

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**"FERTILIZACIÓN NITROGENADO - POTÁSICA EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TÉ (*Camellia sinensis* L.).**

***TESIS***

**Para optar el título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Sandro Aquino Yaringaño**

**PROMOCIÓN I-1997**

**"Unasinos forjadores del desarrollo sostenible"**

**TINGO MARÍA - PERÚ**

**2002**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	12
2.1 Historia y requerimientos climáticos .....	12
2.2 Botánica .....	13
2.3 Suelos .....	13
2.4 Cosecha .....	14
2.5 Rendimiento y producción del té .....	15
2.6 Requerimientos nutricionales .....	15
2.7 Interacción de nutrientes .....	24
2.8 Fertilización .....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
3.1 Campo experimental .....	33
3.2 Componentes en estudio .....	36
3.3 Tratamientos en estudio .....	37
3.4 Diseño experimental .....	38
3.5 Disposición experimental .....	38
3.6 Observaciones registradas y metodología .....	39

3.7 Ejecución del experimento .....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
4.1 Producción de hoja fresca .....	45
4.2 Producción de materia seca .....	50
4.3 Concentración y absorción de nutrientes .....	55
V. CONCLUSIONES .....	86
VI. RECOMENDACIONES .....	87
VII. RESUMEN .....	88
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	90
IX. ANEXO .....	94

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Producción y rendimientos comparativos en los países sudamericanos y el promedio mundial para 1997.....	15
2. Contenido de elementos en hojas secas de té (Nosti, 1963) .....	16
3. Extracción de nutrientes por una cosecha de 1000 kg de té comercial incluyendo restos de poda (Nosti, 1963) .....	17
4. Cantidad de nutrientes extraídos por una cosecha de 1000 kg de té elaborado .....	17
5. Datos meteorológicos registrados de agosto de 1981 a abril de 1982 .....	34
6. Resultado del análisis físico - químico del suelo experimental .....	35
7. Descripción de los tratamientos en estudio .....	37
8. Esquema del análisis de variancia .....	38
9. Comparación de promedios para el efecto del N en la producción de hoja fresca .....	46
10. Comparación de promedios para el efecto de K en la producción de hoja fresca .....	47
11. Efecto de los tratamientos en la producción de hoja fresca .....	49
12. Comparación de promedios para el efecto de N en la producción de materia seca .....	51

13. Comparación de promedios para el efecto de K en la producción de materia seca .....	52
14. Efecto simple de los tratamientos en la producción de materia seca .....	53
15. Análisis de cenizas en el “Flush” del cultivo de té de la CAP Jardines de té “El porvenir” – La Divisoria .....	57
16. Resultados de absorción de nutrientes por el cultivo de té, en la CAP. Jardines de té “El Porvenir”- La Divisoria .....	58
17. Comparación de promedios para el efecto de N en la absorción de nitrógeno .	60
18. Comparación de promedios para el efecto de K en la absorción de nitrógeno .....	61
19. Efecto de los tratamientos en la absorción de nitrógeno .....	62
20. Comparación de promedios para el efecto de N en la absorción de potasio .....	66
21. Comparación de promedios para efecto del K en la absorción de potasio .....	67
22. Efecto de los tratamientos en la absorción de potasio .....	69
23. Comparación de promedios para el efecto de N en la absorción de fósforo .....	71
24. Comparación de promedios para el efecto del K en la absorción de fósforo ....	72
25. Efecto de los tratamientos en la absorción del fósforo .....	73
26. Comparación de promedios para el efecto del N en la absorción de calcio .....	75
27. Comparación de promedios para el efecto de K en la absorción de calcio .....	76

28.	Efecto de los tratamientos en la absorción de calcio .....	78
29.	Comparación de promedios para el efecto del N en la absorción de magnesio	80
30.	Comparación de promedios para el efecto del K en la absorción de magnesio .....	81
31.	Efecto de los tratamientos en la absorción de magnesio .....	82
32.	Análisis de comparación de costos, valor de producción, rentabilidad y el beneficio/costo de los tratamientos (año) .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
1.	Principales interacciones entre los elementos .....	27
2.	Clasificación del “ <i>Flush</i> ” con respecto al tipo de cosecha, del cual dependerá la calidad del producto final elaborado .....	43
3.	Efecto de los tratamientos en la producción de hoja fresca .....	50
4.	Efecto de los tratamientos en la producción de hoja seca .....	54
5.	Efecto de los tratamientos en la absorción de nitrógeno .....	64
6.	Efecto de los tratamientos en la absorción de potasio .....	70
7.	Efecto de los tratamientos en la absorción de fósforo .....	74
8.	Efecto de los tratamientos en la absorción de calcio .....	79
9.	Efecto de los tratamientos en la absorción de magnesio .....	83
10.	Ubicación del experimento en el lote 1B sector Río Azul de la CAP Jardines de Té “El Porvenir” – La Divisoria .....	105

## DEDICATORIA

El fruto de la justicia se siembra en paz para aquellos que hacen la paz, por eso no luchamos contra sangre y carne sino contra principados y contra potestades, contra los gobernadores de los males de este siglo y contra huestes espirituales de maldad en las regiones celestes (Stg. 3 : 8; Ef. 6 : 12)

Con profundo amor a mis padres:  
**Liberato y Maximiliana**; por su optimismo y sacrificio, que Dios los bendiga.

De la naturaleza venimos, hacia ellos vamos, es nuestro deber amar y comprenderla



## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por permitirme lograr una meta.
- Al Ing. M.Sc. Wilfredo Zavala Solórzano, patrocinador y amigo, por su orientación.
- Al Ing. M.Sc. Vicente Pocomucha Poma, por sus valiosos consejos.
- A los miembros integrantes del jurado: Ing. Luis Mansilla Minaya, M.Sc. Carlos Huatuco Bartola e Ing. Jorge Cerón Chávez, por sus orientaciones y valiosos consejos.
- A mis hermanos, sobrinos y cuñados por brindarme todo su apoyo.
- A la Cooperativa Agraria Jardines del Té “El Porvenir”, y a los trabajadores que ahí se desempeñan.
- A la Familia Baylón Trujillo, por su apoyo constante.
- A Silvia Taquire Reynoso, con mucha gratitud por su apoyo incondicional y el sentimiento que nos une.
- A mis compañeros de estudio con quienes compartimos vivencias en los años de permanencia en la U.N.A.S.
- Y a quienes de una u otra forma han colaborado en la culminación del presente trabajo.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos y bebidas como el cacao, café y té en cantidades crecientes es un reto para la coexistencia de nuestra sociedad en el trópico, pero en el Perú en cuanto a la producción de té no se cumple esta aseveración, por lo que la producción de 983 kg/ha de té negro, se encuentra por debajo del promedio mundial (1135 kg/ha) o por debajo del promedio de producción de un país vecino como el Ecuador (2396 kg/ha); para 1997 (FAO, 1998). Entonces la preocupación por elevar los rendimientos es fundada y ello se logrará tomando en cuenta diversos factores como el genético (clones de buen rendimiento), factores externos como clima, manejo y la fertilidad del suelo. Así mismo debe tomarse en cuenta el aspecto socio-económico del agricultor ligado a la explotación de este cultivo.

Es sabido también que una planta vigorosa es más tolerante a factores adversos como las sequías, ataque de enfermedades y otros. Un requerimiento para obtener plantas con buen vigor es la fertilidad del suelo, la cual muchas veces resulta deficiente siendo necesario el uso de fertilizantes inorgánicos y materiales orgánicos para satisfacer la demanda nutricional de las plantas. La fertilización es entonces una labor muy importante y que se debe realizar de acuerdo al análisis del suelo, análisis foliar y la parte de la planta a ser cosechada; en el té, se cosecha los brotes y como toda planta cuyo producto cosechable es la hoja, es exigente en nitrógeno; así en muchas investigaciones reportan una mayor respuesta del té a la aplicación de

N, pero se exige que vaya acompañado con adecuadas dosis de K; por tenerse antecedentes de muerte de plantas después de varios años en parcelas de la Cooperativa Agraria de Producción (CAP) Jardines de té "El Porvenir" con aplicaciones unilaterales de Urea; por lo que es necesario determinar una relación adecuada de N - K para nuestras condiciones (Hernández, 1980).

Otros factores a tomar en cuenta para obtener una formulación adecuada es el tipo de planta, edad, experiencias y experimentos locales previos. De tal manera que en plantaciones adultas, las fertilizaciones con formulaciones proporcionadas por proyectos como el REINTEP (Proyecto Holandés) no puede ser eterno por lo que es necesario determinar formulaciones adecuadas, para mantener o elevar el rendimiento. Estas razones motivaron realizar el presente trabajo de tesis, proponiéndose los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la fertilización N-K en el rendimiento de hoja fresca y materia seca del té.
2. Determinar la mejor dosis de fertilización N-K y efectuar el análisis de rentabilidad del cultivo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 HISTORIA Y REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

El origen del té no es muy conocido, pero por el uso en China desde tiempos remotos se le atribuye como su centro de origen a este país (Shizuoka Tea Experiment Estation, 1988). El té se encuentra difundido entre latitudes que van desde 43° Latitud Norte en Georgia (Rusia), hasta 21° Latitud sur en Argentina y altitudes de hasta los 2400 msnm, fluctuando la altitud óptima entre los 1000 y 2000 msnm, siendo el Perú, en el Cuzco (latitud 13° sur) y Tingo María (Latitud 9° sur); las zonas más favorables para su cultivo por sus condiciones climáticas y edáficas (Harler, 1966; Hernández, 1980).

La temperatura óptima del cultivo de té es de 16 a 26 °C, requiriendo alta humedad relativa. Las temperaturas por debajo de los 13 °C dañan al follaje y detienen el crecimiento (Eden, 1965). Soporta precipitaciones pluviales que fluctúan entre 1200 mm y 3500 mm anuales convenientemente repartidos en todo el año; no resiste la sequía, tampoco tolera las heladas (Hernández, 1980).

Las sustancias químicas que componen el té y los más importantes desde el punto de vista de la calidad de la bebida son polifenoles, aceite esencial, y el alcaloide *teína*. El sabor del té se debe al aceite esencial, pero las notables cualidades refrescantes y estimulantes se deben a la *teína*. Las hojas tiernas como

es lógico contienen más teína, agua, ácido amino y fenoles (De La Torre, 1945; citado por Torres, 1993).

## 2.2 BOTÁNICA

El té presenta la siguiente clasificación sistemática (León, 1987).

Reino	:	Vegetal.
Sub Reino	:	Embriofita.
División	:	Angiosperma.
Clase	:	Dicotiledónea.
Orden	:	Parietales.
Familia	:	Theaceae = Ternstroemiaceae
Género	:	Camellia.
Especie	:	<i>Camellia sinensis</i> (L.).
Variedad	:	China y Assámica.

## 2.3 SUELO

El origen y formación de los diferentes suelos en donde se desarrolla el té varía grandemente, por lo que sus características físico-químicas son variadas y específicas para cada zona o región tealera (Hernández, 1980). Para un buen desarrollo del té se requiere en forma general un suelo profundo, suelto, bien drenado, rico en nutrientes, con una textura variable, desde limo arcilloso hasta franco arcilloso o arcilloso (Ochse, 1967).

En cuanto al pH del suelo, muchos de los suelos del Nor Este de la India tienen pH 5.4, en Ceylán y Sur de la India muestran valores de 4.6 a 6.0, en Japón los valores más satisfactorios varía de 5.0 a 6.0; en Malawi y Este de Africa los rangos son de 4.4 a 6.2 (Harler, 1966); además (Dutta; citado por Hernández, 1980), recomienda para una buena producción de té, suelos con pH entre 4.0 a 5.8.

## **2.4 COSECHA**

La cosecha es la acción de separar los brotes tiernos de la planta y es en sí una operación de poda y como sólo se cosecha a una altura paralela del suelo, todos los brotes laterales que están por debajo del nivel de cosecha seguirán creciendo. La cosecha se basa en la producción vegetativa y no en la generativa y su técnica exige una recolección selectiva y racional de las hojas y brotes; los brotes tiernos de la planta se cosechan a intervalos promedios de 10 a 20 días no excediendo de tres semanas, dependiendo del grado de madurez de las hojas y está en función del vigor de la planta; ésta se realiza tomando el brote entre el dedo pulgar y el índice y arrancándole de la planta de un tirón (Kransniansky, 1970).

## **2.5 RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL TÉ**

Los rendimientos en diversos países son variables, debido a diversos factores, siendo los más limitantes en la producción, el material genético utilizado, la fertilidad del suelo y las plagas y enfermedades (Harler, 1963). Según estadísticas de la FAO (1998) el Perú ocupa el último lugar en rendimiento y producción de té negro, como se muestra a continuación.

**Cuadro 1.** Producción y rendimientos comparativos en los países sudamericanos y el promedio mundial para 1997.

País o Continente	Rendimiento (kg/ha de té negro)	Producción (t)
Argentina	1,276	48,000
Bolivia	8,289	3,000
Brasil	1,899	9,000
Ecuador	6,100	6,000 *
Perú	1,113	3,000 *
Sud-América	1,484	69,000
<b>Mundial</b>	<b>1,173</b>	<b>2'734,000</b>

\* Estimado por la FAO

## 2.6 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas son el C, H, O; N, P, K; Ca, Mg, S; Bo, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, y Zn, considerados como elementos esenciales que satisfacen los requisitos para que la planta cumpla su ciclo de vida, que no pueden ser sustituidos por otro elemento, que forman parte de los componentes metabólicos y participan en las reacciones enzimáticas (Malavolta, 1980; citado por Arévalo, 1994). Tanto el vigor, como la sana brotación y la permanente explotación del té, pueden ser logrados siempre que el cultivo cuente con las condiciones adecuadas de carácter genético, medio ambiente y buenas prácticas de fertilización. Sólo en estas condiciones es posible tolerar sin ningún daño las permanentes y continuas interrupciones que sufre su crecimiento a causa de las recolecciones y podas periódicas a que se les somete (Jacob y Uexkull, 1966).

**Cuadro 2.** Contenido de elementos en hojas secas de té (Nosti, 1963).

Elemento	Nivel normal (%)	Nivel crítico (%) *
N	4.5 – 4.8	2.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.5 – 0.6	-
K <sub>2</sub> O	2.2 – 2.4	0.7
CaO	0.4 – 0.7	-
MgO	0.5 – 0.7	-

\* El nivel en porcentaje de un elemento que por debajo del cual aparecen síntomas carenciales en la planta (Nosti, 1963)

Los nutrientes que usualmente incrementan la producción son el N, P y K, que son adicionados al suelo como abonos sintéticos y materiales orgánicos. La producción de 500 a 800 kg de hoja fresca a los que hay que sumar los tallos y la madera que se suprimen con la poda y las raíces eliminadas con las labores culturales, provoca una absorción de 42, 10 y 25 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente (Nosti, 1963).

La extracción de N, P y K por las hojas secas de té se encuentra alrededor de 5% N, 2.5% K<sub>2</sub>O y 0.8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (cuadro 2); y una cosecha de 500 kg de té extrae 25, 12.5 y 4 kg de N, K<sub>2</sub>O y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente del suelo (Cuadro 3) (Harler, 1966). Otro estudio muestra que para 600 kg/ha de hojas secas se extrae 31, 2.3, 15 y 2 kg/ha de N, P, K y Ca (Sánchez, 1981). Sin embargo la adición de fertilizantes no se basa en estas cifras sino en un buen análisis de suelo, análisis de hojas y además basándose las dosis de aplicación en los experimentos de campo (Harler, 1966).



**Cuadro 3.** Extracción de nutrientes por una cosecha de 1,000 kg de té comercial incluyendo restos de poda (Nosti, 1963).

Elemento	Cantidad extraída (kg)
N	50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10
K <sub>2</sub> O	25
Ca	7
MgO	5
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2

En 1903 Naninga en Java y Huches en Ceilán determinaron que la demanda del nitrógeno fue más que la del fósforo y potasio; los requerimientos nutritivos de una plantación de té se muestran en el cuadro siguiente (Akmetov, 1968; citado por Riva, 1977).

**Cuadro 4.** Cantidad de nutrientes extraído para una cosecha de 1,000 kg de té elaborado.

Parte de la planta	N (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	K <sub>2</sub> O (kg)
Ramas jóvenes	40.2	8.5	16.0
Leño	23.6	7.0	18.7
Follaje	27.2	4.6	13.0
Total	91.0	20.5	47.7

En épocas pasadas cuando los rendimientos obtenidos eran bajos comparados con la actualidad que llegan de 2,000 a 3,000 kg/ha de té elaborado y el desgaste de los suelos no era aún significativo no se necesitaba una fertilización adicional en cantidades medias o altas; pero hoy en día los conocimientos actuales nos permiten establecer políticas de fertilización acorde con la productividad esperada, políticas que de hecho están íntimamente relacionadas con otras labores realizadas con mejores criterios técnicos como las podas y cosechas. Todo esto nos hace notar entonces que la fertilización sea una práctica importante en la mayoría de las zonas tealeras, respecto a las cantidades a aplicar, son las experiencias locales las que mejor nos indican, las cuales consideran las condiciones edáficas y climáticas que actúan sobre la fisiología del té especialmente sobre el ritmo de brotación después de la poda por lo que no pueden darse indicaciones generales (Hernández, 1980; Nosti, 1963).

### 2.6.1 Nitrógeno y necesidades

El cultivo del té por lo general tiene por finalidad producir hojas o yemas (brotes), por lo que el efecto del nitrógeno es determinante de ahí se dice que el nitrógeno es el elemento más nutritivo del té; sin embargo cuando se pretende el estímulo del crecimiento y desarrollo del té con uso unilateral del nitrógeno, este puede redundar en perjuicio de la fertilidad y salud de la planta (Hernández, 1980).

El N es el principal constituyente de la proteína que forma parte del protoplasma celular. Es absorbido por las raíces bajo la forma de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) y

$\text{NH}_4^+$  (amonio), que son utilizados en su interior para la síntesis de aminoácidos, los mismos que son traslocados a las hojas donde se produce la síntesis de proteínas (Tisdale y Nelson, 1991). El nitrógeno se moviliza de las hojas maduras a las partes jóvenes en crecimiento conforme se necesita (Bidwell, 1979). Además se le encuentra en un gran número de compuestos de singular importancia fisiológica del metabolismo vegetal, tales como la clorofila, los nucleótidos, los fosfolípidos, alcaloides, así como en múltiples hormonas y vitaminas (Jacob y Uexkull, 1966).

El contenido óptimo de N en las hojas es de 4.5% siendo deficiente por debajo de los 2.5% con hojas generalmente de color verde amarillentas y pequeñas; eventualmente las plantas presentan un estancamiento en su crecimiento. Las dosis altas de N aumentan el contenido de epigalato catequinas que es esencial en el establecimiento de té-flavinas que contiene una infusión de té en taza y que determina su calidad (Van Dierendonck, 1959).

Dada la escasa o nula presencia de minerales nitrogenados en el suelo, la reserva de éste depende directamente de la presencia de materia orgánica en él. Por tal razón la mayoría de suelos minerales son pobres en N, reaccionando favorablemente a una aplicación adicional en forma mineral u orgánica. En este sentido la urea presenta mayor significación frente a otros productos, ya que es asimilada rápidamente por las hojas y transformada a la forma amoniacal por las enzimas (ureasa) (Jacob y Uexkull, 1966).

### 2.6.2 Fósforo y necesidades

El fósforo forma parte del ácido nucleico constituyente principal del núcleo de la célula. Asimismo forma parte de los componentes ricos en energía tales como adenosín - trifosfato (ATP) y adenosín - difosfato (ADP), desempeñando una función importante en el transporte y almacenamiento de energía (Tisdale y Nelson, 1991). El ácido fosfórico ocupa una posición central en el metabolismo vegetal, desempeña un importante papel dentro de los procesos de transformación de energía, participando en forma decisiva en el metabolismo graso. La disminución en el rendimiento a causa de deficiencia fosforada va generalmente ligada a un descenso en la calidad del producto (Jacob y Uexkull, 1966). El elevado contenido fosfórico en el producto cosechable no sólo es importante porque mejora la calidad del producto, sino porque también es de gran importancia este ácido en la alimentación humana y animal (Van Dierendonck, 1959). El fósforo es muy importante en la formación de leño y raíces en plantaciones jóvenes y recién establecidas; en plantaciones adultas vigoriza las raíces, especialmente después de la poda y evita desequilibrios y desbalances nutricionales (Jacob y Uexkull, 1966).

El rango usual del contenido de fósforo en las hojas de té está entre 0.4 a 0.9% (Muñoz, 1977); lo mismo que en la deficiencia de nitrógeno, los síntomas aparecen primero en las hojas maduras, debido a la gran movilidad del fósforo, pero a diferencia de la deficiencia de nitrógeno, las hojas deficientes en fósforo tienden a tornarse verde oscuras (Bidwell, 1979). La asimilación de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ )

es en la forma de ion  $\text{PO}_4^{=}$  o de ion en  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{HPO}_4^-$  (Muñoz, 1977). La absorción de estos iones esta influenciada por el pH del medio: bajos valores de pH incrementan la absorción de ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , mientras que los valores más altos de pH incrementan la absorción de la forma  $\text{HPO}_4^-$  (Tisdale y Nelson, 1991). El exceso de fosfato puede acelerar la madurez a costa del crecimiento. En suelos ácidos como en Tingo María, el fósforo tiende a ser fijado en forma de compuesto insoluble, debido al elevado contenido de Fe y Al en forma soluble. Los suelos neutrales con elevado contenido de cal también fijan los fosfatos fácilmente solubles (superfosfato) (Muñoz, 1977).

### 2.6.3 Potasio y necesidades

El K desempeña un papel importante en muchos procesos fisiológicos y bioquímicos en la célula. Fomenta la fotosíntesis activando las enzimas que promueven la transferencia de energía, acelera el flujo de los productos asimilados, favorece la síntesis de proteínas, incrementa el efecto de los abonos nitrogenados, mejora la eficiencia del agua consumida, etc. (Instituto Internacional de la Potasa, 1984). El potasio es absorbido en la forma de ion  $\text{K}^+$  y se encuentra en los suelos en cantidades variables (Tisdale y Nelson, 1991). Se sabe además que es, el ion más abundante en las células vegetales (Malavolta, 1967; citado por Arévalo, 1994).

Del total de K existente en el suelo, sólo una pequeña parte se encuentra a disposición de los vegetales; de ello, a su vez, sólo un reducido porcentaje está

contenido en la solución suelo, pasando el resto a ser adsorbido por las micelas coloidales (minerales arcillosos, sustancias húmicas) (Jacob y Uexkull, 1966).

Diversos suelos poseen la capacidad para fijar potasio proveniente de fertilizantes solubles no pudiendo ser utilizado por la planta; las arcillas 2:1 (montmorillonita e illita) son las que fijan mayor cantidad de potasio (Tisdale y Nelson, 1991); tales suelos responden sólo cuando las dosis aplicadas son muy elevadas (Jacob y Uexkull, 1966). En muchos suelos que contienen grandes cantidades de K total, los cultivos pueden responder a adiciones de un fertilizante potásico. De acuerdo con las estimaciones normales, la forma no disponible se halla en una proporción del 90 al 98% de potasio total del suelo, la forma lentamente disponible del 1 al 10% y la forma fácilmente disponible de 1 al 2% (Tisdale y Nelson, 1991). Se sabe además que la mayoría de los suelos ligeros son pobres en K; ellos pueden sufrir una percolación del K relativamente rápida (Jacob y Uexkull, 1966).

Pero se da otro caso; en suelos ricos en potasa sin capacidad alta de fijación se da una absorción de las plantas superior a sus necesidades, denominado “*consumo de lujo*”. Las células de las plantas son muy permeables a las soluciones de potasa, y absorben el K con, más facilidad que otros iones, como por ejemplo el Mg. De ahí que el “*consumo de lujo*” pueda ser contraproducente para la producción, ya que disminuye el consumo de algunos otros iones hasta el punto de producir alguna carencia de ellos (Guerrero, 1990). El potasio es un elemento móvil que se traslada a los tejidos jóvenes meristemáticos cuando

ocurre una deficiencia, por lo tanto los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas viejas (Tisdale y Nelson, 1991).

#### **2.6.4 Magnesio, calcio y necesidades**

El magnesio es un nutriente esencial de los vegetales. Esto lo comprueba el hecho de ser uno de los constituyentes de la clorofila, pro clorofila, pectina y fitina; además de ello desempeña una serie de diferentes funciones, pues sólo una pequeña fracción de magnesio total de la planta esta combinada con estas sustancias. La mayor parte de este elemento se encuentra disuelto en el jugo celular pudiendo trasladarse fácilmente por la planta. A esta fracción, igual que al calcio y potasio, se le atribuyen importantes funciones químico-coloidales. Con certeza puede atribuirse también la participación del magnesio en la síntesis de proteínas. En vista de que bajo determinadas condiciones el magnesio fomenta la asimilación y la traslocación del ácido fosfórico, deberán existir estrechas relaciones entre uno y otro nutriente (Jacob y Uexkull, 1966).

Los iones nitrato fomentan la asimilación de Mg, en tanto que los iones amonio, potasio y calcio, lo restringen. Al lado de los efectos principales del calcio en el suelo, este elemento es también vital en la nutrición vegetal. Si bien la cantidad que se requiere para un cambio en la reacción del suelo es demasiado elevada, bastan solo pequeñas cantidades de calcio y magnesio para cubrir la demanda de la planta; de ahí que en suelos fuertemente ácidos, exista por lo general suficiente calcio y magnesio para la nutrición adecuada de las plantas. En contraste

con el potasio, el calcio tiene poco movimiento en la planta, se acumula principalmente en los tejidos adultos (Jacob y Uexkull, 1966).

## 2.7 INTERACCIÓN DE NUTRIENTES

Los aniones como  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , y  $\text{Cl}^-$  y los cationes como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{K}^+$  compiten uno con otro para su entrada en la planta, se forman nuevos compuestos y pueden ser tóxicos para las raíces de las plantas. En el crecimiento normal de la planta robusta de té, todos los nutrientes, cationes y muchos aniones participan en forma conjunta. Existe una serie de relaciones entre las cantidades totales de cationes y aniones dentro de la planta (Figura 1) (Tisdale y Nelson, 1991).

Los altos contenidos de Ca, que tienden a precipitar muchas sustancias, pueden ser importantes al impedir los efectos tóxicos de otras sales que podrían estar en exceso (Bidwell, 1979); pero también en algunos casos resulta negativa como en la reversión del fósforo de la forma soluble a la forma insoluble (Tisdale y Nelson, 1991). Existe también relación entre el  $\text{K}^+$  y el  $\text{NH}_4^+$  fijado en el suelo. El  $\text{NH}_4^+$  fijado puede ser reemplazado por cationes que extienden el entramado ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ , y  $\text{H}^+$ ), pero no por aquellos que lo contraigan ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Ce}^+$ ) (Tisdale y Nelson, 1991). El  $\text{K}^+$  puede ser reemplazado por ejemplo, por otro elemento como el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ; en casos de escasez, sin embargo ninguno de estos es capaz de suplir completamente en las funciones fisiológicas al  $\text{K}^+$  (Van Dierendonck, 1959).



En la nutrición nitrogenada y fosfatada de la planta existe una proporcionalidad entre el P y el N absorbido, coincidiendo los contenidos máximos en los mismos periodos. Existe por otra parte, una influencia mutua en la absorción de uno y otro elemento: la carencia de P influye en una disminución de la absorción de N (Guerrero, 1990). La deficiencia del fósforo afecta todo los aspectos del metabolismo vegetal y el crecimiento. Algunos resultados de una baja de fósforo como el letargo de las yemas laterales, se deben en realidad a una resultante deficiencia de N (Bidwell, 1979).

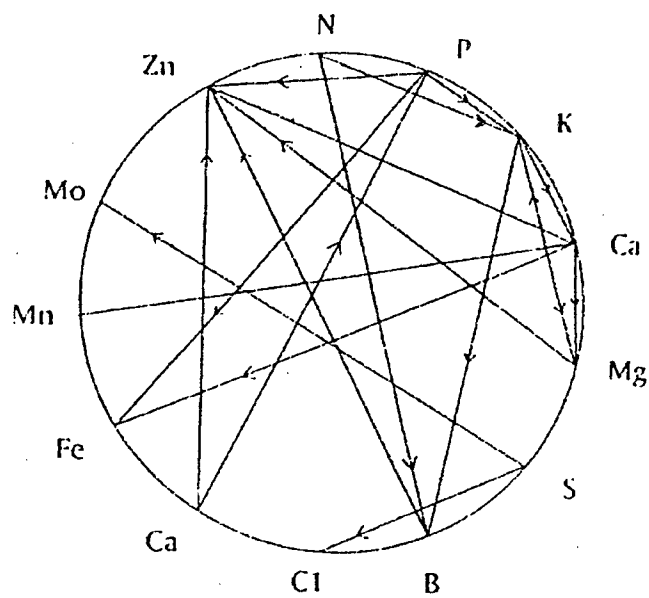
El metabolismo del N es también influenciado por el Mg: en plantas deficientes en Mg el contenido de N-proteico es menor, aumentando el de N no proteico, por ahí se observa que la falta de Mg disminuye la síntesis de proteínas; el Mg parece estabilizar la configuración de las partículas de ribosoma, necesaria para la síntesis proteica (Figura1). La activación de los aminoácidos previamente obligatorio en el proceso, exige Mg; la transferencia de aminoácidos activados para formar la cadena polipeptídica o proteica necesita de Mg; también la presencia de Mg aumenta la absorción de fósforo por las plantas (Malavolta, 1980; Jacob y Uexkull, 1966).

Por otra parte el Ca se relaciona a la síntesis de proteínas por su incremento sobre la asimilación de N-nítrico y se asocia con la actividad de ciertos sistemas

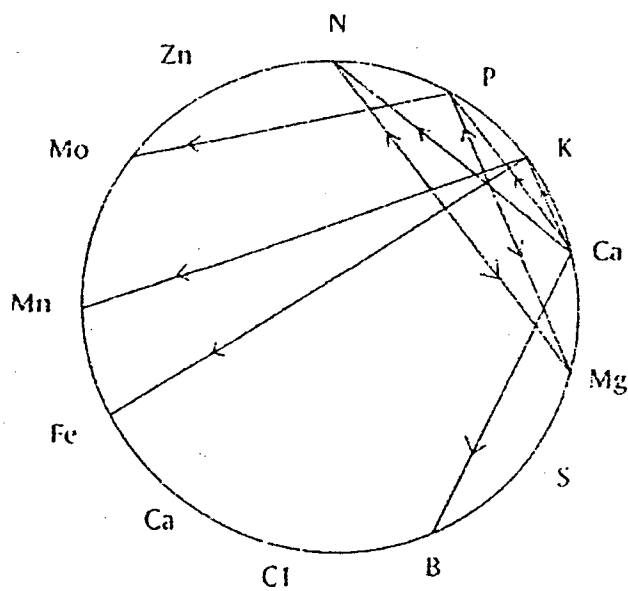
enzimáticos (Tisdale y Nelson, 1991). Asimismo concentraciones suficientes de Ca en la solución son necesarias para tornar máxima la absorción de K. El exceso de Ca y en menor escala el Mg, entretanto determinan menor absorción del K probablemente por inhibición competitiva, esta situación ocurre en la práctica cuando por ejemplo, se emplea cal en exceso para neutralizar la acidez del suelo (Malavolta, 1980).

En una experiencia en limonero en Rusia se encontró fuerte deficiencia de Ca, esto se debería a que en suelos fuertemente calcáreos no hay fierro disponible y la planta sufre deficiencia de fierro; una consecuencia de esta deficiencia es una reducción de la absorción de Ca, así que debido a este curioso mecanismo, un exceso de Ca se traduce en deficiencia de este elemento (Bidwell, 1979).

El N inorgánico absorbido por las plantas en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o como amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) necesita ser reducido a compuestos orgánicos que contienen el N como  $\text{NH}_2$ . En este proceso de reducción, los primeros en formarse son los aminoácidos de estructura molecular bastante simple, que son la base para los compuestos orgánicos más complejos como los ácidos nucleicos o las proteínas; tanto la conversión del N inorgánico, como la síntesis de compuestos nitrogenados son procesos consumidores de energía. (Instituto Internacional de la Potasa, 1984).



Inhibición y Antagonismo



Sinergismo

Figura 1. Principales interacciones entre los elementos (Malavolta, 1980).

El potasio favorece la síntesis de proteínas por estimular el transporte de energía, la reducción de  $\text{NO}_3$  a  $\text{NH}_2$  y el suministro de compuestos nitrogenados para la síntesis de aminoácidos. La buena nutrición con K favorece la rápida transformación del N inorgánico en proteico y por consiguiente, el K incrementa el efecto de los abonos nitrogenados. Entonces la planta puede aprovechar mayores provisiones de N y transformarlos en rendimientos más elevados sólo en presencia de buena provisión de K (Barbosa, 1987; Instituto Internacional de la Potasa, 1984; citado por Saavedra, 1994). Pero también el potasio en grandes cantidades desempeña un papel importante como elemento antagónico del N; de ahí que en ciertos casos el exceso de N produzca un efecto fisiológico similar a la deficiencia potásica y viceversa. (Jacob y Uexkull, 1966).

En experimentos efectuados en Ceylán, demuestran que durante los doce primeros años, el tratamiento nitrogenado produjo incremento marcado en la producción; sin embargo, después se tuvieron síntomas de deficiencia de potasio, los cuales se acentuaban año tras año, convirtiéndose en pocos años el potasio en el elemento limitante (Geus, 1970; citado por Hernández, 1980).

Esto hace notar la necesidad que se determine para cada zona de cultivo, una relación N-K para asegurar una buena producción y al mismo tiempo, se evite daños fisiológicos y sanitarios en la planta (efecto positivo del K). La mayoría de investigaciones reportan una mejor respuesta de la planta de té a la aplicación de N, pero se exige que vaya acompañado con adecuadas dosis de K; de esta manera se

ha encontrado casos en que se ha producido muerte en parcelas no tratadas con K como se observó en algunos lotes de una plantación de té en la CAP Jardines de Té "El Porvenir", en Tingo María, que recibieron aplicación unilateral de urea, se incremento fuertemente la producción de 1969, pero a los pocos años las plantas no producían; se hizo un tratamiento adecuado con aplicación de K y se lograron recuperar los niveles de producción (Hernández, 1980). Entonces el efecto del N depende del nivel de P y K; se debe disponer de aplicaciones suficientes de P y K para que el efecto del N sea óptimo (Revista la Potasa, 1968; citado por Altamirano, 1993).

### **2.7.1 Antagonismo de los elementos**

Los antagonismos, explicados habitualmente en razón de la competencia por los sitios de anclaje, pueden ser muy perjudiciales para la producción, los más decisivos son Ca/Mg, Ca/K, K/Mg y Na/Ca (Figura 1). Se ha observado que altos contenidos de K en el suelo reducirían la toma de Ca y Mg por las plantas. La adición de grandes cantidades de K (y quizá también de amonio), termina en una absorción disminuida de Mg por las plantas (Tisdale y Nelson, 1991). Un exceso de Mg a su vez puede causar falta de K, principalmente de Ca (Malavolta, 1980).

Se cree que el Ca, es necesario para la integridad estructural de la membrana en su ausencia, los mecanismos selectivos de transporte se interrumpen y se incrementa la indiscriminada permeabilidad de la membrana. Esto podría ser la

base del efecto antagónico del Ca (Lira, 1994; Bidwell, 1979), aunque solo se requieran concentraciones pequeñas del ion antagonizante para que el antagonismo sea reversible. El proceso es de indudable valor en el campo, muchos suelos poseen ciertos elementos en exceso, en particular K o Ca y con seguridad ocurrirá efectos tóxicos si algunos mecanismos de regulación, como el antagonismo no se desarrollara. Sin embargo, también existe un lado negativo del exceso de algunos iones que pueden interferir la incorporación de otros iones necesarios, e inducir así, síntomas de deficiencia; aún cuando el ion necesario este presente en cantidades suficientes en el suelo (Bidwell, 1979; Lira, 1994).

Una deficiencia de Mg inducida por el exceso de K es bastante común en cultivos como el plátano o el cafeto, en que la fórmula empleada es muy rica en K. La relación K/Mg en la planta generalmente varía entre 7 y 10 (Malavolta, 1980). La corrección obvia es incrementar el porcentaje de saturación de Mg del suelo con aplicaciones de piedra caliza dolomítica de un alto contenido de Mg o con la adición de un fertilizante que contenga Mg (Tisdale y Nelson, 1991). Cuando la relación Ca/Mg, expresado en  $\text{cmol (+p) kg}^{-1}$  de suelo mayor de 10, es posible que se produzca una carencia de Mg. La relación óptima Ca/Mg está alrededor de 5 (Guerrero, 1990).

## 2.8 FERTILIZACIÓN

Para llegar a establecer una adecuada política de fertilización es necesario estudiar la variabilidad que presentan las plantas en la absorción de nutrientes y la

concentración crítica de los elementos en las hojas (Pinna, 1968; citado por Muñoz, 1977). El análisis foliar y el de suelo son herramientas de extremo valor para un adecuado sistema de fertilización y manejo del cultivo (Estrada, 1966; citado por Muñoz, 1977).

Los tres elementos generalmente adicionados en forma de fertilizantes son N, P y K. El fosfato contenido en los fertilizantes es contabilizado como anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ) mientras que el K es expresado como potasa ( $K_2O$ ) y para el caso del nitrógeno es contabilizado en forma de N (Harler, 1966). No son necesarios altos niveles de fertilización nitrogenada cuando el suelo carece de humedad suficiente, lo cual limita el rendimiento de las plantas y cuando los suelos permanecen siempre húmedos no careciendo nunca de agua, el fertilizante adicional aumentará los rendimientos por cada unidad de volumen de agua usado en la evapotranspiración (Gavande; citado por Ortiz, 1992). Además de las necesidades de las plantas y de las características de los suelos un importante factor de la producción debe ser obtenido con la aplicación de determinadas cantidades de fertilizantes en función del retorno económico necesario (Muller et al; citado por Ortiz, 1992).

En Kenia se usa una fertilización nitrogenada de 300 kg/ha para áreas calurosas y 200 kg/ha para áreas frías. Para el caso de Manbilla se aplica un promedio de 270-280 Kg/ha de N; sabiendo que el N es el elemento nutriente más importante. En Kenia y Malawi se encontró que es necesario aplicar 270, 54 y 54

kg/ha de N, K<sub>2</sub>O y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> anualmente (Ogunmoyela y Obatolu, 1984). El proyecto REINTEP recomienda la aplicación de 261.6 kg/ha de N y 45 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para las áreas tealeras de Jardines de Té “El Porvenir” La Divisoria para una producción de 1500 kg/ha de té seco por año (Paredes, 1994). En otro experimento llevado a cabo en la CAP Jardines de Té “El Porvenir”, se encontró una correcta formulación con 291.3 y 32.3 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente (Paredes, 1994).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Ubicación

El experimento se realizó entre agosto de 1997 a Abril de 1998 en la CAP (Cooperativa Agraria de Producción) Jardines de Té “El Porvenir” - La Divisoria, en el Sector Río Azul, Lote 1B, km 55 de la Carretera Tingo María - Pucallpa, ubicada en el distrito de Hermilio Valdizán de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco con coordenadas geográficas de:

Latitud : 08°58' Sur  
Longitud : 75°43' Oeste.  
Altitud : 1600 msnm.

##### 3.1.2 Condiciones climáticas

Según el Dr. Holdridge la formación vegetal corresponde a un bosque muy húmedo premontano-tropical (bmh-PMT)(Lévano, 1996); con temperatura media mensual de 15.2 °C a 19.4 °C y H°R media mensual entre 93-97%. La pp promedio anual es de 3200 a 3800 mm, con época relativamente seca entre los meses de marzo a setiembre y época lluviosa entre los meses de octubre a febrero (Cuadro 5). Datos de referencia año 1981-82, tomados de un experimento anterior (Runzer, 1982) en la “Estación meteorológica La Divisoria”; por no contar con datos meteorológicos actuales.

**Cuadro 5.** Datos meteorológicos registrados de Agosto de 1981 a Abril de 1982.

Meses	Temperatura media (°C)	Precipitación pluvial (mm)	Humedad relativa (%)
Agosto	15.2	334	95
Setiembre	16.8	238	93
Octubre	17.0	424	96
Noviembre	17.0	514	97
Diciembre	17.5	417	96
Enero	19.0	493	95
Febrero	19.4	456	96
Marzo	19.0	312	94
Abril	18.0	350	95
Total		3538	

FUENTE: Estación Meteorológica La Divisoria - Tingo María.

### 3.1.3 Historia del campo

El terreno está ubicado en el sector Río Azul de la CAP Jardines de Té “El Porvenir”, Lote 1B. El campo experimental fue bosque virgen hasta la década del 50, donde se instaló la plantación de té *Camellia sinensis* L., estas plantas provienen de material vegetativo así como de semilla botánica, realizándose las siguientes actividades culturales: 1975 poda de producción, 1979 poda de renovación, 1991 poda de renovación y 1994 poda de producción. Respecto a la fertilización, fue anual hasta el año 1990; la producción promedio por hectárea del lote 1B para 1997 fue 1209.17 kg/ha y para 1998 fue 984.08 kg/ha de hoja fresca.

### 3.1.4 Análisis físico – químico del suelo

**CUADRO 6.** Resultado del análisis físico - químico del suelo experimental.

Parámetros	Contenido	Método
<b>Análisis físico.</b>		
Arena (%)	39.0	Hidrómetro (Bouyoucus)
Limo (%)	28.0	Hidrómetro (Bouyoucus)
Arcilla (%)	33.0	Hidrómetro (Bouyoucus)
Clase textural	Franco arcilloso	Triángulo textural
<b>Análisis químico</b>		
pH (1:1) en H <sub>2</sub> O	4.0	Potenciómetro
M.O (%)	2.7	Walkley y Black
N total (%)	0.12	% M.O. x 0.045
P disponible (ppm)	3.0	Olsen modificado
K disponible (K <sub>2</sub> O/ha)	180	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 6N
Ca + Mg (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> suelo)	5.8	Versenato
Al + H (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> suelo)	7.8	Yuan
Al (cmol (Al+) kg <sup>-1</sup> suelo)	6.0	Yuan
CICe (cmol (p+) kg <sup>-1</sup> suelo)	13.6	Suma de cationes
% de Sat. Aluminio	44.12	(Al / CIC) 100

**Fuente.** Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS.

El análisis físico-químico del suelo donde se efectuó el experimento, nos muestra textura media (franco arcilloso), pH 4.0 (fuertemente ácido); contenido de materia orgánica media (2.7%) y nitrógeno 0.12%, contenido de potasio bajo (180 kg/ha); con CIC efectiva de 13.6 cmol (p+) kg<sup>-1</sup> de suelo; porcentaje de

saturación de aluminio 44.12% que es tolerable por la mayoría de los cultivos y particularmente por el té que puede tolerar hasta 80% de saturación aluminica. (Sánchez, 1980; citado por Paredes, 1994).

### 3.2 COMPONENTES EN ESTUDIO

1. **Cultivo:** Té (*Camellia sinensis* L.), plantación adulta (20 años a más).

2. **Fertilizantes:**

a. **Factor N:** cuatro niveles de nitrógeno (Urea 46% N).

$$N_0 = 0 \text{ kg/ha de N}$$

$$N_1 = 100 \text{ kg/ha de N}$$

$$N_2 = 200 \text{ kg/ha de N}$$

$$N_3 = 300 \text{ kg/ha de N}$$

b. **Factor K:** cuatro niveles de potasio (KCl 60% de  $K_2O$ ).

$$K_0 = 0 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$K_1 = 75 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$K_2 = 150 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$K_3 = 225 \text{ kg/ha de } K_2O$$

El fósforo se aplicó a razón de 50 kg/ha de  $P_2O_5$  a todos los tratamientos como superfosfato triple de calcio (46% de  $P_2O_5$ ), por lo tanto no es considerado como componente en estudio; (se escogió esta dosis de acuerdo a estudios anteriores que mencionan que esta dosis se ajusta a los requerimientos del cultivo de té) (Ogunmoyela y Obatolu, 1984).

### 3.3 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

**Cuadro 7.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0 kg N / 0 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>2</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	100 kg N / 0 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	200 kg N / 0 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>4</sub>	N <sub>3</sub> K <sub>0</sub>	300 kg N / 0 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>5</sub>	N <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	0 kg N / 75 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>6</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	100 kg N / 75 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>7</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	200 kg N / 75 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>8</sub>	N <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	300 kg N / 75 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>9</sub>	N <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	0 kg N / 150 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>10</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	100 kg N / 150 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>11</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	200 kg N / 150 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>12</sub>	N <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	300 kg N / 150 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>13</sub>	N <sub>0</sub> K <sub>3</sub>	0 kg N / 225 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>14</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	100 kg N / 225 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>15</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	200 kg N / 225 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>16</sub>	N <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	300 kg N / 225 kg K <sub>2</sub> O
T <sub>0</sub>	Testigo	0 kg N / 0 kg K <sub>2</sub> O

T<sub>0</sub> = Testigo adicional con 0 kg N - 0 kg K<sub>2</sub>O y 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

El fósforo se aplicó a todos los tratamientos a razón de 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> excepto T<sub>0</sub>, no considerándose entonces como un componente en estudio.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado en el presente trabajo de tesis, es el DBCA con arreglo factorial, 4 niveles de N x 4 niveles de K<sub>2</sub>O + 1 adicional (testigo) con 3 repeticiones. Las características evaluadas de cada uno de los tratamientos se sometieron al análisis de variancia y la significación estadística se determinó por la Prueba de Duncan al nivel de 0.05.

Cuadro 8. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de variabilidad	G.L.
Bloques	2
N	3
K	3
NK	9
Factorial. Vs. Testigo	1
Error experimental.	32
Total	50

### 3.5 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

#### Bloques

Número de bloques	3
Largo de bloques	40 m.
Ancho de bloques	10 m.
Area de bloques.	425 m <sup>2</sup>

Ancho de calle	1 m.
<b>Parcelas</b>	
Parcelas/bloques	17
Largo de parcela	5 m.
Ancho de parcela	5 m.
Area de parcela	25 m <sup>2</sup>
Área de parcela neta	9 m <sup>2</sup>
Número de plantas/parcela	25
Número de plantas/parcela neta	9
Distanciamiento entre plantas	1 m
Área total del campo experimental	1275 m <sup>2</sup>

### 3.6 OBSERVACIONES REGISTRADAS Y METODOLOGIA

#### 3.6.1 Producción de hoja fresca y determinación de materia seca

Las cosechas se realizaron en forma periódica, con intervalos de 15 a 20 días, llamándose a este tipo de cosecha “ordinaria” (2 hojuelas y 2 hojas desarrolladas) (Figura 2). Para hacer las evaluaciones se tomó el peso de las hojas cosechadas por cada parcela; el rendimiento de materia seca se obtuvo secando muestras de 100 gramos de hoja fresca (porcentaje de materia seca) de 50 a 60°C durante 48 horas en estufa.

### 3.6.2 Análisis de rentabilidad

La evaluación de la rentabilidad a los diferentes tratamientos aplicados en el experimento se realizó por el método “*análisis comparativo de ingresos y costos de producción*”. La utilidad neta que permitirá deducir el índice de rentabilidad entre el beneficio/costo en cada tratamiento, se determinó mediante las siguientes fórmulas:

a). Utilidad neta = Valor de producción - costo de producción.

b). Rentabilidad directa = 
$$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo de Producción}} \times 100$$

c). Índice de rentabilidad = 
$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Los costos de producción se obtuvieron sobre la base de costos de cada tratamiento por parcela cuya variación expresada en hectárea obedece a la diferencia en la cantidad de fertilizante usado y su aplicación (Cuadro 47).

## 3.7 EJECUCION DEL EXPERIMENTO

### 3.7.1 Selección del campo experimental

Se seleccionó un área en el lote 1B de la CAP Jardines de Té “El Porvenir” del Sector Río Azul, teniendo en consideración su pendiente moderada (40 % aproximadamente), la uniformidad del cultivo, su libre exposición al sol y su cercanía a la planta de procesamiento (Figura 10).



### 3.7.2 Muestreo del suelo

El muestreo de suelos para el análisis físico-químico se realizó en forma de zig-zag, a una profundidad de 0.20 m; la muestra fue homogeneizada y secada al aire libre (TFSA); aproximadamente 1 kilogramo, dicha muestra fue analizada en el laboratorio de Análisis de Suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.7.3 Control de malezas, plagas y enfermedades

- El control de malezas se realizó cada dos meses, siendo en cuatro oportunidades el control durante la época del experimento.
- El control de enfermedades se realizaron cuando se presentaron las condiciones favorables y los primeros signos como para el caso del “arañero” *Armillaria mellea*, y también en forma preventiva realizándose dos veces.
- El control de plagas también se realizó cuando se notó el ataque de larvas comedoras de hojas como el *Aeschropterix* sp. “medidor” y *Zale* sp. (lepidópteros) en dos oportunidades.

### 3.7.4 Fertilización

La fertilización nitrogenada se realizó en dos aplicaciones: la primera en agosto de 1997, la segunda en diciembre de 1997; en el caso del fósforo y potasio la aplicación fue todo en agosto de 1997. El sistema de aplicación fue en media luna

siguiendo la proyección de la mesa de cosecha depositando en cada planta de acuerdo a la pendiente la cantidad correspondiente de abono y cubriéndola luego lo suficiente para evitar la volatilización o el lavado por escorrentía.

### 3.7.5 Frecuencia de cosecha y toma de muestras foliares

Las cosechas generalmente se realizaron en intervalos de 15 a 20 días, llamándose a este tipo de cosecha “ordinaria”. Se detalla a continuación (gráfico 2) las partes en que se divide un “*Flush*”<sup>2</sup> en estado de cosecha: las letras A, B, C, D, E y F representan las hojas en un brote del té y las yemas presentes en las axilas están representadas por los números 1, 2, 3 y 4 en este sentido:

- Las hojuelas A y B del cogollo o yema terminal, constituye una cosecha que se clasifica como “*selecta*”.
- Las hojuelas A y B y la hoja desarrollada C, constituye lo que se llama una “*cosecha mediana*”.
- Las mismas hojuelas A y B y las hojas desarrolladas C y D, constituye una “*cosecha ordinaria*”, cosecha realizada en el experimento de donde se obtuvo la muestra para el análisis foliar.
- Las hojuelas A y B y las hojas C, D y E determinan la clase de cosecha “*mu y ordinaria*” (Linayage, 1942).



### 3.7.6 Evaluación cuantitativa de las cosechas

Es la observación más importante que se realizó; esta operación consistió en tomar nota del peso de hoja fresca cosechada de cada parcela neta, para ello se dispuso de bolsas de polietileno donde se recolectó la cosecha de cada parcela neta en forma individual debidamente identificada, luego se pesó anotando dichos valores en formularios de campo diseñados para tal fin.

### 3.7.7 Análisis foliar

Las muestras foliares "*flush*" fueron lavadas con agua de caño, acidulada (0.03 N) y agua destilada y luego secados de 60 –70 °C durante 48 horas. Finalmente fueron molidas para su análisis.

El N fue determinado por el método de microkjeldal, el fósforo por fotometría (amarillo de vanado molibdo fosfórico) y el Ca, Mg y K por espectrofotometría de absorción atómica.

La obtención del extracto para el análisis de Ca, Mg y K fue por vía seca, calcinando las muestras por 12 horas a 600°C, solubilizando los minerales con 2 ataques de 5 ml de HCl 20% y un ataque de HCl al 10%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 PRODUCCION DE HOJA FRESCA

La producción de hoja fresca de té se evaluó determinando la cantidad de hoja fresca producida por  $9 \text{ m}^2$  y llevando dichos valores a kg/ha. Al realizar el análisis de variancia se encontró diferencias altamente significativas para el efecto de N y para el combinado Factorial vs. Testigo (Cuadro 34 del anexo).

#### 4.1.1 Efecto principal del nitrógeno

Para el efecto de aplicación de N, entre los niveles de  $n_3$  (300 kg/ha) y  $n_2$  (200 kg/ha) no existen diferencias estadísticas significativas, debido posiblemente a que las exigencias de N por la planta estén en un intermedio entre 200 y 300 kg/ha de N (Cuadro 9) como se encontró en un experimento similar en Kenya donde era necesario aplicar 270 kg/ha de N (Ogunmoyela y Obatolu, 1984). Además el proyecto REINTEP; (citado Paredes, 1994) recomienda 261.6 kg/ha de N, para una cosecha de 1500 kg/ha de *té negro* al granel para las áreas tealeras de Jardines de Té “El Porvenir” – La Divisoria (Paredes, 1994).

Asimismo en el lote 1B donde se llevó a cabo el experimento, en un estudio anterior se determinó que las exigencias de N eran de 291.3 kg/ha (Paredes, 1994). Los niveles mencionados ( $n_3$  y  $n_2$ ) fueron estadísticamente superiores a lo obtenido con  $n_1$  y  $n_0$  (100 y 0 kg/ha de N, respectivamente), siendo este último

estadísticamente inferior a todos los demás (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ). La inferioridad estadística de  $n_0$  (0 kg/ha de N) puede atribuirse a que este nivel no cubriría las exigencias del cultivo, puesto que el té es de alta exigencia en N, por el mismo hecho de cosecharse brotes y hojas jóvenes “*Flush*” y sobre todo si se esperan altos rendimientos (Hernández, 1980).

**Cuadro 9.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la producción de hoja fresca.

Niveles de Nitrógeno		Rendimiento promedio kg/ha	Significación
Factor	kg/ha		
$n_3$	300	13,153.1	a
$n_2$	200	12,161.2	a
$n_1$	100	10,275.8	b
$n_0$	000	6,229.6	c

#### 4.1.2 Efecto principal del potasio

El efecto de los niveles de Potasio en la producción de hoja fresca de té; se observa que al incrementar el nivel de aplicación de potasio ( $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$ ), numéricamente la producción se incrementa, destacando el nivel  $k_3$  (225 kg/ha de K) sobre los niveles  $k_2$  y  $k_1$  (150 y 75 kg/ha de K, respectivamente); pero no existen diferencias estadísticas entre ellos, por el contrario resultan estadísticamente superiores al nivel  $K_0$  (0 kg/ha de K) (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ). La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los niveles  $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$  podrían deberse a una

exigencia relativamente baja del cultivo por el K, como se observó en un experimento realizado en Kenya, donde se obtuvo buenos resultados con 54 kg/ha de K (Omunyela y Obatolu, 1984). Optar por un nivel bajo como 75 kg/ha de K por razones de costos y evitar efectos negativos de una sobre-fertilización sería aconsejable entonces (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del K en la producción de hoja fresca.

Niveles de Potasio		Rendimiento promedio kg/ha	Significación
Factor	kg/ha		
k <sub>3</sub>	225	11,792.7	a
k <sub>2</sub>	150	11,028.6	a b
k <sub>1</sub>	75	10,823.1	a b
k <sub>0</sub>	00	10,175.2	b

#### 4.1.3 Efecto de la fertilización N - K en la producción de hoja fresca

Aunque en el análisis de variancia para efectos de la interacción NK no existe diferencias significativas (Cuadro 36), la prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) muestra diferencias estadísticas entre algunos tratamientos (Cuadro 11). Se observa con mayores niveles de N y K, la producción de hoja fresca es mayor, obteniendo la más alta producción (valor absoluto) con el tratamiento T<sub>16</sub> (300-225 kg/ha de N y K respectivamente), pero este tratamiento no muestra diferencias estadísticas significativas con los tratamientos T<sub>12</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>11</sub> (Cuadro 11 y Figura 3). Esto nos indicaría que: al incrementar los niveles de N se incrementa la

producción de hoja fresca debido a un incremento en la cantidad de N soluble en el suelo. Se puede observar también que el K no tiene efecto aparente en los primeros niveles de N, pero en los niveles más altos ( $N_2$  y  $N_3$ ), el efecto de este nutriente se incrementa al elevarse los niveles de K mostrando un claro sinergismo entre ambos nutrientes (Figura 3). Es necesario mencionar entonces las coincidencias halladas en un experimento similar para las condiciones de la CAP Jardines de Té "El Porvenir" (Muñoz, 1977).

Entre los tratamientos  $T_7$ ,  $T_4$ ,  $T_3$ ,  $T_{14}$ ,  $T_6$ ,  $T_2$ ,  $T_{10}$  y  $T_{13}$ , no existen diferencias estadísticas significativas, pudiendo deberse a lo mencionado con anterioridad; las mayores producciones de hoja fresca estarían influenciadas por mayores niveles de N (300 kg/ha), que no es constante en estos tratamientos (Cuadro 11), los cuales poseen en forma general 200 y 100 kg/ha de N y en algunos casos como en el tratamiento  $T_3$  y  $T_4$  no llevan K en su combinación, por lo cual el efecto del abono nitrogenado estaría disminuido.

Con los tratamientos sin aplicación de N-K ( $T_0$  y  $T_1$ ) se obtuvo mayor producción de hoja fresca (valor absoluto) respecto a los obtenidos con los tratamientos 0-150 y 0-75 kg/ha de N y K ( $T_9$  y  $T_5$ , respectivamente), implicado esto posiblemente por un desbalance negativo en la disponibilidad de N respecto al K y por lo tanto a pesar de la disponibilidad de fertilizante potásico ( $T_9$  y  $T_5$ ), la no presencia de fertilizante nitrogenado limitaría el incremento en la producción (Cuadro 11 y Figura 3). Sin embargo las diferencias estadísticas entre estos cuatro tratamientos no resultan significativas.



**Cuadro 11.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de los tratamientos en la producción de hoja fresca.

Tratamientos		Rendimiento promedio (kg/ha)	Significación
Clave	N - K (kg/ha)		
T <sub>16</sub>	300-225	14,600	a
T <sub>12</sub>	300-150	13,613	a b
T <sub>15</sub>	200-225	13,237	a b c
T <sub>8</sub>	300-75	12,984	a b c d
T <sub>11</sub>	200-150	12,708	a b c d
T <sub>7</sub>	200-75	11,829	b c d e
T <sub>4</sub>	300-0	11,416	b c d e
T <sub>3</sub>	200-0	10,870	c d e f
T <sub>14</sub>	100-225	10,704	d e f
T <sub>6</sub>	100-75	10,563	d e f g
T <sub>2</sub>	100-0	10,013	e f g h
T <sub>10</sub>	100-150	9823	e f g h
T <sub>13</sub>	0-225	8630	f g h
T <sub>0</sub>	0-0	8485	f g h
T <sub>1</sub>	0-0	8401	f g h
T <sub>9</sub>	0-150	7970	g h
T <sub>5</sub>	0-75	7916	h

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin ningún tipo de fertilizante.

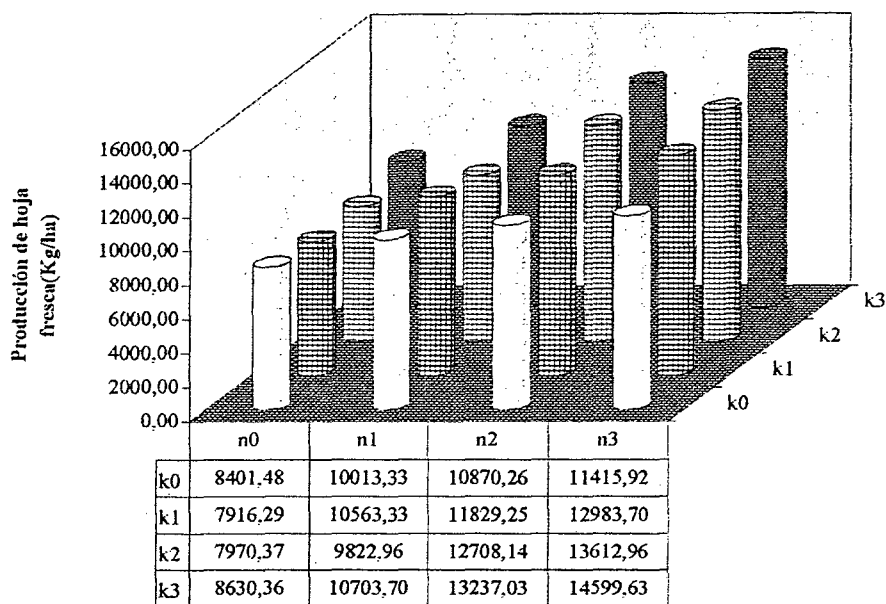


Figura 3. Efecto de los tratamientos en la producción de hoja fresca

## 4.2 PRODUCCION DE MATERIA SECA

La producción de materia seca del té, se evaluó determinando la cantidad de hoja fresca por  $9 \text{ m}^2$  y por eliminación del agua a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  (porcentaje de materia seca) dichos valores fueron llevados a  $\text{kg/ha}$ . Al realizar el análisis de variancia se encontró diferencias altamente significativas para el efecto de N y combinación factorial vs. testigo (Cuadro 36 del anexo).

### 4.2.1 Efecto principal del nitrógeno

Para el efecto de aplicación de N entre los niveles de  $n_3$  y  $n_2$ , (300 y 200  $\text{kg/ha}$  de N, respectivamente) no existen diferencias estadísticas significativas; estos datos estarían influenciados por los rendimientos de hoja fresca, es decir una mayor

producción de hoja fresca redonda en una mayor producción de materia seca por hectárea. En tal sentido la influencia del N en la producción de materia seca, sería la misma que para la producción de hoja fresca (Cuadro 12). Mientras tanto ambos niveles son estadísticamente superiores a las producciones obtenidas con  $n_1$  y  $n_0$  (100 y 0 kg/ha de N, respectivamente), siendo el último estadísticamente inferior a los anteriores (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro 12.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la producción de materia seca.

Niveles de Nitrógeno		Rendimiento promedio kg/ha	Significación
Factor	kg/ha		
$n_3$	300	3023.5	a
$n_2$	200	2859.5	a
$n_1$	100	2435.9	b
$n_0$	00	1942.8	c

La inferioridad estadística de  $n_1$  (100 kg/ha de N) se debería posiblemente a no estar satisfaciendo las exigencias nutricionales del cultivo como para elevar la producción de materia seca comparado con los primeros niveles; así mismo al no aplicar abono nitrogenado ( $n_0$ ), el cultivo dependería solo del potencial natural del suelo, lo cual limitaría las posibilidades de elevar el nivel de producción de materia seca.

#### 4.2.2 Efecto principal del potasio

Para efecto de los niveles de aplicación de potasio en la producción de materia seca ( $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$ ) no existen diferencias estadísticas entre sí, pero resultan estadísticamente superiores al nivel  $k_0$  (0 kg/ha de K) (Duncan,  $\alpha=0.05$ ). Estos resultados pueden ser explicados si consideramos que las dosis exigidas de K por la planta del té son bajas, tal como se menciona para el caso de producción de hoja fresca.

**Cuadro 13.** Comparación de promedios para el efecto del K en la producción de materia seca.

Niveles de Potasio		Rendimiento promedio kg/ha	Significación
Factor	kg/ha		
$k_3$	225	2773.3	a
$k_2$	150	2539.6	a b
$k_1$	75	2515.2	a b
$k_0$	00	2433.5	b

#### 4.2.3 Efecto de la fertilización N - K en la producción de materia seca

Aunque en el análisis de variancia no existen diferencias estadísticas significativas (Cuadro 36 del anexo) en la interacción NK, la prueba de significación de (Duncan,  $\alpha=0.05$ ), muestra diferencias estadísticas entre algunos tratamientos, lo cual es necesario destacarlo (Cuadro 14 y Figura 4).

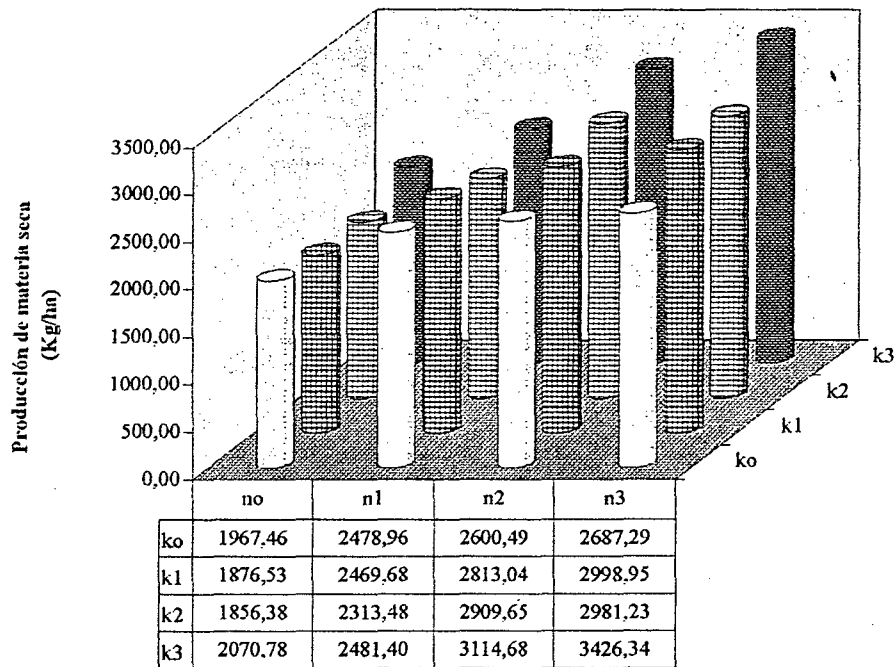
Se observa que con mayores niveles de aplicación de N y K la producción de materia seca se incrementa, obteniendo mayor producción con  $T_{16}$

(300-225 kg/ha de N-K respectivamente), pero que no muestra diferencias significativas con los tratamientos T<sub>15</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub> y T<sub>11</sub>. Esto se explicaría si consideramos que los niveles de 300 y 200 kg/ha de N tienen mejor influencia en elevar la producción independientemente combinados con cualquiera de los niveles de K (225, 150 y 75 kg/ha), como se observa al realizar la prueba de significación para los efectos principales.

**Cuadro 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del efecto simple de los tratamientos en la producción de materia seca.

Tratamientos		Rendimiento promedio (kg/ha)	Significación
Clave	N - K (kg/ha)		
T <sub>16</sub>	300-225	3426.3	a
T <sub>15</sub>	200-225	3114.7	a b
T <sub>8</sub>	300-75	2999.0	a b c
T <sub>12</sub>	300-150	2981.2	a b c
T <sub>11</sub>	200-150	2909.7	a b c
T <sub>7</sub>	200-75	2813.0	b c d
T <sub>4</sub>	300-0	2687.3	b c d
T <sub>3</sub>	200-0	2600.5	b c d e
T <sub>14</sub>	100-225	2481.4	d e f
T <sub>2</sub>	100-0	2479.0	d e f
T <sub>6</sub>	100-75	2469.7	d e f
T <sub>10</sub>	100-150	2313.5	d e f g
T <sub>13</sub>	0-225	2070.8	e f g
T <sub>1</sub>	0-0	1967.5	f g
T <sub>0</sub>	0-0	1955.1	f g
T <sub>5</sub>	0-75	1876.5	g
T <sub>9</sub>	0-150	1856.4	g

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin ningún tipo de fertilizante.



**Figura 4.** Efecto de los tratamientos en la producción de hoja seca

Con los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>14</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>10</sub> y T<sub>13</sub>, se obtuvo producciones de materia seca inferiores a los tratamientos anteriormente mencionados, sin embargo no presentan diferencias significativas entre sí (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ). Los tratamientos sin aplicación de N-K (T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>) fueron superiores en cuanto a producción de materia seca, respecto a los obtenidos con los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>9</sub> (0-75 y 0-150 kg/ha de N-K, respectivamente), debido posiblemente; la ausencia de N soluble (fácilmente absorbible y asimilable por el cultivo) inhibió la asimilación del K, limitando consecuentemente el incremento de la producción. Este efecto inhibitorio sólo podría ser mitigado al aplicarse el N y K juntos, tal como reporta en una serie de investigaciones, en alguno de los cuales se encontró muerte de plantas en parcelas tratadas unilateralmente con N (Hernández, 1980).

### 4.3 CONCENTRACION Y ABSORCION DE NUTRIENTES

Los contenidos encontrados en los análisis foliares para el “*flush*” de cosecha de té para la CAP Jardines de Té “El Porvenir”- La Divisoria, en porcentaje de elementos son del orden de 3.1, 0.6, 2.5, 0.4 y 0.2 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO y MgO respectivamente (Cuadro 15). Se encontró que aún cuando el porcentaje de N en el “*flush*” para el presente experimento es bajo en comparación con otros datos encontrados en otros experimentos, el porcentaje de N no llegó al nivel crítico (2.5%), como lo reporta Nosti (1963) (Cuadro 2). El bajo nivel encontrado podría deberse a que el análisis se realizó en el “*flush*” y no en las hojas como lo señala el otro experimento; se sabe que el “*flush*” esta compuesto por brote, hojas jóvenes y leño llamado “*palito*” al secarse, entonces el contenido de N en el “*flush*” no sería el mismo a las hojas, por el hecho de darse en las hojas la síntesis de proteínas (Tisdale y Nelson, 1991) y la concentración de clorofila es mayor, sabiéndose además que en ambas hay presencia de N (Jacob y Uexkull, 1966), por lo tanto esto estaría influenciando en un mayor contenido de N encontrado. Es conveniente considerar también que estos datos se encuentran entre los encontrados en otro experimento (2.4 -4.8 %) para las condiciones de la CAP Jardines de Té “El Porvenir” (Paredes, 1994).

En el caso de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y CaO no difieren en cuanto a contenidos encontrados en ambos experimentos, pero en el caso de K<sub>2</sub>O se encontró un nivel ligeramente mayor, esto podría estar influenciado por la buena provisión de K a causa del

mismo suelo, o por la aplicación de fertilizante potásico al conducir el experimento lo cual quizá nos indicaría que está dándose un “*consumo de lujo*” y se dice se da cuando hay buena provisión de potasa, lo cual provocaría a su vez efecto antagónico en el Mg; por lo que se encontró según el análisis foliar, bajo contenido de este elemento en comparación del anterior experimento (Guerrero, 1990)(Cuadros 2 y 15) (Figura 1).

En cuanto a la extracción de nutrientes para 1500 kg de materia seca se extrae 32.3, 26.1, 6.3, 3.9, y 1.9 kg de N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO y MgO respectivamente, los cuales difieren ligeramente con otros datos; como que una cosecha de 500 kg de té seco extrae 25, 12.5, y 4 kg de N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Harler, 1966), en otro experimento reporta que 1000 kg de té comercial, incluyendo restos de poda, extrae 50, 25, 10, 7, 5 y 2 kg de N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO y MgO (Nosti, 1963), otro estudio muestra también que 600 kg de hoja seca extrae 31, 15, 2.3 y 2 de N, K, P, Ca y Mg (Sánchez, 1981), a excepción del N los demás elementos no tienen diferencias notorias; el bajo nivel de N encontrado en el análisis foliar podría deberse a las reservas del suelo en cuanto a N que es de media a baja como se observa en el análisis de suelo respectivo (Cuadro 6) pese a tener provisión adicional de fertilizante (urea), o podría deberse también a efectos relacionados con la genética de estas plantas (tipo de clones).



**Cuadro 15.** Análisis de cenizas en el "flush" del cultivo de té de la CAP. Jardines del Té "El Porvenir"- La Divisoria.

<b>Tratamiento Clave</b>	<b>Dosis N - K (kg/ha)</b>	<b>Materia seca (kg/ha)</b>	<b>Nitrógeno (% N)</b>	<b>Potasio (% K<sub>2</sub>O)</b>	<b>Fósforo (% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>Calcio (% CaO)</b>	<b>Magnesio (% MgO)</b>
T <sub>0</sub>	00 - 00	1955.09	3.0	3.0	0.60	0.48	0.21
T <sub>1</sub>	00 - 00	1967.46	3.0	2.4	0.61	0.47	0.18
T <sub>2</sub>	100 - 00	2478.96	3.0	3.0	0.62	0.46	0.13
T <sub>3</sub>	200 - 00	2600.49	3.2	2.3	0.60	0.31	0.16
T <sub>4</sub>	300 - 00	2684.43	3.3	2.5	0.57	0.38	0.18
T <sub>5</sub>	00 - 75	1876.53	3.0	2.9	0.56	0.33	0.19
T <sub>6</sub>	100 - 75	2469.68	3.2	2.2	0.56	0.29	0.16
T <sub>7</sub>	200 - 75	2813.03	3.2	2.5	0.59	0.36	0.15
T <sub>8</sub>	300 - 75	2998.96	3.4	2.3	0.60	0.22	0.16
T <sub>9</sub>	00 - 150	1873.05	3.0	2.2	0.56	0.46	0.20
T <sub>10</sub>	100 - 150	2313.48	3.0	2.3	0.57	0.26	0.17
T <sub>11</sub>	200 - 150	2909.65	3.2	1.9	0.62	0.44	0.17
T <sub>12</sub>	300 - 150	2981.24	3.3	2.2	0.59	0.25	0.19
T <sub>13</sub>	00 - 225	2070.78	3.0	2.4	0.59	0.40	0.19
T <sub>14</sub>	100 - 225	2481.40	3.2	2.9	0.60	0.33	0.14
T <sub>15</sub>	200 - 225	3114.68	3.3	2.6	0.60	0.35	0.17
T <sub>16</sub>	300 - 225	3226.24	3.3	2.3	0.59	0.29	0.19

T<sub>0</sub> = Testigo absoluto sin fertilizantes

FUENTE : Laboratorio de Nutrición y Suelos de la UNAS.

**Cuadro 16.** Resultados de absorción de nutrientes por el cultivo de té, en la CAP. Jardines del Té "El Porvenir"- La Divisoria.

Tratamiento Clave	Dosis N - K (kg/ha)	Materia seca (kg/ha)	Nitrógeno (% N)	Potasio (% K <sub>2</sub> O)	Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Calcio (% CaO)	Magnesio (% MgO)
T <sub>0</sub>	00 - 00	1955.09	58.65	58.65	11.73	9.38	4.10
T <sub>1</sub>	00 - 00	1967.46	59.02	47.22	12.00	9.24	3.54
T <sub>2</sub>	100 - 00	2478.96	74.39	74.39	15.37	11.40	3.22
T <sub>3</sub>	200 - 00	2600.49	83.21	59.81	15.60	8.06	4.16
T <sub>4</sub>	300 - 00	2684.43	88.59	67.11	15.30	10.20	4.83
T <sub>5</sub>	00 - 75	1876.53	56.29	54.42	10.51	6.19	3.56
T <sub>6</sub>	100 - 75	2469.68	79.03	54.33	13.83	7.16	3.95
T <sub>7</sub>	200 - 75	2813.03	90.02	70.33	16.60	10.13	4.21
T <sub>8</sub>	300 - 75	2998.96	101.96	68.98	18.00	6.60	4.80
T <sub>9</sub>	00 - 150	1873.05	56.19	41.21	10.50	8.62	3.75
T <sub>10</sub>	100 - 150	2313.48	69.40	53.21	13.19	6.01	3.93
T <sub>11</sub>	200 - 150	2909.65	93.11	55.28	18.04	12.80	4.94
T <sub>12</sub>	300 - 150	2981.24	98.38	65.59	17.60	7.45	5.66
T <sub>13</sub>	00 - 225	2070.78	62.12	49.70	12.22	8.28	3.93
T <sub>14</sub>	100 - 225	2481.40	79.40	71.96	14.89	8.19	3.47
T <sub>15</sub>	200 - 225	3114.68	102.78	80.98	18.69	10.90	5.29
T <sub>16</sub>	300 - 225	3226.24	109.77	76.50	19.62	9.65	6.32

T<sub>0</sub> = Testigo absoluto sin fertilizantes

FUENTE : Laboratorio de Nutrición y Suelos de la UNAS.

### **4.3.1 Absorción de nitrógeno**

La absorción de N por el cultivo, se evaluó, a través de la producción de materia seca obtenida en 9 m<sup>2</sup> y el análisis foliar respectivo (Cuadro 16), los resultados se expresan en kg/ha. En el análisis de variancia para la absorción de N por el cultivo de té, se encontraron diferencias altamente significativas para el efecto de N (urea), para el efecto de K (KCl) y para la combinación factorial vs. testigo (Cuadro 38 del anexo).

#### **4.3.1.1 Efecto principal del nitrógeno**

Como en el caso de hoja fresca y materia seca, el incremento en los niveles de abonamiento nitrogenado incentiva mayor absorción de N, resultados lógicos si se considera el nivel de N en el suelo aplicado en fertilizante y la exigencia del cultivo (Cuadro 17). Respecto a los valores de extracción alcanzados, llegan de 58 hasta 100 kg/ha lo que equivale a 29 y 33 kg/ha de N aproximadamente por cada 1000 kg de hoja seca si se consideran los rendimientos alcanzados (Cuadro 12). Estos volúmenes de extracción de N también son mayores a los reportados por Harler (1966) y Sánchez (1981).

Los resultados obtenidos se sustentan además por el hecho que el té es un cultivo que responde muy bien a la fertilización nitrogenada (Hernández, 1980). Puesto que el N en el interior de la planta se moviliza a las partes jóvenes en crecimiento (Bidwell, 1979), utilizándose en la síntesis de aminoácidos que son trasladados a las hojas donde se produce la síntesis de proteínas (Tisdale y Nelson, 1991); así una baja provisión de N estaría disminuyendo las cosechas como

consecuencia de una menor actividad fisiológica en la síntesis de compuestos nitrogenados.

Los niveles altos ( $n_3$  y  $n_2$ ) tienen influencias superiores en la absorción de N a las obtenidas con  $n_1$  y  $n_0$  (100 y 0 kg/ha, respectivamente), siendo este último inferior estadísticamente comparado a los anteriores (Duncan,  $\alpha=0.05$ ); estas diferencias ratifican, que entre la absorción de N y la producción de materia seca, existe una relación proporcional directa. En tal sentido la absorción de N para un nivel de aplicación de 0 kg/ha, resulto ser bajo al igual que para producción de materia seca (Cuadro 12).

**Cuadro 17.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la absorción de nitrógeno.

Niveles de Nitrógeno		Absorción promedio (kg/ha de N)	Significación
Factor	(kg/ha)		
$n_3$	300	99.7	a
$n_2$	200	92.3	a
$n_1$	100	75.5	b
$n_0$	00	58.4	c

#### 4.3.1.2 Efecto principal del Potasio

Para el efecto de niveles de K en la absorción de N, se observa que las aplicaciones 225, 75 y 150 kg/ha de K ( $k_3$ ,  $k_1$  y  $k_2$  respectivamente), no muestran diferencias estadísticas significativas entre sí; pero estos tres niveles son

estadísticamente superiores a lo obtenido con el tratamiento sin aplicación de K ( $k_0$ ) (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

El incremento de los niveles de K incrementó la absorción de N, aunque con menor notoriedad que en el caso del N. Así en el cuadro 18 se observa que la ausencia de K (tratamiento  $k_0$ ) limitó la absorción de N, resultado explicable si se considera que la ausencia de potasio soluble en el suelo, estaría limitando la absorción de N por un desbalance nutricional, por lo cual la cantidad de K relativamente adecuado para generar una buena absorción de N podría variar indistintamente entre 75, 150 y 225 kg/ha, lo que nos muestra la necesidad de encontrar la correcta relación N-K para las condiciones de la CAP Jardines de Té “El Porvenir” (Hernández, 1980).

**Cuadro 18.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de K en la absorción de nitrógeno.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de N)	Significación
Factor	kg/ha		
$k_3$	225	88.5	a
$k_1$	150	81.8	a b
$k_2$	75	79.3	a b
$k_0$	00	76.3	b

#### 4.3.1.3 Efecto de la fertilización n-k en la absorción de nitrógeno

Aunque en el análisis de variancia para el efecto de la interacción NK no existe diferencias estadísticas significativas (Cuadro 38 del anexo). La prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), muestra diferencias estadísticas entre algunos tratamientos, lo cual debe destacarse (Cuadro 19).

**Cuadro 19.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de los tratamientos en la absorción de nitrógeno.

Tratamientos		Absorción promedio (kg/ha de N)	Significación
Clave	N - K (kg/ha)		
T <sub>16</sub>	300-225	109.7	a
T <sub>15</sub>	200-225	102.8	a b
T <sub>8</sub>	300-75	102.0	a b c
T <sub>12</sub>	300-150	98.4	a b c
T <sub>11</sub>	200-150	93.1	b c d
T <sub>7</sub>	200-75	90.0	b c d
T <sub>4</sub>	300-0	88.6	b c d
T <sub>3</sub>	200-0	83.2	c d e
T <sub>14</sub>	100-225	79.4	d e f
T <sub>6</sub>	100-75	79.0	d e f
T <sub>2</sub>	100-0	74.4	d e f g
T <sub>10</sub>	100-150	69.4	e f g
T <sub>13</sub>	0-225	62.1	f g
T <sub>1</sub>	0-0	59.0	g
T <sub>0</sub>	0-0	58.7	g
T <sub>5</sub>	0-75	56.3	g
T <sub>9</sub>	0-150	56.2	g

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin ningún tipo de fertilizante.

Observamos que con los mayores niveles de N y K la absorción de N es mayor, sobre todo con el tratamiento T<sub>16</sub> (300 – 225 kg/ha de N y K respectivamente), pero que no muestran diferencias significativas con los tratamientos T<sub>15</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>12</sub> (Cuadro 19). Esto se explicaría si consideramos que existe una interacción NK, donde el K favorece la síntesis de proteínas por estimular el transporte de energía: la reducción de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitrato) a NH<sub>2</sub> (amidas) en el suministro de compuestos nitrogenados para la síntesis de aminoácidos; por lo que a las plantas poco les favorece absorber mucho N inorgánico, si es que no puede convertirlo a las formas orgánicas (aminoácidos y proteínas); una elevada concentración de nitratos o de nitritos en la planta incluso es nociva.

La buena nutrición con K favorece la rápida transformación del N inorgánico en proteico y por consiguiente, el K incrementa el efecto de los abonos nitrogenados. Entonces la planta puede aprovechar mayores provisiones de N y transformarlos en rendimientos más elevados sólo en presencia de buena provisión de K. (Barbosa, 1987; Instituto Internacional de la Potasa, 1984; citado por Saavedra, 1994). De ahí que muchas investigaciones reportan una mejor respuesta de la planta de té a la aplicación de N, pero exigen un complemento de adecuadas dosis de K (Hernández, 1980).

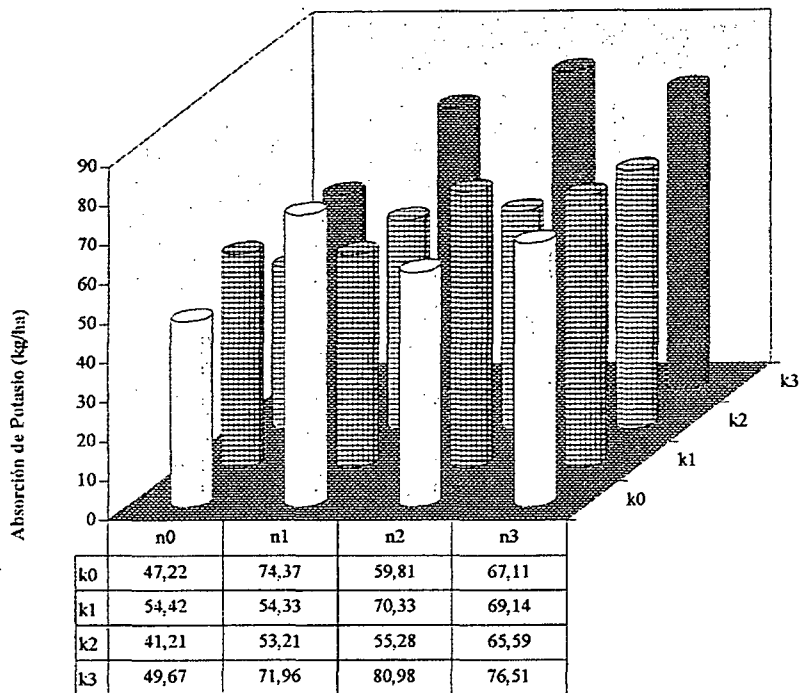


Figura 5. Efecto de los tratamientos en la absorción de nitrógeno

La absorción de N con T<sub>11</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>14</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>10</sub>; fueron estadísticamente inferiores a los tratamientos anteriormente mencionados, pero que no presentan diferencias significativas entre sí (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ); se explicaría esto debido a que; en cualquiera de los tratamientos la combinación en kg/ha de N y K (Cuadro 19) son no complementarios nutricionalmente en uno u otro sentido, es decir, si el nivel de N es relativamente alto (caso del T<sub>4</sub>), el del K es bajo y si el nivel de K es alto (caso T<sub>14</sub>) el nivel de N es relativamente bajo lo cual afectaría negativamente en la absorción de N.

Asimismo T<sub>13</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>9</sub> no muestran diferencias estadísticas entre sí, pero resultan ser inferiores a todo los tratamientos anteriormente mencionados;



pero cabe mencionar que con los tratamientos sin aplicación de N-K ( $T_1$  y  $T_0$ ) se obtuvo numéricamente mayor absorción de N, respecto a los obtenidos con las aplicaciones de 0 - 75 y 0 - 150 kg /ha de N y K ( $T_5$  y  $T_9$ ) respectivamente, esto podría deberse a que la presencia de K en ausencia de abono nitrogenado en el suelo, influye poco en la absorción de N comportándose similarmente a aquellos tratamientos que no llevan K en la combinación ( $T_1$  y  $T_0$ ), además se dice que el K en grandes cantidades desempeña un papel importante como elemento antagónico del N; de ahí que en ciertos casos el exceso de K, produce un efecto fisiológico similar a la deficiencia nitrogenada y viceversa. (Jacob y Uexkull, 1966).

#### **4.3.2 Absorción de potasio**

En la absorción de K se encontró diferencias altamente significativas para aplicación de N y para los efectos de K, y diferencias significativas para la interacción NK (Cuadro 40 del anexo).

##### **4.3.2.1 Efecto principal del nitrógeno**

Para el efecto de aplicación de N, entre los niveles de 300, 200 y 100 kg/ha de N ( $n_3$ ,  $n_2$  y  $n_1$ , respectivamente), no existen diferencias estadísticas significativas, en cuanto a la absorción de K por la planta, esto se debería quizás a que los altos niveles de N (300 kg/ha) estarían inhibiendo a través de un efecto antagónico la absorción de K (Jacob y Uexkull, 1966) (Figura 1), de tal manera que con los tres niveles de N la absorción de K es la misma.

**Cuadro 20.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la absorción de potasio.

Niveles de Nitrógeno		Absorción promedio (kg/ha de K <sub>2</sub> O)	Significación
Factor	kg/ha		
n <sub>3</sub>	300	69.6	a
n <sub>2</sub>	200	66.6	a
n <sub>1</sub>	100	63.5	a
n <sub>0</sub>	00	48.1	b

Pero n<sub>3</sub>, n<sub>2</sub> y n<sub>1</sub> son estadísticamente superiores comparados con n<sub>0</sub>; Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). La inferioridad de n<sub>0</sub> podría deberse a la influencia extractiva de una menor cantidad de materia seca total, respecto a la materia seca producida con los demás niveles (n<sub>3</sub>, n<sub>2</sub> y n<sub>1</sub>), traducido en una baja cantidad de K encontrada en la materia seca correspondiente a este nivel.

#### 4.3.2.2 Efecto principal del potasio

El efecto de aplicación de K en la absorción del mismo por el cultivo, se encontró que k<sub>3</sub> (225 kg/ha de K) fue superior estadísticamente a los niveles k<sub>1</sub> y k<sub>0</sub> (75 y 0 kg/ha de K respectivamente), sin mostrar diferencias significativas entre sí estos dos últimos. Por su parte k<sub>2</sub> (150 kg/ha de K) resulto ser estadísticamente inferior a los tratamientos anteriores (Duncan,  $\alpha=0,05$ ). La superioridad de k<sub>3</sub> podría deberse a una mayor presencia de K soluble en el suelo generando incremento en la absorción de este nutriente por el cultivo expresado en

una mayor concentración de potasio en el área foliar, este efecto estaría dándose por una absorción de potasio superior a las necesidades nutritivas del cultivo, denominado como “*consumo de lujo*”, que sucede cuando al suelo se aplica altas dosis de potasa como en  $k_3$  (225 kg/ha de K) (Guerrero, 1990).

**Cuadro 21.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del K en la absorción de potasio.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de $K_2O$ )	Significación
Factor	kg/ha		
$k_3$	225	69.8	a
$k_1$	75	62.1	b
$k_0$	0	62.1	b
$k_2$	150	53.8	c

Con  $k_1$  y  $k_0$  (75 y 0 kg/ha de K respectivamente) el cultivo estaría absorbiendo cantidades suficientes como para satisfacer sus necesidades fisiológicas, estos datos concuerdan con los de un experimento similar que menciona que encontró una mayor concentración de K en las hojas con mayor cantidad de K aplicado al suelo (Muñoz, 1977) (Cuadro 21).

#### 4.3.2.3 Efecto de la fertilización n-k en la absorción de potasio.

Tanto para el análisis de variancia y para la prueba de significación de (Duncan,  $\alpha = 0,05$ ) existen diferencias significativas, lo cual se destaca a continuación (Cuadro 22 y Cuadro 40 del anexo).

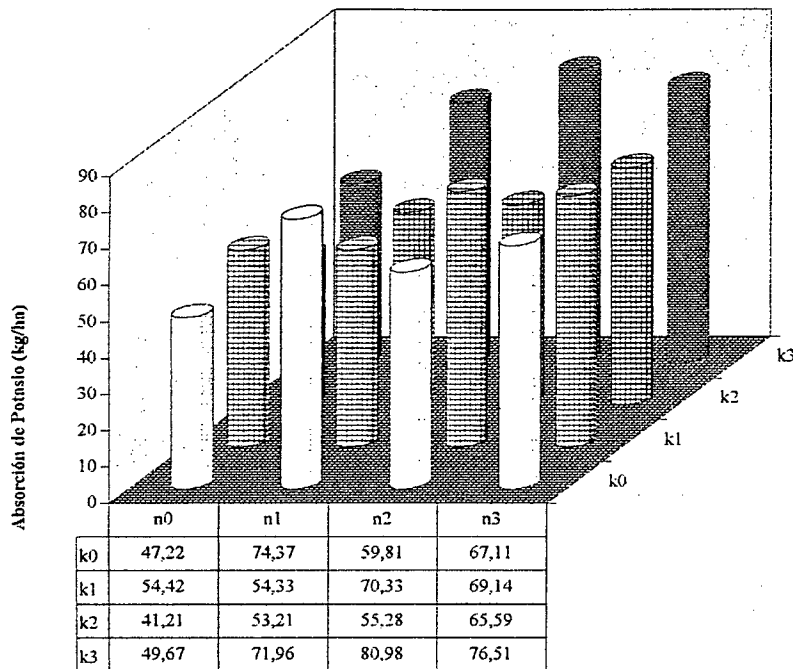
En general se observa que con mayores niveles de N y K la absorción de K es mayor, sobre todo con el tratamiento T<sub>15</sub> (200 –225 kg/ha de N y K respectivamente), pero que no muestra diferencias significativas con los tratamientos T<sub>16</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>14</sub>, T<sub>7</sub>, y T<sub>8</sub>. Es decir existe una interacción NK y que niveles altos de N exigen combinarse con mayores niveles de K para propiciar mayor absorción de K por el cultivo, es por eso que no necesariamente la absorción de K estaría influenciado por la cantidad de fertilizante potásico aplicado, sino más bien por una buena combinación aplicativa de ambos elementos; donde las combinaciones estén dadas de tal forma que el exceso de uno de ellos no produzca un efecto antagónico en el otro (Jacob y Uexkull, 1966) (Figura 1). Asimismo con T<sub>4</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>0</sub> la absorción de K estadísticamente resulta ser inferior a los tratamientos anteriormente mencionados, pero entre ellos no presentan diferencias estadísticas significativas (Duncan,  $\alpha=0.05$ ).

La inferioridad estadística de estos tratamientos se debería a que no se presentan una buena combinación entre el fertilizante potásico y nitrogenado y que el alto nivel de N estaría causando un efecto antagónico en la absorción de K, puesto que el N en grandes cantidades desempeña un papel importante como elemento antagónico del K, produciendo un efecto fisiológico similar a la deficiencia potásica y viceversa (Jacob y Uexkull, 1966).

**Cuadro 22.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de los tratamientos en a absorción de potasio.

Tratamientos		Absorción promedio (kg/ha de K <sub>2</sub> O)	Significación
Clave	N - K ( kg/ha)		
T <sub>15</sub>	200-225	81.0	a
T <sub>16</sub>	300-225	76.5	a b
T <sub>2</sub>	100-0	74.4	a b
T <sub>14</sub>	100-225	72.0	a b c
T <sub>7</sub>	200-75	70.3	a b c
T <sub>8</sub>	300-75	69.1	a b c d
T <sub>4</sub>	300-0	67.1	a b c d e
T <sub>12</sub>	300-150	65.6	b c d e
T <sub>3</sub>	200-0	59.8	c d e f
T <sub>0</sub>	0-0	58.7	c d e f
T <sub>11</sub>	200-150	55.3	d e f g
T <sub>5</sub>	0-75	54.4	e f g
T <sub>6</sub>	100-75	54.3	e f g
T <sub>10</sub>	100-150	53.2	e f g
T <sub>13</sub>	0-225	49.7	f g
T <sub>1</sub>	0-0	47.2	f g
T <sub>9</sub>	0-150	41.2	g

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin ningún tipo de fertilizante.



**Figura 6.** Efecto de los tratamientos en la absorción de potasio.

En algunos tratamientos la ausencia de fertilizante potásico disminuiría las posibilidades de una mejor absorción de este elemento por el cultivo. En cuanto a los tratamientos T<sub>11</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>13</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>9</sub> no muestran diferencias significativas entre sí, pero resultan ser inferiores a todos los tratamientos anteriormente mencionados, en este caso la constante es el bajo nivel de N aplicado al suelo (0 a 100 kg/ha), por tanto la absorción de K estaría siendo limitado.

El incremento en los niveles de N ayuda en la absorción de K, pero tomando en cuenta de no aplicar dosis demasiadas altas de fertilizantes nitrogenados que causarían antagonismo en la absorción del K (Figura1).

### 4.3.3 Absorción de fósforo

Se encontró diferencias altamente significativas para los efectos de aplicación de N y para la combinación factorial vs. tratamiento testigo.

#### 4.3.3.1 Efecto principal del nitrógeno

En general la adición de mayores niveles de N (300 y 200 kg/ha) propició una mayor absorción de P (17.6 y 17.2 kg/ha de  $P_2O_5$ ). Sin embargo, como se ve en el Cuadro 23 estos niveles de absorción (5.5 kg/ha de  $P_2O_5$  por cada 1000 kg de materia seca) fueron menores a los reportados por Harler (1966) quién menciona niveles de 8 kg de  $P_2O_5$  por cada 1000 kg de materia seca.

**Cuadro 23.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la absorción de fósforo.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de $P_2O_5$ )	Significación
Factor	kg/ha		
n <sub>3</sub>	300	17.6	a
n <sub>2</sub>	200	17.2	a
n <sub>1</sub>	100	14.3	b
n <sub>0</sub>	00	11.3	c

Se sabe que el P al ser deficiente afecta todo los aspectos del metabolismo vegetal y el crecimiento; una baja absorción de P produce el letargo de yemas laterales como resultados de una deficiencia de N (Bidwell, 1979), lo que nos indicaría que para una buena producción de hoja se necesita una adecuada

provisión de N pero el buen efecto de este elemento, esta supeditado a buenas provisiones de P y K (Revista la Potasa, 1968; citado por Saavedra, 1994), evitando desequilibrios nutricionales (Jacob y Uexkull , 1966).

#### 4.3.3.2 Efecto principal del potasio

**Cuadro 24.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del K en la absorción de fósforo.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de $P_2O_5$ )	Significación
Factor	kg/ha		
$k_3$	225	16.3	a
$k_2$	150	14.8	a b
$k_1$	75	14.7	a b
$k_0$	00	14.6	b

Las aplicaciones de los niveles  $k_3$ ,  $k_2$  y  $k_1$  (225, 150 y 75 kg/ha de K respectivamente) en la absorción de P se comportan estadísticamente similares, pero estos son superiores a  $k_0$  (Duncan,  $\alpha= 0.05$ ).

#### 4.3.3.3 Efecto de la fertilización n-k en la absorción de fósforo

Aunque en el análisis de variancia para efectos de la interacción NK no existe diferencia estadísticas significativas (Cuadro 42 del anexo). La prueba de (Duncan,  $\alpha=0.05$ ) muestran diferencias estadísticas entre algunos tratamientos, lo cual es necesario diferenciarlos (Cuadro 25).



**Cuadro 25.** Efecto de los tratamientos en la absorción de fósforo.

Tratamientos		Absorción promedio (kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Significación
Clave	N - K (kg/ha)		
T <sub>16</sub>	300-225	19.6	a
T <sub>15</sub>	200-225	18.7	a b
T <sub>11</sub>	200-150	18.0	a b c
T <sub>8</sub>	300-75	18.0	a b c
T <sub>12</sub>	300-150	17.6	a b c
T <sub>7</sub>	200-75	16.6	a b c d
T <sub>3</sub>	200-00	15.6	b c d e
T <sub>2</sub>	100-00	15.4	b c d e f
T <sub>4</sub>	300-00	15.3	b c d e f
T <sub>14</sub>	100-225	14.9	c d e f g
T <sub>6</sub>	100-75	13.8	d e f g h
T <sub>10</sub>	100-150	13.2	d e f g h
T <sub>13</sub>	00-225	12.2	e f g h
T <sub>1</sub>	00-00	12.0	f g h
T <sub>0</sub>	00-00	11.7	g h
T <sub>5</sub>	00-75	10.5	h
T <sub>9</sub>	00-150	10.5	h

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin ningún tipo de fertilizante.

La Figura 7, nos muestra que cuando no se aplica N el K (T<sub>1</sub>, T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>9</sub>) no parece tener mayor efecto en la absorción de P, pero cuando no se aplica K (T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>) el N parece favorecer la absorción de P, de igual forma, cuando se aplica N y K juntos en cantidades mayores (T<sub>16</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub>, y T<sub>7</sub>,) la absorción de P se incrementa notablemente.

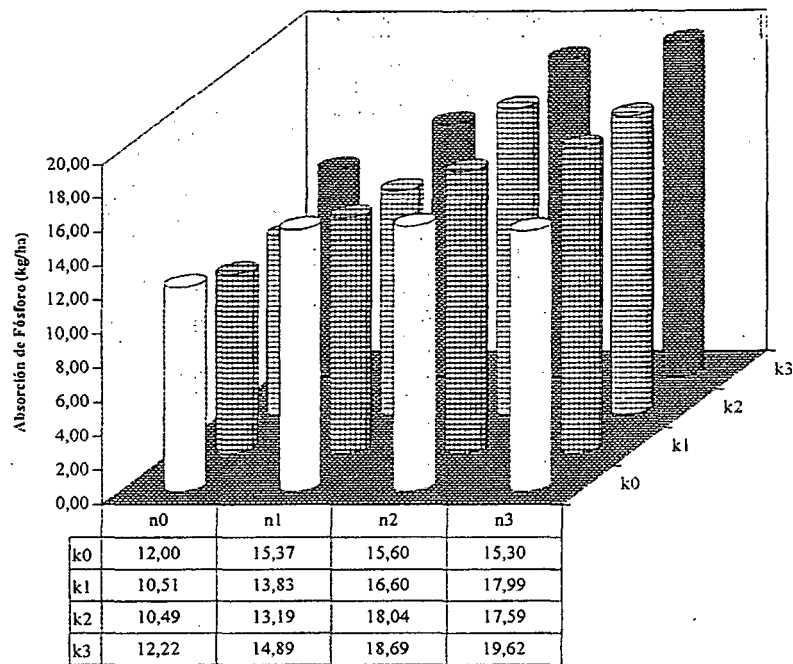


Figura 7. Efecto de los tratamientos en la absorción de fósforo

#### 4.3.4 Absorción de calcio

En cuanto a la absorción de Ca por el cultivo de té, se encontró diferencias altamente significativas para los efectos de aplicación de N, aplicación de K y la interacción NK (Cuadro 44 del anexo).

##### 4.3.4.1 Efecto principal del nitrógeno

La aplicación de 200 kg/ha de N ( $n_2$ ), resulto ser superior estadísticamente a los niveles  $n_3$ ,  $n_1$  y  $n_0$ , (300, 100 y 0 kg/ha de N, respectivamente) más no existen diferencias estadísticas significativas entre los últimos (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ). Ello indicaría que la cantidad de Ca absorbido estaría influenciado por un posible sinergismo entre el Ca y el N; ya que el Ca está

relacionado a la síntesis de proteína, incremento en la asimilación de N nítrico y asociado con ciertas actividades enzimáticas, que influye en un mejor efecto del N en la producción de materia seca consecuentemente se necesitan mejores provisiones de los otros elementos entre ellos el Ca (Tisdale y Nelson, 1991).

**Cuadro 26.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la absorción de calcio.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de Ca)	Significación
Factor	kg/ha		
n <sub>2</sub>	200	10.5	a
n <sub>3</sub>	300	8.5	b
n <sub>1</sub>	100	8.2	b
n <sub>0</sub>	00	8.1	b

Estos datos presentan cierto contraste a lo encontrado en un trabajo anterior para las condiciones de la CAP Jardines de Té "El Porvenir", donde con dosis menores de N se encontró mejor absorción de Ca (Muñoz, 1977)

#### 4.3.4.2 Efecto principal del potasio.

Para los efectos de aplicación de K en la absorción de Ca por el cultivo de té se encontró que con 0 kg/ha (k<sub>0</sub>) existe mayor absorción comparado con los niveles de 225 y 150 kg/ha de K (k<sub>3</sub> y k<sub>2</sub>, respectivamente), sin mostrar diferencias significativas entre estos dos últimos; pero estos tres niveles son a su vez superiores estadísticamente al nivel de 75 kg/ha de K (k<sub>1</sub>) (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Estos resultados podemos atribuir al antagonismo que existe entre Ca-K, es decir, niveles altos de K (como 225 kg/ha de K), pueden causar disminución en la absorción de Ca (Figura 1), en tal sentido con el nivel 0 kg/ha de K ( $k_0$ ) se da una mejor absorción de Ca como se observa en el cuadro 27 (Tisdale y Nelson, 1991; Jacob y Uexkull, 1966).

**Cuadro 27.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de K en la absorción de calcio.

Niveles de potasio		Absorción promedio (kg/ha de Ca)	Significación
Factor	kg/ha		
$k_0$	00	9.7	a
$k_3$	225	9.2	a b
$k_2$	150	8.7	b
$k_1$	75	7.5	c

#### 4.3.4.3 Efecto de la fertilización N - K en la absorción de calcio

Según el análisis de variancia y la prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) se encontraron diferencias estadísticas entre algunos tratamientos que se resaltan a continuación.

Como se observa en el Cuadro 28, no se ha encontrado una buena relación entre los niveles de N y K aplicados que influenciaría positivamente en la absorción del calcio; sin embargo, los tratamientos  $T_{11}$  y  $T_2$  (200 - 150 y 100-00 kg/ha de N y K respectivamente), resultaron estadísticamente superiores a

los demás tratamientos, en cuanto a la absorción de Ca; para el caso de tratamiento T<sub>11</sub> estaría sucediendo que existe una buena combinación entre la provisión de fertilizante nitrogenado y potásico, que estaría influenciando una buena absorción calcio; para el T<sub>2</sub> nos indicaría que con la cantidad de K presente en el suelo la absorción de Ca para estas condiciones sería mejor con baja provisión de fertilizante nitrogenado es decir que en este caso tampoco se dan aplicaciones excesivas de uno de los elementos considerados en el presente experimento en comparación al otro elemento.

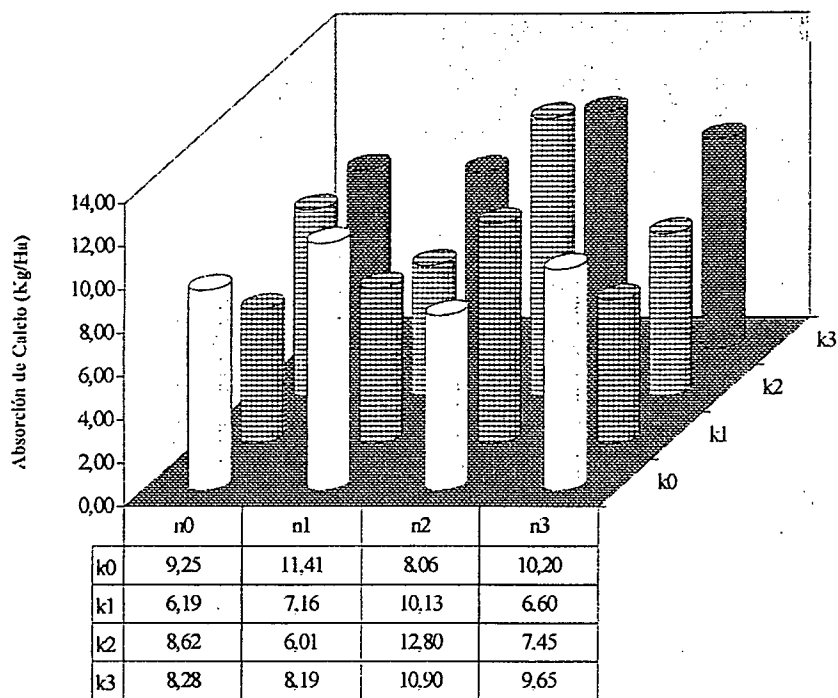
Para los tratamientos T<sub>15</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub> y T<sub>16</sub> no son diferentes estadísticamente; en el caso de T<sub>4</sub> y T<sub>7</sub> la absorción de Ca estaría influenciado por una alta fertilización nitrogenada que influye en un buen rendimiento en cosecha por lo tanto estaría influenciando en la cantidad de Ca absorbido, también se nota cierto grado de sinergismo entre el N y el Ca (Figura 1).

Asimismo los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>13</sub> que no llevan N en su combinación (0 kg/ha) resultan ser estadísticamente similares en cuanto a la absorción de Ca pero resultan ser inferiores a los tratamientos mencionados anteriormente, la inferioridad estadística demostrada con respecto a estos tratamientos se debería a la ausencia de abono nitrogenado, independientemente a la presencia de fertilizante potásico en la formula de abonamiento por lo que se ratifica los resultados al analizar en forma independiente los efectos tanto para el N como para el K que muestra cierto antagonismo entre el K y el Ca y cierto sinergismo entre el Ca y N.

**Cuadro 28.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) del efecto de los tratamientos en la absorción de calcio.

Tratamientos		Absorción promedio (kg/ha de Ca)	Significación
Clave	N - K (kg/ha)		
T <sub>11</sub>	200 - 150	12.8	a
T <sub>2</sub>	100 - 00	11.4	a b
T <sub>15</sub>	200 - 225	10.9	b c
T <sub>4</sub>	300 - 00	10.2	b c d
T <sub>7</sub>	200 - 75	10.1	b c d e
T <sub>16</sub>	300 - 225	9.7	b c d e
T <sub>0</sub>	00 - 00	9.4	b c d e f
T <sub>1</sub>	00 - 00	9.3	c d e f
T <sub>9</sub>	00 - 150	8.6	d e f g
T <sub>13</sub>	00 - 225	8.3	d e f g
T <sub>14</sub>	100 - 225	8.2	d e f g h
T <sub>3</sub>	200 - 00	8.1	e f g h i
T <sub>12</sub>	300 - 150	7.5	f g h i
T <sub>6</sub>	100 - 75	7.2	g h i
T <sub>8</sub>	300 - 75	6.6	g h i
T <sub>5</sub>	00 - 75	6.2	h i
T <sub>10</sub>	100 - 150	6.2	i

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin fertilizante.



**Figura 8.** Efecto de los tratamientos en la absorción de calcio.

Todo los tratamientos anteriormente mencionados son superiores estadísticamente a los tratamientos  $T_{14}$ ,  $T_3$ ,  $T_{12}$ ,  $T_6$ ,  $T_8$ ,  $T_5$  y  $T_{10}$ ; pero estos son estadísticamente similares entre sí (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ). Esta inferioridad se explicaría por la existencia de un posible desbalance en los niveles de N y K (uno de los elementos en dosis alta y el otro en dosis baja) (como caso  $T_{14}$  con 100-225 kg/ha de N y K respectivamente). El desbalance generaría menor capacidad de absorción de nutrientes por lo que este efecto también se observa para la producción de hoja fresca y materia seca, sobre todo si los niveles de K son altos sabiendo que este elemento es antagónico del Ca (Figura 1) (Jacob y Uexkull, 1966).

### 4.3.5 Absorción del magnesio

Se encontró diferencias estadísticas altamente significativas para los efectos de aplicación de N y para los efectos de aplicación de K (Cuadro 46).

#### 4.3.5.1 Efecto principal del nitrógeno

La aplicación de 300 kg/ha de N ( $n_3$ ) resulto ser estadísticamente superior en la absorción de Mg de igual forma que 200 kg/ha de N ( $n_2$ ), respecto a 0 y 100 kg/ha de N ( $n_0$  y  $n_1$  respectivamente), pero no existen diferencias estadísticas entre estos últimos (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Estos resultados se pueden atribuir a los niveles altos de N aplicados como fertilizantes están influenciando en una buena absorción de Mg, ya que estos dos elementos son sinérgicos de tal forma que la buena provisión de N influye en buena absorción del Mg (Figura 1) (Jacob y Uexkull, 1966); los datos coinciden con un experimento similar el cual encontró que la absorción de Mg se encuentra ligeramente favorecido por dosis altas de N (Muñoz, 1977).

**Cuadro 29.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del N en la absorción de magnesio.

Niveles de potasio		Absorción promedio (kg/ha de Mg)	Significación
Factor	kg/ha		
$n_3$	300	5.4	a
$n_2$	200	4.7	b
$n_0$	0	3.7	c
$n_1$	100	3.6	c



#### 4.3.5.2 Efecto principal del potasio

El nivel de aplicación de K de 225 kg/ha ( $k_3$ ) resultó superior en cuanto a absorción de Mg a los niveles con aplicación de 150, 75 y 0 kg/ha de K ( $k_2$ ,  $k_1$  y  $k_0$  respectivamente), más no se encuentran diferencias significativas entre  $k_2$  y  $k_1$ , pero estos son estadísticamente superiores al nivel  $K_0$  (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ).

Los resultados obtenidos estarían relacionados con la producción de materia seca por lo encontrado al realizar el análisis para este factor que indican mayor rendimiento con  $k_3$  seguido por  $k_2$ ,  $k_1$  y  $k_0$  sucesivamente en orden descendente; los cuales extrajeron elementos del suelo entre ellos el Mg de acuerdo a la producción de materia seca, es decir a mayor producción de materia seca exige mayor absorción de elementos y menor producción menor absorción.

**Cuadro 30.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto del K en la absorción de magnesio.

Niveles de Potasio		Absorción promedio (kg/ha de Mg)	Significación
Factor	kg/ha		
$K_3$	225	4.7	a
$K_2$	150	4.6	a b
$K_1$	75	4.1	b c
$K_0$	0	3.9	c

#### 4.3.5.3 Efecto de la fertilización N - K en la absorción de magnesio

Aunque en el análisis de variancia para efectos de la interacción NK no existe diferencias estadísticas significativas (Cuadro 46). La

prueba de significación de (Duncan,  $\alpha=0.05$ ), muestra diferencias estadísticas entre algunos tratamientos (Cuadro 31).

**Cuadro 31.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el efecto de los tratamientos en la absorción de magnesio.

Niveles de potasio		Absorción promedio kg/ha	Significación
Clave	kg/ha		
T <sub>16</sub>	300 - 225	6.3	a
T <sub>12</sub>	300 - 150	5.7	a b
T <sub>15</sub>	200 - 225	5.3	b
T <sub>11</sub>	200 - 150	4.9	b c
T <sub>4</sub>	300 - 0	4.8	b c
T <sub>8</sub>	300 - 75	4.8	b c
T <sub>7</sub>	200 - 75	4.2	c d
T <sub>3</sub>	200 - 0	4.2	c d
T <sub>0</sub>	0 - 0	4.1	c d
T <sub>6</sub>	100 - 75	3.9	c d
T <sub>13</sub>	0 - 225	3.9	c d
T <sub>10</sub>	100 - 150	3.9	c d
T <sub>9</sub>	0 - 150	3.7	d
T <sub>5</sub>	0 - 75	3.6	d
T <sub>1</sub>	0 - 0	3.5	d
T <sub>14</sub>	100 - 225	3.5	d
T <sub>2</sub>	100 - 0	3.2	d

T<sub>0</sub> = Tratamiento testigo sin fertilizante

Los tratamientos  $T_{16}$  y  $T_{12}$  influyen mejor en la absorción de Mg provocando superioridad estadística respecto a los otros tratamientos, atribuyéndose ello a los niveles altos de aplicación de N (300 kg/ha), por el sinergismo que existe entre estos dos elementos (Figura 1).

Para el caso de  $T_{15}$ ,  $T_{11}$ ,  $T_4$  y  $T_8$  de comportamiento similar pero estadísticamente inferiores a los tratamientos anteriores, como se puede observar aquí también las provisiones de N son buenas quizá por eso estos tratamientos tengan un comportamiento intermedio. En el caso de  $T_6$ ,  $T_{13}$ ,  $T_{10}$ ,  $T_9$ ,  $T_5$ ,  $T_1$ ,  $T_{14}$  y  $T_2$ , la baja absorción de Mg estaría siendo influenciado en forma general por los bajos niveles de N, que es una constante en este grupo de tratamientos (Cuadro 31), muy independientemente combinados con los niveles de K (0 a 225 kg/ha) a excepción de  $T_7$  y  $T_3$ , que tienen 200 kg/ha de N.

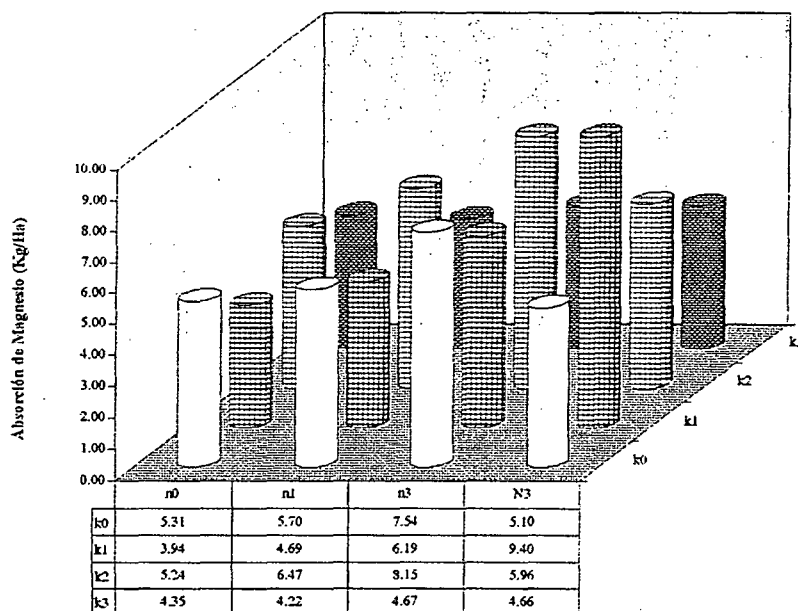


Figura 9. Efecto de los tratamientos en la absorción de Magnesio.

Se podría decir entonces que la absorción de Mg estaría influenciada más por los niveles altos de fertilización nitrogenada que por los niveles de potasio, sabiéndose además del antagonismo existente entre el K y Mg (Figura 1) (Tisdale y Nelson, 1991).

#### 4.4 ANALISIS ECONÓMICO

Partimos de la relación B/C cuyo valor expresa el valor de los beneficios obtenidos por cada unidad monetaria invertida en el costo de las parcelas correspondiente a cada tratamiento, los datos fueron transformados a una inversión por hectárea. Podemos observar que el valor de cada uno de los coeficientes es mayor que uno ( $B/C > 1$ ), lo que nos indica que podría trabajarse con cualquiera de ellos; sin embargo, es necesario tener en cuenta cual de ellos revierte mayores utilidades teniendo en cuenta la condición de proporción B/C, podemos mencionar que el tratamiento T<sub>16</sub> (2.09) con 300-225 y T<sub>15</sub> (2.02) con 200-225 kg ha<sup>-1</sup> de N-K<sub>2</sub>O, respectivamente (Cuadro 32), muestran mayores posibilidades de obtener proporcionalmente un beneficio más alto por cada unidad monetaria invertida en dichos tratamientos. En caso de la rentabilidad neta también podemos observar que los mayores valores los obtenemos con los tratamientos T<sub>16</sub> (109.30%) y T<sub>15</sub> (102.25%). En cuanto a la utilidad neta observamos que los tratamientos T<sub>16</sub> (\$ 2630.21) y T<sub>15</sub> (\$ 2314.78), muestran los más altos valores, pero como se puede observar (Cuadro 32) en este caso también el tratamiento T<sub>16</sub> reporta la mayor utilidad. Comparado con los resultados de producción de hoja fresca y materia seca reafirman los resultados, que nos permitirá llegar a una conclusión. En este caso como en la relación B/C y rentabilidad neta optaremos por el tratamiento T<sub>16</sub> por ofrecernos mayores valores.

**Cuadro 32.** Análisis de comparación de costos, valor de producción, rentabilidad y el beneficio/costo de los tratamientos (año)

Trat.	Clave	Rdto. (kg/ha)	Valor de prod. (\$)	Costo de fertiliz. (\$)	Costo de aplic. (\$)	Costo de cosecha (\$)	Demás costos (\$)	Costo total (\$)	Utilidad neta (\$)	Rent. neta (%)	Relación B/C
T <sub>0</sub>	00 - 00	1955.09	2874.00	-	-	748.68	950.87	1699.55	1174.45	69.10	1.69
T <sub>1</sub>	00 - 00	1967.46	2892.23	14.70	17.65	741.26	950.87	1724.48	1167.75	67.72	1.68
T <sub>2</sub>	100 - 00	2478.96	3644.13	37.06	35.29	883.50	950.87	1906.72	1737.41	91.12	1.91
T <sub>3</sub>	200 - 00	2600.49	3822.73	59.41	35.29	959.12	950.87	2004.69	1818.04	90.69	1.91
T <sub>4</sub>	300 - 00	2684.43	3950.33	81.76	35.29	1007.29	950.87	2075.21	1875.12	90.36	1.90
T <sub>5</sub>	00 - 75	1876.53	2758.45	31.47	17.65	698.47	950.87	1698.46	1059.99	62.41	1.62
T <sub>6</sub>	100 - 75	2469.68	3630.46	53.82	35.29	932.03	950.87	1972.01	1658.45	84.10	1.84
T <sub>7</sub>	200 - 75	2813.03	4135.11	76.18	35.29	1043.73	950.87	2106.07	2029.04	96.34	1.96
T <sub>8</sub>	300 - 75	2998.96	4408.53	98.53	35.29	1145.65	950.87	2230.34	2178.19	97.66	1.98
T <sub>9</sub>	00 - 150	1873.05	2728.91	48.23	17.65	703.23	950.87	1719.98	1008.93	58.66	1.59
T <sub>10</sub>	100 - 150	2313.48	3400.85	70.59	35.29	866.73	950.87	1923.48	1477.37	76.81	1.77
T <sub>11</sub>	200 - 150	2909.65	4277.26	91.18	35.29	1121.29	950.87	2198.63	2078.63	94.54	1.95
T <sub>12</sub>	300 - 150	2981.24	4382.36	115.29	35.29	1201.15	950.87	2302.60	2079.76	90.32	1.90
T <sub>13</sub>	00 - 225	2070.78	3044.08	65.00	17.65	761.47	950.87	1794.99	1249.09	69.59	1.69
T <sub>14</sub>	100 - 225	2481.40	3647.66	87.35	35.29	944.47	950.87	2017.98	1629.68	80.76	1.80
T <sub>15</sub>	200 - 225	3114.68	4578.61	109.70	35.29	1167.97	950.87	2263.83	2314.78	102.25	2.02
T <sub>16</sub>	300 - 225	3326.24	5036.66	132.06	35.29	1288.23	950.87	2406.45	2630.21	109.30	2.09

T<sub>0</sub> = Testigo absoluto sin fertilizantes.

## V. CONCLUSIONES

1. Con el nivel N<sub>3</sub> (300 kg/ha de N) se obtuvo la mayor producción de hoja fresca (13153.1 kg/ha), y materia seca (3023.5 kg/ha), así mismo generó mayor absorción de nutrientes (N, P, K, y Mg), no así en el caso del Ca, que generó mayor absorción el nivel de 200 kg/ha de N. Sin embargo, entre 200 y 300 kg/ha no hubo diferencias estadísticas significativas.
2. Con el nivel K<sub>3</sub> (225 kg/ha de K<sub>2</sub>O), se encontró mayor producción de hoja fresca (11792.7 kg/ha) y materia seca (2773.3 kg/ha), generando mayor absorción de nutrientes como N, K, P y Mg. En el caso de Ca, generó mayor absorción el nivel K<sub>0</sub> (0 kg/ha de K<sub>2</sub>O). En este caso, tampoco se encuentran diferencias estadísticas significativas con 150 y 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O.
3. La aplicación de 300 kg/ha de N y 225 kg/ha de K<sub>2</sub>O, (T<sub>16</sub>), reportó mayor producción de hoja fresca (14600 kg/ha) y materia seca (3426.3 kg/ha), generando mayor absorción de nutrientes (N, P, Mg), a excepción de K T<sub>15</sub> (200 y 225 kg/ha de N y K<sub>2</sub>O respectivamente) y Ca, T<sub>11</sub> (200 y 150 kg/ha de N y K<sub>2</sub>O respectivamente).
4. La aplicación de 300 y 225 kg/ha (T<sub>16</sub>) de N y K<sub>2</sub>O, respectivamente; reportó un mayor beneficio aparente por unidad monetaria invertida (2.09).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar los análisis foliares a intervalos de tiempo menores, para observar como los nutrientes son aprovechados por la planta de acuerdo a los momentos de aplicación de los fertilizantes.
2. Desarrollar trabajos experimentales similares pero en condiciones distintas, para evaluar el comportamiento de estas dosis.
3. Realizar la poda de producción antes de realizar la aplicación de fertilizantes.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la CAP Jardines de Té "El Porvenir", km 55 de la carretera Tingo Maria – Pucallpa; en el distrito de Hermilio Valdizán, entre los meses de Agosto de 1997 y Abril de 1998.

El terreno del experimento presenta un relieve ondulado, con textura franca arcillosa, pH 4.0 y porcentaje de materia orgánica media (2.7%); determinándose en el experimento el efecto de la fertilización N-K en la producción de hoja fresca, materia seca y el análisis de rentabilidad del cultivo (Té). Se evaluó 4 niveles de N (0, 100, 200 y 300 kg/ha), con 4 niveles de K<sub>2</sub>O (0, 75, 150, y 225 kg/ha), en un DBCA, con arreglo factorial de 4 x 4, más 1 adicional (testigo) (con 0-0-0 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) y 3 repeticiones.

El efecto de la fertilización N-K en el rendimiento de hoja fresca y materia seca se expresó en kg/ha de igual modo para la absorción de nutrientes a través del análisis foliar. Estas evaluaciones se sometieron al análisis de variancia, prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) y el análisis económico respectivo.

En cuanto a la aplicación de abono nitrogenado los mejores rendimientos de hoja fresca y materia seca en general se obtuvieron con 300 kg/ha de N (N<sub>3</sub>), induciendo una mayor absorción de nutrientes del suelo; de igual forma para efecto de K<sub>2</sub>O el nivel de 225 kg/ha (K<sub>3</sub>) mostró mejores resultados para los parámetros



mencionados. Se observa entonces que el cultivo es exigente en N pudiendo deberse esto al producto cosechable (hojas y brotes), demandando combinarse con una provisión de K que podría ser 75,150 y 225 kg/ha de  $K_2O$  esto debido a la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre sí, entonces por razones de costos y evitar efectos negativos de una sobre fertilización sería aconsejable optar por 75 kg/ha de  $K_2O$ , muy a pesar que se obtiene numéricamente mejores resultados con 225 kg/ha de  $K_2O$ .

Para el efecto de los tratamientos, se ha encontrado que los mayores rendimientos de hoja fresca (14600 kg/ha) y materia seca (3426.3 kg/ha), se obtuvo con el tratamiento  $T_{16}$  (300 kg/ha de N - 225 kg/ha de  $K_2O$ ), debido posiblemente a la influencia de los factores mencionados al evaluar los efectos principales de ambos factores, donde se obtuvo mejores resultados con 300 kg/ha de N y 225 kg/ha de  $K_2O$ .

En el análisis económico del cultivo por cada tratamiento, se encontró mayor retribución económica relación B/C (2.09), por unidad monetaria invertida con el tratamiento  $T_{16}$  el cual genera una utilidad neta de \$ 2630.21 por hectárea año y una rentabilidad neta de 109.3 %, seguro por el hecho que se obtuvo con este tratamiento mayor cantidad de hoja fresca y materia seca por hectárea, por lo que retribuyo mayor ganancia.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALTAMIRANO, F. G. E. 1993. Efecto de la interacción N-K en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de secano en Tingo María. Tesis Ing. Agr. UNAS - Tingo María, Perú. 90 p.
2. AREVALO, R. J. 1994. Fertilización potásica del caupí (*Vigna unguiculata* L. Walf), conducidos en cultivos de callejón con frijol de palo (*Cajanus cajan* L. Millsp.) en Tingo María. Tesis Ing. Agr. UNAS - Tingo María, Perú. 84 p.
3. BARBOSA, F. M. 1987. Nutricão e Adubacão do arroz (Squeiro e irrigado). Associação Brasileira para pesquisa de potasa e do fosfato. Boletín Técnico 9 (Brasil). 121 p.
4. BIDWELL, R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. 1ra. Edición en Español. AGT Editor, S.A. 785 p.
5. FAO. 1998. Estadísticas Agropecuarias Anuales. N° 142. Vol. 51. Roma. 242 p.
6. GUERRERO, G.A. 1990. El Suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 206 p.
7. HARLER, C. R. 1966. Tea Growing. Edit. Oxford. University Press London (Gran Bretaña). 162 p.

8. HERNANDEZ, T. A. 1980. Té, requerimientos edafoclimáticos. Boletín Informativo de la U.N.A.S. 33 p.
9. INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA. 1984. El Potasio en las plantas. Guía de extensión N° 2. Worblaufen Blena (Suiza). p. 4.
10. JACOB, A. Y. UEXKULL, H. U. 1966. Fertilización, Nutrición y Abonado a los Cultivos Tropicales y Sub-tropicales. 4ta. Ed. Hannover, Verlagsgesellschaft Für, Ackerbau. 272 p.
11. KRASNIANSKY, W. 1970. La Culture Du The. Direction de L' Agriculture Des Forests Et De L' Elevage Bruxelles. 34 p.
12. LEON, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2da. Edición. Edit. IICA. San José , Costa Rica. 441 p.
13. LEVANO, C.J. 1996. Climatología de Tingo María. Centro de Investigación de la Universidad nacional Agraria de la Selva (CIUNAS). UNAS. Tingo María, Perú. 30 p.
14. LINAYAGE, M. W. 1942. El Té, su cultivo y beneficio. Imprenta Americana. Huanuco, Perú. 140 p.
15. LIRA, S. R. H. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Trillas S.A. México. 240 p.
16. MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de Nutrizao Mineral de Plantas. Editorial Agronómica CERES. LTDA. Sao Paulo, Brazil. 254 p.

17. MUÑOZ, R. A. 1977. Efectos de la Interacción N - P en la nutrición del Té en Tingo María. Tesis Ing. Agr. U.N.A.S., Tingo María, Perú. 92 p.
18. NOSTI, N. J. 1963. Cacao, Café y Té. 2da. Edición. Edit. Salvat. Barcelona, España. Pp. 699-734
19. OCHSE, J. J. , Et Al. 1963. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Edit. Limusa-Willey. México. Pp. 982-995.
20. OGUNMOYELA, O.A. y OBATOLU, CH. R. 1984. Estado Nutritivo y Necesidades en cuanto a Fertilizantes del Té Nigeriano. Café, Cacao, Té. Vol. 28(3) : Jul-Set. Paris, Francia. Pp. 179-184.
21. ORTIZ, Z. M. 1992. Efecto de los diferentes niveles de fertilización con fertilizantes compuestos en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agr. La Molina. Lima, Perú. 154 p.
22. PAREDES G, A. 1994. Evaluación del Nitrógeno y Fósforo de los Suelos de la Cooperativa Jardines de Té "El Porvenir", mediante el Análisis Foliar y de Suelo. Tesis Ing. Agr. U.N.A.S. Tingo María. 112 p.
23. RIVA R, R. 1977. Efecto de la Interacción Nitrógeno - Potasio en el Control del hongo *Armillaria mellea* en el cultivo de té , en Tingo María. Tesis Ing. Agr. UNAS. Tingo María, Perú. 138 p.
24. RUNZER P, E. A. 1982. Dos tipos de propagación vegetativa, en diferentes zonas altitudinales de dos clones de té (*Camellia sinensis* L.) en Tingo María. Tesis. Ing. Agr. UNAS. Tingo María, Perú. 60 p.

25. SAAVEDRA, C. T. 1994. Influencia de niveles de potasio en el rendimiento en incidencia del "Quemado del arroz" (*Pyricularia oryzae*) bajo condiciones de secano en Tingo María. Tesis Ing. Agr. UNAS Tingo María, Perú. 90 p.
26. SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. IICA. San José, Costa Rica. 635 p.
27. SHIZUOKA TEA EXPERIMENT STATION. 1988. Japanese green tea. Editorial Kurofune Co., Ltd. Shizuoka, Japón. 56 p.
28. TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España Pp. 138-272.
29. TORRES, G. M. 1993. Control químico de *Zale* sp. y *Aeschropeteryx* sp. devoradoras de brotes de té en Tingo María. Tesis Ing. Agr. UNAS-Tingo María, Perú. 67 p.
30. VAN DIERENDONCK, F. J. E. 1959. The Manuring of Coffe, Cocoa, Tea and Tobacco. Gneva. Centro D' Etude De Azote. 205 p.

## **IX. ANEXO**

**Cuadro 33.** Producción de hoja fresca (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	7855.6	8700.0	8900.0	25455.5	8485.2
T <sub>1</sub>	8695.6	7366.7	9142.2	25204.4	8401.5
T <sub>2</sub>	8942.2	10147.8	10950.0	30040.0	10013.3
T <sub>3</sub>	12762.0	8512.0	11335.9	32609.9	10870.0
T <sub>4</sub>	10964.4	12501.1	10782.2	34247.8	11415.9
T <sub>5</sub>	8203.3	8104.4	7441.1	23748.9	7916.3
T <sub>6</sub>	11386.7	10394.4	9908.9	31690.0	10563.3
T <sub>7</sub>	12936.7	11687.8	10863.3	35487.8	11829.3
T <sub>8</sub>	13732.2	13691.1	11527.8	38951.1	12983.7
T <sub>9</sub>	7601.1	7776.7	8533.3	23911.1	7970.4
T <sub>10</sub>	9372.2	8791.1	11305.6	29468.9	9823.0
T <sub>11</sub>	14823.3	12053.3	11247.8	38124.4	12708.1
T <sub>12</sub>	13082.2	15155.6	12601.1	40838.9	13613.0
T <sub>13</sub>	9664.4	7468.9	8757.8	25891.1	8630.4
T <sub>14</sub>	10781.1	9644.4	11685.6	32111.1	10703.7
T <sub>15</sub>	13363.3	16260.0	10087.8	39711.1	13237.0
T <sub>16</sub>	14726.3	16714.3	12360.1	43800.7	14600.2

**Cuadro 34.** Análisis de variancia del rendimiento de hoja fresca.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio	
Bloque	2	2'087,755.00	NS
N	3	56'700,899.03	AS
K	3	5'330,114.14	NS
NK	9	1'382,933.33	NS
Fact. Vs Testigo	1	17'222,482.05	AS
Error experimental	32	1'904,530.03	
Total	50		

C.V. = 12.76%

AS = Existe significación estadística al 1% de probabilidad.

NS = No existe significación estadística

**Cuadro 35.** Producción de materia seca (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	1832.0	2049.9	1983.4	5865.3	1955.1
T <sub>1</sub>	2039.0	1729.0	2134.3	5902.4	1967.5
T <sub>2</sub>	2434.0	2414.4	2588.5	7436.9	2479.0
T <sub>3</sub>	3043.9	2051.8	2705.8	7801.5	2600.5
T <sub>4</sub>	2593.1	2931.2	2537.6	8061.9	2687.3
T <sub>5</sub>	1955.7	1918.1	1755.8	5629.6	1876.5
T <sub>6</sub>	2669.4	2416.8	2322.9	7409.1	2469.7
T <sub>7</sub>	3062.6	2796.3	2580.3	8439.2	2813.1
T <sub>8</sub>	3179.4	3153.3	2664.1	8996.9	2999.0
T <sub>9</sub>	1794.0	1858.0	1918.1	5570.1	1856.7
T <sub>10</sub>	2201.5	2072.9	2666.0	6940.4	2313.5
T <sub>11</sub>	3393.8	2760.3	2574.9	8729.0	2909.7
T <sub>12</sub>	3099.4	2969.4	2874.9	8943.7	2981.2
T <sub>13</sub>	2317.2	1798.2	2096.9	6212.3	2070.8
T <sub>14</sub>	2495.5	2220.4	2728.2	7444.2	2481.4
T <sub>15</sub>	3136.5	3838.3	2369.2	9344.0	3114.7
T <sub>16</sub>	3811.9	3171.6	3295.6	10279.0	3426.3

**Cuadro 36.** Análisis de variancia del rendimiento de materia seca.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio	
Bloque	2	182,906.40	NS
N	3	2'802,843.19	AS
K	3	255,185.22	NS
NK	9	69,431.75	NS
Fact. Vs. Testigo	1	1'051,676.85	AS
Error experimental	32	91,241.47	
Total	50		

C.V. = 11.94%

AS = Significación estadística al 1 % de probabilidad.

NS = No existe significación estadística



**Cuadro 37.** Absorción de nitrógeno por el cultivo (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	55.0	61.5	59.5	176.0	58.7
T <sub>1</sub>	61.2	51.9	64.0	177.1	59.0
T <sub>2</sub>	73.0	72.4	77.7	223.1	74.4
T <sub>3</sub>	97.4	65.7	86.6	249.7	83.2
T <sub>4</sub>	85.6	96.7	83.7	266.0	88.7
T <sub>5</sub>	58.7	57.5	52.7	168.9	56.3
T <sub>6</sub>	85.4	77.3	74.3	237.0	79.0
T <sub>7</sub>	98.0	89.5	82.6	270.1	90.0
T <sub>8</sub>	108.1	107.2	90.6	305.9	102.0
T <sub>9</sub>	53.8	55.7	59.9	169.4	56.5
T <sub>10</sub>	66.0	62.2	80.0	208.2	69.4
T <sub>11</sub>	108.6	88.3	82.4	279.3	93.1
T <sub>12</sub>	102.3	98.0	94.9	295.2	98.4
T <sub>13</sub>	69.5	54.0	62.9	186.4	62.1
T <sub>14</sub>	79.9	71.1	87.3	238.3	79.4
T <sub>15</sub>	103.5	126.7	78.2	308.4	102.8
T <sub>16</sub>	115.1	104.7	108.8	328.6	109.5

**Cuadro 38.** Análisis de variancia para la absorción nitrógeno.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio	
Bloque	2	207.37	NS
N	3	4,058.35	AS
K	3	325.67	S
NK	9	64.61	NS
Fact. Vs. Testigo	1	1,470.98	AS
Error experimental	32	101.16	
Total	50		

C.V. = 12.55%

NS = No existe significación estadística.

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.

**Cuadro 39.** Absorción de potasio por el cultivo (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	55.0	61.5	59.5	176.0	58.7
T <sub>1</sub>	48.9	41.5	51.2	141.7	47.2
T <sub>2</sub>	73.0	72.4	77.7	223.1	74.4
T <sub>3</sub>	70.0	47.2	62.2	179.4	59.8
T <sub>4</sub>	64.8	73.3	63.4	201.6	67.2
T <sub>5</sub>	56.7	55.6	50.9	163.3	54.4
T <sub>6</sub>	58.7	53.2	51.1	163.0	54.3
T <sub>7</sub>	76.6	69.9	64.5	211.0	70.3
T <sub>8</sub>	73.1	72.5	61.3	206.9	69.0
T <sub>9</sub>	39.5	40.9	43.9	124.3	41.4
T <sub>10</sub>	50.6	47.7	61.3	159.6	53.2
T <sub>11</sub>	65.5	52.4	48.9	166.8	55.6
T <sub>12</sub>	68.2	65.3	63.3	196.8	65.6
T <sub>13</sub>	55.6	43.2	50.3	149.1	49.7
T <sub>14</sub>	72.4	64.4	79.1	215.9	72.0
T <sub>15</sub>	81.6	99.8	61.6	243.0	81.0
T <sub>16</sub>	82.7	71.0	75.8	229.4	76.5

**Cuadro 40.** Análisis de variancia para la absorción potasio.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio	
Bloque	2	95.11	NS
N	3	1,093.08	AS
K	3	509.52	AS
NK	9	141.93	S
Fact. Vs. Testigo	1	30.60	NS
Error experimental	32	57.54	
Total	50		

C.V. = 12.28%

NS = No existe significación estadística.

S = Significación estadística al 5% de probabilidad.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.

**Cuadro 41.** Absorción de fósforo por el cultivo (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	11.0	12.3	11.9	35.2	11.7
T <sub>1</sub>	12.4	10.5	13.0	35.9	12.0
T <sub>2</sub>	15.1	15.0	16.0	46.1	15.4
T <sub>3</sub>	18.3	12.3	16.2	46.8	15.6
T <sub>4</sub>	14.8	16.7	14.5	46.0	15.3
T <sub>5</sub>	11.0	10.7	9.8	31.5	10.5
T <sub>6</sub>	14.9	13.5	13.0	41.4	13.8
T <sub>7</sub>	18.1	16.5	15.2	49.8	16.6
T <sub>8</sub>	19.1	18.9	16.0	54.0	18.0
T <sub>9</sub>	10.0	10.4	11.2	31.6	10.5
T <sub>10</sub>	12.5	11.8	15.2	39.5	13.2
T <sub>11</sub>	21.0	17.1	16.0	54.1	18.0
T <sub>12</sub>	18.3	17.5	17.0	52.8	17.6
T <sub>13</sub>	13.7	10.6	12.4	36.7	12.2
T <sub>14</sub>	15.0	13.3	16.4	44.7	14.9
T <sub>15</sub>	18.8	23.0	14.2	56.0	18.7
T <sub>16</sub>	20.5	10.7	19.4	58.6	19.5

**Cuadro 42.** Análisis de variancia para la absorción fósforo.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio	
Bloque	2	7.07	NS
N	3	103.77	AS
K	3	8.26	NS
NK	9	4.23	NS
Fact. Vs. Testigo	1	32.43	AS
Error experimental	32	3.46	
Total	50		

C.V. = 12.47%

NS = No existe significación estadística.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.

**Cuadro 43.** Absorción de calcio por el cultivo (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	8.8	9.8	9.5	28.1	9.4
T <sub>1</sub>	9.6	8.1	10.6	27.7	9.2
T <sub>2</sub>	11.2	11.1	11.9	34.2	11.4
T <sub>3</sub>	9.4	6.4	8.4	24.2	8.1
T <sub>4</sub>	9.9	11.1	9.6	30.6	10.2
T <sub>5</sub>	6.5	6.3	5.8	18.6	6.2
T <sub>6</sub>	7.7	7.0	6.7	21.4	7.1
T <sub>7</sub>	11.0	10.1	9.3	30.4	10.1
T <sub>8</sub>	7.6	6.9	5.9	19.8	6.6
T <sub>9</sub>	8.3	8.5	9.2	26.0	8.7
T <sub>10</sub>	5.7	5.4	6.9	18.0	6.0
T <sub>11</sub>	14.9	12.1	11.3	38.3	12.8
T <sub>12</sub>	7.7	7.4	7.2	22.3	7.4
T <sub>13</sub>	9.3	7.2	8.4	24.9	8.3
T <sub>14</sub>	8.2	7.3	9.0	24.5	8.2
T <sub>15</sub>	11.0	13.4	8.3	32.7	10.9
T <sub>16</sub>	10.5	9.2	9.6	29.3	9.8

**Cuadro 44.** Análisis de variancia para la absorción calcio:

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio
Bloque	2	2.06 NS
N	3	15.17 AS
K	3	10.85 AS
NK	9	10.33 AS
Fact. Vs. Testigo	1	0.94 NS
Error experimental	32	1.18
Total	50	

C.V. = 12.39%

N.S. = No existe significación estadística.

\*\* = Significación estadística al 1% de probabilidad.

**Cuadro 45.** Absorción de magnesio por el cultivo (kg/ha).

Tratamiento	I	II	III	Total	$\bar{x}$
T <sub>0</sub>	3.8	4.3	4.2	12.3	4.1
T <sub>1</sub>	3.7	3.1	3.8	10.6	3.5
T <sub>2</sub>	3.2	3.1	3.4	9.7	3.2
T <sub>3</sub>	4.9	3.3	4.3	12.5	4.2
T <sub>4</sub>	4.7	5.3	4.6	14.6	4.9
T <sub>5</sub>	3.7	3.6	3.3	10.6	3.5
T <sub>6</sub>	4.3	3.9	3.7	11.9	4.0
T <sub>7</sub>	4.6	4.2	3.9	12.7	4.2
T <sub>8</sub>	5.1	5.0	4.3	14.4	4.8
T <sub>9</sub>	3.6	3.7	4.0	11.3	3.8
T <sub>10</sub>	3.7	3.5	4.5	11.7	3.9
T <sub>11</sub>	5.8	4.7	4.4	14.9	5.0
T <sub>12</sub>	5.9	5.6	5.5	17.6	5.7
T <sub>13</sub>	4.4	3.4	4.0	11.8	3.9
T <sub>14</sub>	3.5	3.1	3.8	10.4	3.5
T <sub>15</sub>	5.3	6.5	4.0	15.8	5.3
T <sub>16</sub>	7.0	6.0	6.3	19.3	6.4

**Cuadro 46.** Análisis de variancia para la absorción magnesio.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrado Medio
Bloque	2	0.56 NS
N	3	8.53 AS
K	3	1.72 AS
NK	9	0.43 NS
Fact. Vs. Testigo	1	0.17 NS
Error experimental	32	0.28
Total	50	

C.V. = 12.35%

NS = No existe significación estadística.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.



Adherente Agral 250 cc/ha

5 aplicaciones = 1.25 lt (13 soles/lt) 16.25

2. Fertilizantes \* :

Urea 46% N S/. 38 el saco (S/. 0.76 el kg)

SPT 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> S/. 50 el saco (S/. 1.0 el kg)

KCl 60% K<sub>2</sub>O S/. 38 el saco (S/. 0.76 el kg)

3. Herramientas

Machete : 2 al año (S/. 9 c/u) 18

Lampas : 1 al año 20

Costales : 4 al año 4

Malla : 4 al año 16

Bolsas de 5 kg : 4 pqtes. (S/. 3.0 c/pqte) 12

Bolsas de 1 kg : 6 pqtes. (S/. 1.5 c/pqte) 9

Plásticos : 6 m<sup>2</sup> (S/. 2.0 c/m ) 12

Rafia : 4 pqtes. (S/. 2.0 c/pqte) 8

Mochila (alquiler) : 20 lt 100

4. Gastos del tesista

Pasajes y viáticos : S/. 22.0 por viaje

3 viajes/mes (27 en todo el experimento) 594

Gastos de cuidador (S/. 100.00 /mes) 900

## RESUMEN

Costos directos (S/.)	1320.00
Costos indirectos (S/.)	1912.95
<hr/>	
<b>TOTAL (S/.) **</b>	<b>3232.95</b>

Rendimiento esperado variable para cada tratamiento\*\*\*

Costo de producción variable para cada tratamiento

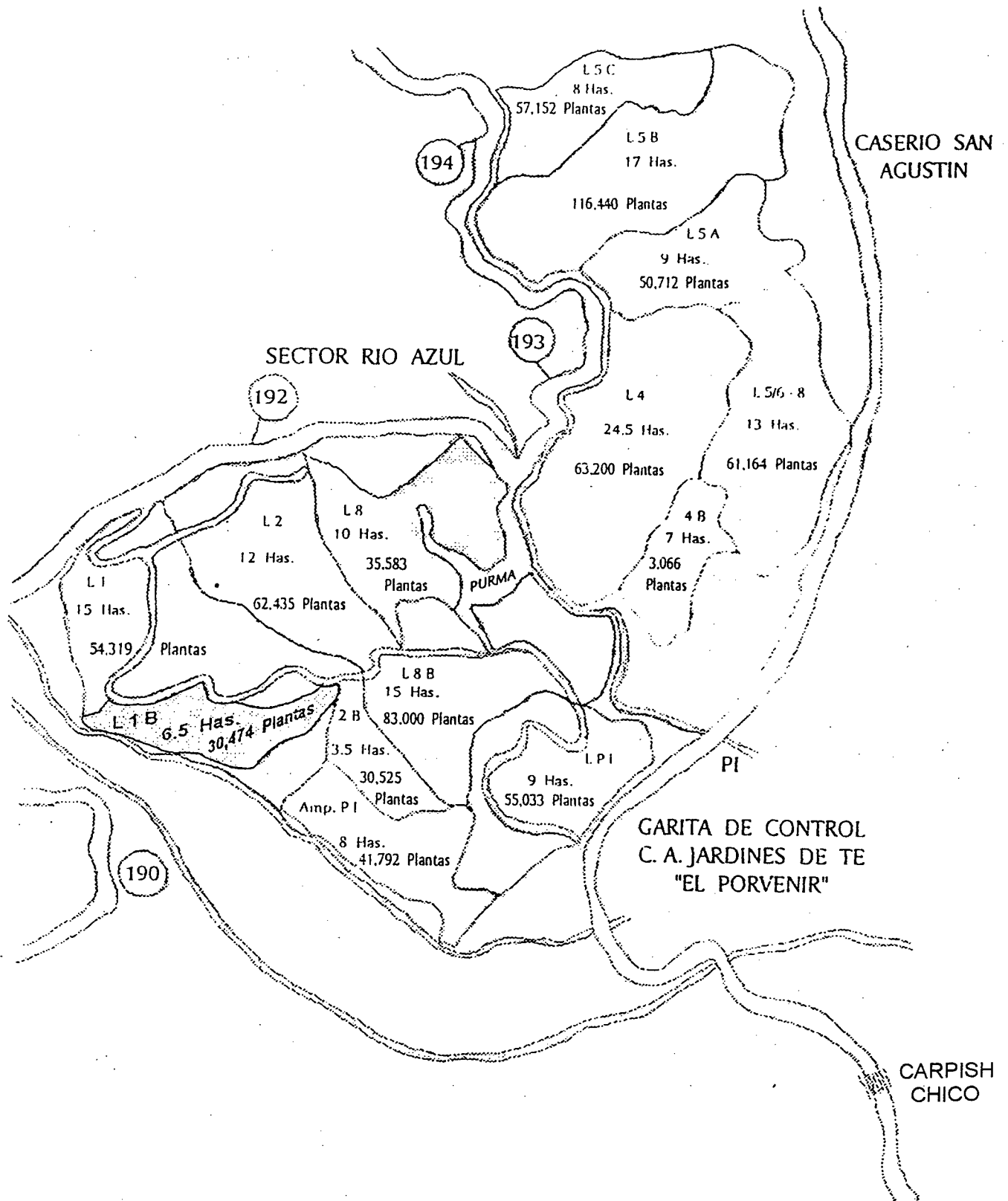
Costo del kilogramo de té negro s/ 5.00 (\$ 1.47)

\* Estos costos varían en cada tratamiento.

\*\* El costo total para cada tratamiento varía de acuerdo a la variación de los costos anteriormente mencionados.

\*\*\* El rendimiento esperado por cada tratamiento también es variable.





**Figura 10.** Ubicación del experimento en el lote 1B sector Río Azul de la CAP Jardines de Té "El Porvenir" – La Divisoria.