	31,20 b

Anexo 93: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 120 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		100%	99%	98%	99%	100%	100%
C.V.		0,61%	1,36%	5,59%	2,26%	1,35%	1,03%

Anexo 94: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en el cotiledón a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	1,56 a	0,74 a	0,15 a	2,50 c	1,10 d	1,30 c
T1	ICS – 6	1,86 b	0,76 ab	0,15 a	2,32 b	0,65 a	0,92 a
T2	ICS – 39	1,95 c	0,78 b	0,19 b	2,79 d	0,70 b	0,91 a
T3	Scavina-6	1,98 d	1,01 c	0,31 c	1,47 a	0,88 c	1,23 b

Anexo 95: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,01%	0,05%	0,01%	0,01%	0,16%

Anexo 96: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en el cotiledón a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	78,95 a	17,03 b	230,65 d	238,39 d	43,50 d
T1	ICS – 6	86,96 b	16,30 a	96,47 a	126,36 a	32,15 b
T2	ICS – 39	94,43 c	18,58 c	134,67 b	137,77 c	18,31 a
T3	Scavina-6	127,25 d	22,46 d	222,06 c	127,25 b	35,05 c

Anexo 97: Análisis de varianza para el porcentaje de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30 días

F.V.	G.L.	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,008*	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		92%	75%	100%	98%	98%
C.V.		1,43%	4,76%	0,28%	2,88%	1,98%

Anexo 98: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	0,69 b	0,19 a	3,54 b	0,44 c	0,48 b
T1	ICS – 6	0,66 a	0,21 b	3,53 b	0,33 b	0,42 a
T2	ICS – 39	0,70 b	0,21 b	3,26 a	0,34 b	0,52 c
T3	Scavina-6	0,74 c	0,23 c	4,07 c	0,28 a	0,60 d

Anexo 99: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,03%	0,13%	0,14%	0,01%	0,07%

Anexo 100: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 30 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	49,77 d	12,80 d	32,71 d	112,34 c	15,79 c
T1	ICS – 6	36,63 c	6,11 c	25,95 c	105,31 b	18,07 d
T2	ICS – 39	18,18 b	6,06 b	15,75 b	29,08 a	10,76 a
T3	Scavina-6	11,35 a	5,68 a	13,24 a	119,18 d	12,60 b

Anexo 101: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		99%	100%	97%	89%	99%	100%
C.V.		0,34%	1,04%	3,42%	5,86%	2,11%	1,43%

Anexo 102: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,78 a	0,85 b	0,24 a	4,02 a	0,54 c	0,59 b
T1	ICS – 6	2,88 b	0,83 a	0,26 b	4,44 a	0,41 b	0,53 a
T2	ICS – 39	2,94 c	1,21 d	0,37 d	5,63 b	0,58 d	0,89 d
T3	Scavina-6	3,01 d	0,97 c	0,30 c	5,32 b	0,37 a	0,78 c

Anexo 103: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,03%	0,10%	0,05%	0,01%	0,05%

Anexo 104: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 60 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	61,21 d	15,74 d	40,22 d	138,16 c	19,41 c
T1	ICS – 6	46,10 c	7,68 b	32,65 c	132,54 b	22,75 d
T2	ICS – 39	31,33 b	10,44 c	27,15 b	50,13 a	18,55 b
T3	Scavina-6	14,84 a	7,42 a	17,32 a	155.86 d	16,48 a

Anexo 105: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8						
Total	11						
R²		99%	100%	98%	100%	100%	90%
C.V.		0,34%	1,09%	4,26%	0,24%	1,59%	2,61%

Anexo 106: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,78 a	0,86 c	0,22 b	3,90 a	0,60 b	0,36 a
T1	ICS – 6	2,88 b	0,80 b	0,20 a	4,21 c	0,59 b	0,39 b
T2	ICS – 39	2,94 c	1,25 d	0,33 c	4,70 d	0,83 c	0,42 c
T3	Scavina-6	3,01 d	0,76 a	0,19 a	3,97 b	0,50 a	0,36 a

Anexo 107: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,03%	0,08%	0,02%	0,01%	0,07%

Anexo 108: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 90 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	32,02 b	7,11 a	58,70 b	165,42 c	14,48 b
T1	ICS – 6	31,47 a	24,07 d	62,94 c	140,69 b	15,07 c
T2	ICS – 39	32,55 c	13,02 c	78,13 d	171,44 d	17,67 d
T3	Scavina-6	38,88 d	7,78 b	46,66 a	126,36 a	10,07 a

Anexo 109: Análisis de varianza para el porcentaje de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 120 días

F.V.	G.L.	N	P	S	K	Ca	Mg
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,059 NS
Error experimental	8						
Total	11						
R²		100%	99%	98%	100%	100%	58%
C.V.		0,33%	2,40%	3,45%	0,24%	1,44%	11.09%

Anexo 110: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido porcentual de N, P, S, K, Ca y Mg en la hoja a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)					
		% N	% P	% S	% K	% Ca	% Mg
T0	Híbrido	2,85 a	0,33 a	0,27 b	3,91 a	0,68 b	0,50 b
T1	ICS – 6	3,11 b	0,49 c	0,23 a	4,46 c	0,71 c	0,50 b
T2	ICS – 39	3,15 d	0,48 c	0,39 c	4,58 d	0,88 d	0,45 ab
T3	Scavina-6	3,13 c	0,37 b	0,27 b	4,05 b	0,51 a	0,38 a

Anexo 111: Análisis de varianza para el contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días

F.V.	G.L.	Zn	Cu	Mn	Fe	B
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		100%	100%	100%	100%	100%
C.V.		0,03%	0,27%	0,01%	0,01%	0,06%

Anexo 112: Prueba múltiple de Duncan para los promedios de tratamientos respecto al contenido en ppm de Zn, Cu, Mn, Fe y B en la hoja a los 120 días.

Tratamiento	Descripción	Duncan ($\alpha = 0,05$)				
		Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	B (ppm)
T0	Híbrido	39,24 c	14,27 b	69,57 b	185,52 d	18,47 b
T1	ICS – 6	36,19 a	30,48 d	74,29 c	154,29 b	19,72 d
T2	ICS – 39	37,13 b	17,47 c	89,56 d	176,93 c	19,38 c
T3	Scavina-6	40,95 d	13,65 a	50,70 a	134,56 a	12,98 a

Análisis de varianza y prueba múltiple de Duncan en variables agronómicas

Longitud de tallo

Anexo 113: Análisis de varianza para la longitud del tallo (cm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,005**	0,162 NS	0,061 NS	0,005**	0,006**
Error experimental	8					
Total	11					
R²		79%	46 %	58%	78%	77%
C.V.		10,83%	13,43%	6,98%	6,76%	8,39%

Anexo 114: Prueba múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a la longitud del tallo (cm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

Tratamiento	Descripción	15 Días	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días
T0	Híbrido	10,13 b	23,50 a	23,53 b	26,43 c	31,97 c
T1	ICS-6	11,00 b	18,23 a	19,87 a	19,80 a	22,77 a
T2	ICS-39	11,83 b	20,30 a	22,63 ab	24,67 bc	25,37 ab
T3	SCA-6	7,30 a	18,90 a	20,73 ab	22,93 b	28,03 bc

Diámetro de tallo

Anexo 115: Análisis de varianza para la el diámetro del tallo (mm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,001**	0,060 NS	0,003**	0,267 NS	0,071 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		85%	58%	82%	37%	56%
C.V.		6,00%	9,06%	6,52%	10,87%	7,48%

Anexo 116: Prueba múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a la diámetro del tallo (mm) a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

Tratamiento	Descripción	15 Días	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días
T0	Híbrido	3,48 b	3,61 b	4,34 b	5,27 a	7,11 b
T1	ICS-6	3,26 b	3,54 b	4,27 b	5,53 a	6,90 b
T2	ICS-39	3,39 b	3,20 b	4,26 b	5,74 a	6,91 b
T3	SCA-6	2,56 a	2,89 a	3,25 a	4,76 a	5,91 a

Número de hojas

Anexo 117: Análisis de varianza para el número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,006**	0,167 NS	0,928 NS	0,928 NS	0,493 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		77%	45%	5%	5%	25%
C.V.		49,49%	19,61%	14,13%	9,67%	16,83%

Anexo 118: Prueba múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de hojas a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

Tratamiento	Descripción	15 Días	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días
T0	Híbrido	0,00 a	5,33 a	8,67 a	13,00 a	18,67 a
T1	ICS-6	2,00 b	4,67 a	9,00 a	12,67 a	17,33 a
T2	ICS-39	2,00 b	3,67 a	8,33 a	12,67 a	15,00 a
T3	SCA-6	0,67 a	4,00 a	8,67 a	12,33 a	16,33 a

Área foliar

Anexo 119: Análisis de varianza para área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra.

F.V.	G.L.	15	30	60	90	120
		P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Tratamientos	3	0,060 NS	0,406 NS	0,519 NS	0,016*	0,274 NS
Error experimental	8					
Total	11					
R²		58%	29%	23%	71%	37%
C.V.		108,37%	36,28%	14,85%	12,79%	21,73%

Anexo 120: Prueba múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a área foliar a los 15, 30, 60, 90 y 120 días.

Tratamiento	Descripción	15 Días	30 Días	60 Días	90 Días	120 Días
T0	Híbrido	0,00 a	42,17 a	53,41 a	61,19 a	78,29 a
T1	ICS-6	0,73 ab	43,62 a	45,47 a	49,97 a	64,99 a
T2	ICS-39	1,56 b	29,75 a	53,83 a	76,89 b	83,24 a
T3	SCA-6	0,09 a	28,76 a	49,41 a	56,39 a	93,39 a

Anexo 121: Análisis de suelo utilizado

- Lugar: Centro poblado de Aucaloma
- Sector: Aucaloma

Determinación	Resultado	Método
Textura	Arenosa	Bouyoucos
pH	5,00	Potenciómetro
Materia Orgánica (%)	1,62	Colorimetría E.E.A
Fósforo disponible (ppm)	7,57	Olsen Modificado
Potasio disponible (ppm)	42,00	Extracto de Acet. de Amonio
Calcio Cambiable (meq/100g)	2,72	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Magnesio Cambiable (meq/100g)	0,81	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Potasio Cambiable (meq/100g)	0,09	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sodio Cambiable (meq/100g)	0,14	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Acidez Intercambiable (meq/100g)	0,44	Titulación NaOH 0.01N

Anexo 122: Análisis de humus de lombriz

- Obtención: Centro educativo Francisco Izquierdo Ríos (Morales).

Determinación	Resultado	Determinación	Resultado
pH	7,61	Mg %	0,34
C.E. dS/m	2,79	Na %	0,04
N %	0,03	Zinc ppm	99,8
P %	0,33	Cu ppm	38,92
S-SO ₄ ⁻² %	0,02	Mn ppm	247,5
K %	0,52	Fe ppm	1197
Ca %	0,52	B ppm	9,56

Anexo 123: Métodos en análisis de suelos usados en laboratorio

Textura	HIDROMETRO
pH	POTENCIOMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
Conduc. Eléctrica	CONDUCTIMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
Carbonatos	GAS - Volumétrico
Fósforo	OLSEN MODIFICADO EXTRACT. $\text{NaHCO}_3 = 0.5\text{M}$, pH 8.5 Esp. Vis
Potasio	OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO_3 0.5M o Acetato de Amonio 1 N, pH 8.5 Esp. Absorción Atómica.
Materia orgánica	WALKLEY y BLACK y sobre limite por gravimetría (>10%)
Calcio y magnesio	EXTRACT. KCl 1N o Acetato de Amonio 1N Esp. Absorción Atómica
Fe, Cu, Zn y Mn	OLSEN Modificado extrac. $\text{NaHCO}_3 = 0.5\text{M}$, pH 8.5 y lectura en Abs. Atómica
Boro	Extracción / Espectroscopia UV-Vis ($\lambda = 555$ nm)
Azufre	Extracción / Turbidimetría

Anexo 124: Métodos en análisis de tejido vegetal usados en laboratorio

Nitrógeno	: Kjeldhal
Fósforo	: Digestión $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) / Espectroscopia UV-Vis ($\lambda = 420$ nm)
Azufre	: Digestión $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) / Turbidimetría
Sodio, potasio, calcio, magnesio	: Digestión $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica
Hierro, cobre, zinc, manganeso	: Digestión $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica
Boro	: Digestión $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (4:1) / Espectroscopia UV-Vis ($\lambda = 555$ nm)
Materia seca	: Gravimetría

