

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EFFECTO DE LA ENMIENDA DOLOMITA Y EL ABONO ORGÁNICO
BOKASHI SOBRE EL CRECIMIENTO DEL GINGER ROJO (*Alpinia
purpurata* K. Schum.) BAJO CONDICIONES DE SUELOS
DEGRADADOS**

Tesis

Para optar al título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

Presentado por:

MARCIA FLOR CISNEROS BERAÚN

Tingo María – Perú

2013

DEDICATORIA

A Dios, por ser la fuente de sabiduría y bondad infinita.

A mis padres Carlos E. CISNEROS y Perfecta BERAÚN; por su inmenso amor, dedicación y entrega brindado durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A mis hermanos Gustavo SÁNCHEZ, Pablo, Anderson, Akio, Cleysi y Cesia CISNEROS; por su confianza y el gran afecto que nos une siendo la fuerza de mi vida.

A mis tíos, primos y demás familiares; porque sin ellos no podría haber cumplido este logro y sueño.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater que me acogió para llegar a cumplir mi meta como persona.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. POCOMUCHA POMA, Vicente S., por el apoyo brindado como parte del asesoramiento de la presente investigación.

A Nildo FLORES, compañero incondicional que me dio su apoyo durante la formación como profesional.

A mis amigas Lissett BARRIOS, Nela ESPINOZA y Rocío SEGURA; por ser parte de mi formación como profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Características del ginger rojo (<i>Alpinia purpurata</i> K. Schum).....	3
2.1.1. Taxonomía de la especie	3
2.1.2. Descripción botánica	4
2.2. El suelo y el crecimiento de las plantas.....	9
2.3. El agua y el crecimiento de las plantas	10
2.4. Reacción del suelo (pH)	11
2.5. Materia orgánica del suelo (MO)	12
2.6. Calcio (Ca)	14
2.6.1. Funciones del calcio en el suelo	14
2.6.2. Funciones del calcio en las plantas	14
2.6.3. Deficiencia de calcio	15
2.6.4. Fuentes de calcio.....	17
2.7. Fertilización.....	18
2.7.1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo	21
2.8. Abono orgánico fermentado tipo bokashi	22

2.8.1. Ventajas del bokashi	22
2.8.2. Desventajas del bokashi	23
2.8.3. Aporte del bokashi al suelo	23
2.8.4. Ingredientes abono orgánico fermentado tipo bokashi	26
2.8.5. Aportes biológicos de la materia orgánica	27
2.9. La dolomita	28
2.10. Antecedentes sobre estudios similares	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Lugar de ejecución	34
3.1.1. Ubicación política.....	34
3.1.2. Clima	34
3.1.3. Zona de vida.....	35
3.1.4. Historial del terreno en estudio	35
3.2. Materiales y equipos	35
3.2.1. Material genético	35
3.2.2. Insumos.....	35
3.2.3. Materiales, herramientas y equipos	36
3.3. Factores en estudio.....	36
3.4. Tratamientos estudiados	37

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico	37
3.6. Modelo aditivo lineal.....	38
3.7. Diseño de la parcela experimental	39
3.7.1. Bloques	39
3.7.2. Sub parcelas.....	39
3.8. Croquis del experimento	40
3.9. Metodología	40
3.9.1. Identificación del área	40
3.9.2. Limpieza general del área.....	41
3.9.3. Delimitación del área	41
3.9.4. Obtención de rizomas.....	42
3.9.5. Remoción del suelo	42
3.9.6. Siembra de rizomas y fertilización	43
3.9.7. Mantenimiento de las parcelas	43
3.9.8. Análisis de suelo.....	44
3.9.9. Variables evaluadas	44
3.10. Fase de gabinete	45
IV. RESULTADOS	46
4.1. Incremento del número de hijuelos.....	46

4.2.	Incremento de la altura de planta	48
4.3.	Comportamiento del pH en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita	50
4.4.	Comportamiento de la materia orgánica en los suelos bajo efectos de bokashi y dolomita	52
4.5.	Comportamiento del nitrógeno en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita.....	54
4.6.	Niveles de fósforo en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita	55
4.7.	Niveles de potasio en suelos ácidos bajo efectos de bokashi y dolomita.....	58
4.8.	Comportamiento del calcio en el suelo bajo efectos de fertilización con bokashi y dolomita	59
V.	DISCUSIÓN	62
5.1.	Número de hijuelos	62
5.2.	Altura de planta	63
5.3.	El pH en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita	64
5.4.	La materia orgánica en los suelos bajo efectos de bokashi y dolomita	65
5.5.	El Nitrógeno en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita	66

5.6. Niveles de fósforo en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita	67
5.7. Niveles de potasio en suelos ácidos bajo efectos de bokashi y dolomita.....	67
5.8. El calcio en el suelo bajo efectos de fertilización con bokashi y dolomita.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES.....	70
VIII. ABSTRACT	71
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXO.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Rendimiento medio flores/ha de <i>Alpinia</i> sp. y <i>Hedychium</i> sp. bajo diferentes sistemas de producción.....	6
2. Fuentes comunes de calcio.	17
3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.	21
4. Esquema de los tratamientos.	37
5. Esquema del análisis de varianza.	38
6. Análisis de varianza para la variable número de hijuelos del <i>A. purpurata</i> K. Schum.	46
7. Prueba Duncan respecto a la variable número de hijuelos del <i>A. purpurata</i> K. Schum efectos de la dolomita y el bokashi.	47
8. Análisis de varianza respecto a la variable incremento de la altura de plantas de <i>A. purpurata</i> K. Schum.	48
9. Prueba Duncan respecto a la variable incremento en altura de plantas de <i>A. purpurata</i> K. Schum bajo efectos de la dolomita y el bokashi.	49
10. Análisis de varianza respecto a la variable pH de los suelos bajo efectos de fertilización.	50
11. Prueba Duncan de respecto a la variable pH de los suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.	51

12. Análisis de varianza respecto a la variable materia orgánica (%) en suelos bajo efectos de fertilización.....	52
13. Prueba Duncan respecto a la variable materia orgánica en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.	53
14. Análisis de varianza respecto a la variable porcentaje de nitrógeno en suelos bajo efectos de fertilización.....	54
15. Prueba Duncan respecto al porcentaje de nitrógeno en suelos bajo fertilización con dolomita y bokashi.	55
16. Análisis de varianza respecto al nivel de fósforo en suelos bajo efectos del bokashi y la dolomita.	56
17. Prueba Duncan respecto al nivel de fósforo en muestras de suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.	57
18. Análisis de varianza respecto a la variable potasio en el suelo bajo efectos de la dolomita y bokashi.	58
19. Prueba Duncan de respecto a nivel de potasio en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.	59
20. ANVA del calcio en suelos con aplicación de dolomita y bokashi.	60
21. Prueba Duncan de respecto a la cantidad de calcio en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.....	61
22. Incremento en la altura de la planta durante la investigación.....	80
23. Incremento del número de hijuelos durante el experimento.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de los tratamientos en el campo.....	40
2. Diagrama del hoyo y la aplicación del abono bokashi.....	43
3. Número de hijuelos del <i>A. purpurata</i> K. Schum bajo fertilización.	47
4. Comportamiento del incremento de la altura de <i>A. purpurata</i> K. Schum bajo fertilización en suelos ácidos.	49
5. Comportamiento del pH en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y Bokashi.	51
6. Comportamiento de la materia orgánica en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.	53
7. Comportamiento del nitrógeno en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.	55
8. Comportamiento del fósforo en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.	57
9. Comportamiento del potasio en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.	59
10. Comportamiento del calcio en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.....	61
11. Vegetación predominante anteriormente.	92
12. Hijuelos extraídos para la investigación.....	92

13.	Apertura de hoyos para la siembra de hijuelos.	93
14.	Aplicación de las dosis de fertilizante.	93
15.	Aplicación de fertilizantes.	94
16.	Brotes de <i>Alpinia purpurata</i> K. Schum.	94

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la dolomita y el bokashi en cultivares de ginger rojo (*Alpinia purpurata* K. Schum.) establecidos en suelos degradados, se realizó la investigación en un terreno con suelos degradados perteneciente al Sr. José BARRIOS CASTILLO ubicado en el centro poblado Bella, distrito Mariano Dámaso Beraún, región Huánuco. El diseño utilizado fue en bloque completo al azar (DBCA) con tres bloques, cinco tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos fueron 100 g de bokashi más 1,250 g de dolomita (T₁), 100 g de bokashi más 2,500 g de dolomita (T₂), 200 g de bokashi más 1,250 g de dolomita (T₃) y un tratamiento sin fertilización (T₀). El bokashi fue mezclado con la tierra dentro de los hoyos donde sembró los rizomas, mientras que la dolomita se mezcló con el suelo y se le añadió en forma de media luna alrededor de los rizomas sembrados. Se realizó dos evaluaciones, la primera a los 75 días y la segunda a los 150 días después de la siembra. Los resultados muestran que el incremento del número de hijuelos y la altura en las dos evaluaciones no presentó diferencias estadísticas; se ha incrementado los niveles de pH, potasio y calcio, mientras que los niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo han disminuido a los 150 días después de la fertilización inicial con dolomita y bokashi. La aplicación de estos fertilizantes mejora el crecimiento del ginger y los contenidos nutricionales del suelo.

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia Leoncio Prado existe áreas degradadas (se estima 16,000 ha) con predominancia de plantas indicadoras de suelos pobres como: shapumba (*Pteridium* spp) y rabo de zorro (*Andropogon* spp) y escasa actividad agropecuaria o forestal por parte de los agricultores. Durante la década de los 80's hasta 1994, estas áreas presentaban cultivos de coca (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2003), las cuales hoy, en términos económicos, descenso del rendimiento, unido a los altos costo de inversión, generan un nivel de ingresos muy bajo, originando consecuencias negativas en el tejido social de las comunidades rurales (MUNIVE, 2006).

Por otra parte, JACKSON (1967) indica que en suelos ácidos se encuentra frecuentemente pequeñas cantidades de magnesio (Mg) en relación con el calcio (Ca), así al agregar cal agrícola a los suelos genera un desequilibrio en la relación de calcio (Ca) / magnesio (Mg), por lo tanto, se puede observar deficiencias de Mg en los cultivos, recomendando la aplicación de dolomita.

Se viene buscando cultivos alternativos en las grandes extensiones de suelos ácidos, motivo por el cual se ha utilizado el ginger rojo (*Alpinia purpurata* K. Schum.) que es cultivada como planta ornamental no solo por la belleza de su inflorescencia, sino también por su larga duración postcosecha, y

otro factor favorable es que crecen en un pH óptimo de 4.5 – 5.0 (MATURANA, 2003); aspectos anteriores generan interrogantes como ¿Tendrá un comportamiento favorable la aplicación del abono bokashi y la dolomita en cultivares de ginger rojo (*Alpinia purpurata* K. Schum.) establecidos en suelos degradados?.

Se aceptó la hipótesis nula considerando que la aplicación del abono orgánico bokashi y la dolomita afectaron de manera similar el incremento en número de hijuelo, altura y la propiedades químicas del suelo (pH, MO, N, P, K y Ca) en comparación al tratamiento denominado como testigo.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de dolomita y bokashi sobre el crecimiento del ginger rojo y las propiedades nutricionales del suelo bajo condiciones de suelos degradados.

Objetivos específicos

- Determinar cuantitativamente el efecto de la dolomita y bokashi en el incremento del número de hijuelos en cultivares de ginger rojo.
- Determinar cuantitativamente el efecto de la dolomita y bokashi en el incremento de la altura de plantas del cultivar ginger rojo.
- Determinar el efecto de dolomita y bokashi en las propiedades químicas (pH, MO, N, P, K y Ca) del suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características del ginger rojo (*Alpinia purpurata* K. Schum)

El ginger rojo es una planta rizomatosa perenne originaria de las Islas Salomón en Malasia (DENNIS, 1989) y es cultivada como planta ornamental. Se le atribuye gran valor hortícola por sus usos como flor de corte y planta de follaje. Su introducción masiva al mercado nacional de las flores de corte es reciente, donde su potencial ha sido reconocido no sólo por la belleza de su inflorescencia, sino también por su larga duración postcosecha (BROSCHAT y DONSELMAN, 1988).

Es cotizada por su belleza, apariencia exótica y durabilidad en arreglos florales. Hay poca información disponible sobre las necesidades agronómicas del cultivo, sin embargo se ha observado que la producción de flores se ve afectada por periodos prolongados de sequía o exceso de lluvias. Se requiere la aplicación de fertilizantes, previo análisis de suelo, con el fin de suministrar niveles balanceados de N, P, K, Mg, Ca y S (CATIE, 2007).

2.1.1. Taxonomía de la especie

El ginger rojo es una planta monocotiledonea perteneciente al orden Zingiberales y a la familia Zingiberaceae. Este orden es un grupo de ocho familias de hierbas grandes con pseudotallos formados por los pecíolos

de hoja pinnativenadas, de flores vistosas, zigomorfas, con cáliz y corola diferenciados, y con ovario ínfero. La familia Zingiberaceae está representada por 50 géneros y casi 1300 especies. Se encuentra en zonas tropicales y subtropicales, pero principalmente en el sudeste de Asia; se reporta un solo género nativo en el neotrópico. Esta familia está conformada por los géneros *Alpinia*, *Curcuma*, *Elettaria*, *Etilingera*, *Hedychium*, *Renealmia* y *Zingiber*.

De acuerdo a la taxonomía el ginger rojo se clasifica de la siguiente manera (SHEEHAN, 1958).

Reino	: Plantae
Filo	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Zingiberales
Familia	: Zingiberaceae
Género	: <i>Alpinia</i>
Especie	: <i>Alpinia purpurata</i> K. Schum

2.1.2. Descripción botánica

El ginger rojo es una planta herbácea rizomatosa, perenne y aromática. Presenta hojas simples, dísticas con vainas abiertas, liguladas, con inflorescencia terminal en un tallo folioso o un tallo bajo deshojado especializado (escapo), espigada, racemosa, o tirseiforme.

Las flores son bisexuales, zigomorfas, solitarias o en cincinos en las axilas de brácteas espiralmente arregladas, con bractéolas; cáliz tubular, verdusco, cortamente 3 - lobado, corola tubular, blanca o coloreada, 3 - lobada; un estambre fértil, a veces petaloide; dos estaminodios internos, unidos a un labelo petaloide, frecuentemente grande y vistoso; usualmente dos estaminodios externos (rara vez ausentes), petaloides o muy pequeños, libres o adnados al labelo; un pistilo compuesto; ovario ínfero, 3 -locular, con glándulas nectariales encima, muchos óvulos por lóculo; placentación axilar; sin estilo, filiforme, retenido entre las tecas; estigma en forma de taza o 2 - lamelado.

El fruto es una cápsula loculicida, a veces carnosa; generalmente con muchas semillas ariladas (INBIO, 1998; citado por OSTOS, 2006).

Desde el punto de vista fisiológico, presenta la proliferación de varios tallos provenientes de una cepa, con hojas lanceoladas alternas. El crecimiento es continuo hasta la aparición de la flor falsa, la cual se destina para la comercialización y es de color rojo o rosado.

La verdadera flor es pequeña y aparece dentro de la falsa flor y tiene color blanco (Aguilar, 1992, 1998; citado por OSTOS, 2006).

2.1.2.1. Factores ambientales

Temperatura y humedad. Su temperatura óptima de producción se encuentra entre 24 y 30 °C con una temperatura de suelo de 18 a 23 °C. Lo

que demuestra que las condiciones del trópico ofrecen claras ventajas. La humedad relativa óptima está entre el 60 y el 80% (MATURANA, 2003).

Luz. Las dos especies, tienen pocos requerimientos de luz porque nacen tanto en exposición directa de luz como en semisombra. Sin embargo se ha demostrado que la Ginger crece mucho mejor con condiciones de sombra por lo que se hace necesario la instalación de una polysombra que permita obtener las condiciones necesarias de cultivo (MATURANA, 2003).

SOSOF *et al.* (2005) en una investigación denominada “Búsqueda, recolección y evaluación de cinco sistemas de producción de cultivares de flores de la familia zingiberaceae en suroccidente de Guatemala”. Las flores colectadas, fueron evaluadas bajo cinco sistemas de producción: a sol directo, bajo 30, 53 y 73 % de sombra, así como bajo sombra de árboles de hule (*Hevea sp.*).

Cuadro 1. Rendimiento medio flores/ha de *Alpinia sp.* y *Hedychium sp.* bajo diferentes sistemas de producción.

Especie	Porcentaje de sombra				
	0%	30%	53%	73%	Hule
<i>Alpinia sp.</i>	0	10476	1587	0	0
<i>Hedychium sp.</i>	29047	30000	17142	3333	0

Fuente: IIDESO (2005) citado por SOSOF *et al.* (2005).

Las mayores alturas de plantas, correspondió a la especie *Alpinia* sp., con 53 y 30% de sombra. Para determinar el mejor sistema para cada especie, en cuanto a número de brotes por planta se refiere, se llevó a cabo una prueba de T, mediante la cual se determinó que para la especie *Alpinia* sp. los sistemas con 53 y 30% fueron los mejores, con una media de 31.1 y 30.2 brotes por planta.

2.1.2.2. Riego y fertilización

Lo primero que se requiere, es que se tenga un suelo bien drenado y con buena aireación, ya que estas son plantas tropicales necesitan crecer en regiones muy húmedas, donde exista bastante agua. Los datos recogidos afirman que en Colombia se reporta un consumo de siete litros de agua diarios por planta, bajo condiciones de verano intenso.

Aunque se requiere de mucha agua, se debe prevenir a toda costa los encharcamientos porque acarrear problemas fitosanitarios difíciles de controlar. Muchos productores recomiendan el riego por aspersión que logra mantener una humedad relativa alta, se habla de valores del 60 al 80%.

La fertilización como en todas las plantas cultivadas, debe basarse en análisis periódicos de suelo. Lo que recomiendan para el terreno escogido es añadir por hectárea 400 kg de nitrógeno en forma de Urea, 1000 kg de K₂O en forma de cloruro de potasio, Boro en forma de Borax, Zinc y de una a una tonelada y media de abono orgánico. Estas cantidades son por hectárea al año (MATURANA, 2003).

Asimismo se recomienda aplicar cal al menos una vez al año que ayuda a nivelar el PH y a balancear la absorción de nutrientes.

HANSEN (1993) afirma que el conocimiento del crecimiento y desarrollo de la planta es imprescindible para la ejecución de prácticas culturales apropiadas relacionadas con la fertilización.

2.1.2.3. Propagación

La propagación de la planta se realiza en forma asexual, a través de brotes desarrollados en la inflorescencia, por secciones de rizoma y mediante cultivo in vitro. El método empleado es importante, ya que afecta el inicio de la producción de flores, siendo de 1.5 a 3 años en la primera, de 1 año en la segunda, y de 20 a 30 meses en la última (BROSCHAT y DONSELMAN, 1988; CHANG y CRILEY, 1993).

2.1.2.4. Labores culturales

La distancia de siembra para la ginger es de 2 m. Se siembran en promedio 4000 plantas por hectárea. En el momento de la siembra se deben tener en cuenta parámetros como el tamaño de la flor, el hábito de crecimiento y la inclinación (MATURANA, 2003).

Para MERSINO (1995) en el ginger rojo, su cultivo se realiza comercialmente a campo abierto y con una distancia de siembra que varía de 1.5 a 3.3 m entre hileras y 1.5 m entre plantas.

Ciclo productivo y productividad

Las flores en gingers se presentan entre ocho y doce meses después de la siembra y florecen todo el año para un promedio de 90 flores por mata. Esto se debe tener en cuenta para la programación de mercado para estas flores.

Tutoraje y podas

Se realizan deshijes que mantienen la cepa limpia y vigorosa. Esta práctica contribuye a que haya buena aireación, lo que reduce el riesgo de enfermedades y se debe hacer preferiblemente con las manos. En los gingers se deben eliminar los pseudotallos pequeños, malformados o de pobre desarrollo, para no dejar germinar flores pequeñas con poco valor comercial.

Además de todas las anteriormente mencionadas, conviene mantener la zona del cultivo limpia, recogiendo las hojas secas, enfermas o quebradas. Para no tener tanto desperdicio en basura, éstas (exceptuando las enfermas) se pueden utilizar luego para generar un sustrato que sirva como fertilizante (MATURANA, 2003).

2.2. El suelo y el crecimiento de las plantas

GUZMÁN (2008) manifiesta que la estructura del suelo influye en el crecimiento de las plantas, sobre todo porque afecta las relaciones de humedad, aireación, transferencia de calor e impedimento mecánico al

crecimiento de la raíz. El movimiento del agua y aire a través del suelo depende de la porosidad del mismo, característica que está determinada en gran medida por la estructura.

El mismo autor indica que la disponibilidad de los nutrientes varía a diferentes valores de pH. La disponibilidad máxima de los nutrientes primarios (N – P – K) es mayor a un pH entre 6.5 a 7.5. La solubilidad de algunos elementos fitotóxicos, como el aluminio, aumenta a valores de pH (menos de 5.5), lo cual disminuye el rendimiento de los cultivos. De igual manera, el manganeso podría volverse tóxico, y cuando el pH del suelo es superior a 8.5, por lo general las concentraciones de sodio son excesivas. Los valores cercanos al pH neutro favorecen la actividad de muchos microorganismos que llevan a cabo la tan necesaria actividad biológica del suelo.

Los organismos que habitan en el suelo contribuyen de manera importante al crecimiento de las plantas por medio de sus efectos sobre la circulación de los nutrientes. Particularmente importantes a este respecto son las plantas microscópicas (microflora), que descomponen los residuos orgánicos liberando nutrientes para las plantas en crecimiento (GUZMÁN, 2008).

2.3. El agua y el crecimiento de las plantas

Un suelo húmedo posee una película gruesa de agua y, en consecuencia, tiene escasa succión. Por el contrario, un suelo seco tiene una película delgada de agua y muestra gran succión. Por esta razón, el agua se

moverá de un suelo húmedo a un suelo seco, pero dicho movimiento es lento (GUZMÁN, 2008).

2.4. Reacción del suelo (pH)

La importancia del pH del suelo ha sido tema de numerosas discusiones, pretendiéndose en todo momento que la acidez y la alcalinidad, expresadas como valores de pH, carecen de importancia, siempre y cuando el nivel de los elementos nutritivos y la estructura del suelo sean adecuados para el crecimiento del cultivo. En realidad, las pruebas químicas de laboratorio y de campo han demostrado, muchas veces, que la reacción del suelo o pH del suelo afecta de modo significativo la disponibilidad y la asimilación de nutrientes y ejerce una fuerte influencia sobre la estructura del propio suelo. Además, la acidez o la alcalinidad influyen directamente en la proliferación de muchos microorganismos del suelo.

La actividad de estos microorganismos determina, muchas veces, la disponibilidad de nutrientes para las plantas por ejemplo: cuando el suelo es ácido (pH entre 4.5 y 5.5) la descomposición de la materia orgánica hacia la producción de amoníaco (amonificación) se acelera debido a la acción de bacterias amonificantes. Por otro lado, el proceso de nitrificación (la conversión de nitrógeno amoniacal a nitrógeno nítrico) es óptimo a pH entre 6.5 y 7.6 (ROWELL, 1994).

A la mayoría de especies cultivadas, les favorece pH entre valores de 5.5 a 7.5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se

desarrolla mejor. Normalmente entre pH 6.5 y 7.0 es el rango que se maneja especialmente para cultivos bajo técnicas de fertirrigación (DOMÍNGUEZ, 1997).

2.5. Materia orgánica del suelo (MO)

El contenido de materia orgánica en los suelos es muy variable y está condicionado en primera instancia por el clima y la vegetación y localmente se ve determinado por la fisiografía, la naturaleza del material madre que genera el suelo y el sistema de manejo.

La materia orgánica del suelo tiene la habilidad de retener cationes y otros no cationes y minimizar la pérdida por lavaje, de tal manera que los nutrientes pueden ser absorbidos y ser usados por la planta cuando lo necesite.

Un suelo con adecuado contenido de materia orgánica provee suficiente bióxido de carbono para la síntesis de la formación microbial, transformándolo en un suelo vivo con activa microflora. La materia orgánica del suelo es fuente de nutrientes y de sustancias promotoras de crecimiento (ZAVALETA, 1992).

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de la microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en

reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes. Cuando son agregados restos orgánicos de origen vegetal o animal, los microorganismos del suelo transforman los compuestos complejos de origen orgánico en nutrientes en forma mineral que son solubles para las plantas; pero este proceso es lento, por lo tanto la materia orgánica no representa una fuente inmediata de nutrientes para las plantas, sino más bien una reserva de estos nutrientes para su liberación lenta en el suelo (MOLINA, 2012).

Así, la materia orgánica facilita (GUZMÁN, 2008):

- Ayuda a reforzar los agregados del suelo, mejorando de esta manera la fertilidad con que se cultiva y la estructura del mismo.
- Mejora la aireación y la infiltración del agua.
- Aumenta la capacidad de retención del agua.
- Proporciona mayor capacidad de intercambio catiónico.
- Produce un efecto amortiguador contra cambios rápidos en la reacción del suelo, cuando se agregan a éste materiales generadores de condiciones ácidas o alcalinas.
- Forma compuestos orgánicos estables que aumentan la disponibilidad de los micronutrientes.
- Constituye una fuente de numerosos nutrientes de las plantas.
- Constituye fuente de alimento para los microorganismos del suelo.

2.6. Calcio (Ca)

Es un nutriente esencial que restringe y que lleva una carga pesada en el crecimiento de las plantas. Muy a menudo, este toma un lugar posterior en los programas de fertilidad del suelo orientados a obtener rendimientos altos y mejorar la calidad de los cultivos. Los productores de maní y tomates son probablemente las excepciones en el énfasis sobre una buena nutrición en calcio (MUNIVE, 2004).

2.6.1. Funciones del calcio en el suelo

En el suelo el Ca reemplaza a los iones hidrógeno (H⁺) de la superficie de las partículas del suelo cuando el CaCO₃ es aplicado para reducir la acidez del suelo.

El Ca es esencial para los microorganismos, para la transformación de los residuos de cultivos en materia orgánica, liberación de nutrientes, mejoramiento de la agregación del suelo y la capacidad de retención de agua. El Ca ayuda en la fijación del N por las bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas leguminosas capturando el N atmosférico y convertirlos en una forma que las plantas puedan usarlo (MUNIVE, 2004).

2.6.2. Funciones del calcio en las plantas

El Ca mejora la absorción de otros nutrientes por las raíces y su traslocación dentro de las plantas. Este activa a un número de sistemas

enzimáticos reguladores del crecimiento, ayuda en la conversión del N-NO_3 en formas requeridas para la formación de las proteínas, es necesario para la formación de las de las paredes celulares y la división normal de las células y contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades.

El Ca junto al Mg y K, ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos que se forman durante el metabolismo de las células en las plantas.

2.6.3. Deficiencia de calcio

El Ca es absorbido por las plantas como un ión divalente (Ca^{2+}). La deficiencia de Ca no es igual para la mayoría de los cultivos cuando el suelo es apropiadamente encalado para ajustar el pH a niveles óptimos para la producción.

Tanto como los suelos se vuelvan más ácidos, el crecimiento de las plantas es a menudo restringido por las concentraciones tóxicas en el suelo de Al y/o Mn cuando no hay una dotación suficiente de Ca. El análisis del suelo y un buen programa de encalado son las mejores prácticas de manejo (BMPs) para prevenir estos problemas (MUNIVE, 2004).

Las deficiencias de Ca pueden ocurrir y necesitan ser prevenidos o corregidos. Los síntomas de deficiencias incluyen:

- Desarrollo radicular lento. Las raíces pueden desarrollar un color oscuro y en casos severos el punto de crecimiento muere.

- El crecimiento de las hojas nuevas puede ser lento y sus puntas pueden pegarse. Recordar que el Ca no se trasloca rápidamente dentro de la planta tanto que las deficiencias empiezan en las partes en crecimiento.
- Pobre nodulación por las bacterias fijadoras de N en las raíces de plantas leguminosas. Nódulos inefectivos son blancos a verde grisáceos por dentro, mientras que nódulos saludables tienen interiores de color rosado oscuro.
- En tomates, las flores terminan en pudriciones. El Ca y un adecuado manejo del agua mejora la resistencia de la planta a este problema.
- Aborto y frutos secos (arrugados) en maní. Una escasez de calcio resulta en porcentaje de frutos reventados.
- Plúmula oscurecida o corazón negro en semillas de maní. Esto reduce el rendimiento, calidad y valor del cultivo.
- Enfermedades que pudren vainas en maní. Las vainas son predispuestas a infecciones fungosas cuando el calcio es deficiente o está fuera del balance con Mg y K.

Las deficiencias de Ca se presentan en suelos ácidos, suelos arenosos de los cuales el Ca ha sido lavado por la lluvia o por el agua de riego. También puede ocurrir en turbas altamente ácidas y en suelos con estiércol donde el Ca total es bajo.

2.6.4. Fuentes de calcio

Un buen programa de encalado es un proveedor eficiente de Ca para la mayoría de cultivos. Una alta calidad de la calcita o caliza es efectiva cuando el ajuste del pH es necesario. Si el Mg es deficiente también, la calcita dolomítica puede ser usada o calcita calcítica puede ser aplicada a lo largo con una fuente de Mg tal como sulfato de Mg y K (K-Mag). El yeso o SO_4Ca provee Ca cuando el pH es adecuado (MUNIVE, 2004).

Cuadro 2. Fuentes comunes de calcio.

Material	Calcio (%)	Valor ácido-neutralizante*
Yeso	22	Ninguno
Escoria básica	29	50 – 70
Caliza calcítica	32	85 – 100
Caliza dolomítica	22	95 – 108
Cal hidratada	46	130 – 130

*Carbonato de calcio puro = 100.

Fuente: MUNIVE (2004).

La deficiencia de Ca puede ser prevenida por las siguientes BMPs, tal como muestreo del suelo en una base regular y corrigiendo la acidez del suelo con un encalado apropiado. El balance de un programa de nutrición de la planta manteniendo al Ca, K y Mg en una disponibilidad balanceada. Una sobreabundancia de uno de ellos puede permitir la escasez o extracción (antagonismo) de otro. También aplicaciones de Ca para funciones específicas de la planta, por ejemplo, el Ca aplicado cuando el maní comienza a formar

vainas puede ayudar a mejorar el desarrollo de las semillas. Combinar la disponibilidad de Ca con otras prácticas de manejo da resistencia a enfermedades de las plantas (MUNIVE, 2004).

2.7. Fertilización

La intensificación de la silvicultura se ve reflejada en la aplicación de fertilizantes para disminuir los problemas de crecimiento por causa de deficiencias nutricionales, técnica que se ha vuelto muy común en la actualidad en gran parte del mundo (VON MAREES, 1988), es muy ocupada en plantaciones o bosques artificiales con el fin de incrementar la productividad de los mismos en el menor tiempo posible (LEONARD, 1990).

Es importante destacar que la fertilización es necesaria sólo cuando se presentan suelos pobres o deficitarios de nutrientes debido a que un aporte mineral en las condiciones opuestas puede generar, en forma artificial, un déficit de otros nutrientes, sin olvidar el costo monetario que involucra esta práctica (GONZÁLES, 1993).

El crecimiento, desarrollo y producción de las plantas, está representada principalmente por el clima como el factor más determinante, seguido de las propiedades físicas del suelo y de los contenidos en elementos nutritivos (SCHALTTER, 2005).

Nitrógeno. El exceso puede afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la intercepción de radiación solar

por el cultivo. Deficiencias severas de nitrógeno no disminuyen el número final de hojas por planta y reducen principalmente la tasa de expansión foliar con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar (UHART, 1995).

Los síntomas visuales de deficiencias de N no son fácilmente detectables en estadíos tempranos del ciclo del cultivo, pudiendo aparecer síntomas severos a partir de las 6 a 7 hojas desarrolladas. El estrés nitrogenado hace que las hojas tomen una coloración verde claro a amarillenta debido a la merma en el contenido de clorofila.

El amarillamiento y senescencia foliar producido por la escasez de Nitrógeno comienza por las hojas basales avanzando desde la punta hacia la base de las mismas en forma característica de "V" invertida. Es importante señalar que existen diferencias apreciables entre híbridos en la intensidad del color verde de las hojas por lo que la comparación entre genotipos puede conducir a errores en la interpretación del estado nutricional del cultivo (UHART y ECHEVERRÍA, 2000).

Potasio. Es un elemento mayor que se encuentra en gran proporción en los tejidos vegetales, la remoción anual de la vegetación formada significa una constante pérdida del potasio existente en el suelo. Parece ser que el potasio tiene una acción bastante marcada en la regulación de las condiciones hídricas del vegetal, tanto a nivel celular como de tejidos, ayudando en la formación de las proteínas y en la transformación de azúcares en almidón (HUERTAS, 2005).

Las plantas con exceso de K presentan frecuentemente deficiencias de Mg y posiblemente de Ca, debido a que se inducen desbalances nutrimentales, los cuales interfieren en la relación óptima de K/Mg y K/Ca, si estos dos nutrimentos están por debajo de sus rangos de suficiencia (RAMOS, 2005).

Fósforo. Este elemento menor se encuentra en los suelos debido a que es parte importante constituyente de los materiales madres que lo originan, pero la riqueza de ellos en él, no significa de ningún modo las posibilidades de aprovechamiento por las plantas, ya que los compuestos que lo contienen son sumamente insolubles (HUERTAS, 2005).

Las deficiencias de P generan tonalidades morado o purpúreo en hojas y tallos, comenzando también por las hojas basales ya que el P es un elemento móvil dentro de la planta.

La merma de P disminuye la traslocación de asimilados acumulándose azúcares en hojas y tallos, los que a su vez generan antocianinas, que son los pigmentos que producen las tonalidades señaladas. La misma coloración se observa en tallos y hojas cuando se elimina total o parcialmente la espiga, generando una limitación por destinos o un excedente de fuente que aumenta los azúcares en órganos vegetativos y la producción de pigmentos (UHART y ECHEVERRÍA, 2000).

Altas concentraciones de P en el sustrato pueden disminuir el crecimiento, principalmente por restricción de la absorción y traslocación de Zn,

Fe y Cu, apareciendo síntomas inducidos de esos microelementos (RAMOS, 2005).

2.7.1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo

La zona selvática debido a la alta meteorización de sus suelos, generalmente de naturaleza ácida, presentan limitaciones en cuanto a la disponibilidad de nutrientes. En el Cuadro 3 se detalla los niveles críticos de los macro y micronutrientes para la zona antes mencionada (ZAVALA, 2002).

Cuadro 3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.

Nivel crítico	Cantidad de nutrientes en el suelo					
	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (k/ha)	M.O (%)	CIC (meq/g)	Calcáreo total (%)
Muy bajo					< 5	
Bajo	< 0.1	0 – 6	0 - 300	< 2	5 - 10	< 1
Medio	0.1 – 0.2	7 - 14	300 – 600	2 – 4	10 – 15	1 – 5
Alto	> 0.2	> 14	> 600	> 4	15 – 20	5 - 10
Muy alto					> 20	> 15

Fuente: ZAVALA (2002).

Todos los minerales (elementos) determinados en el análisis de suelo son disponibles para la nutrición de la planta, sin embargo, las cantidades varían de un elemento a otro. Y cuando se comparan con las cantidades de nutrientes óptimas que la planta requiere para su nutrición (rango adecuado),

se conoce el nivel de suficiencia de cada nutriente ya sea en niveles: bajo, óptimo y excesivo (ZAVALA, 2002).

2.8. Abono orgánico fermentado tipo bokashi

Es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía.

RESTREPO (2007) menciona que el bokashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”; una traducción de esta palabra al español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado.

Tradicionalmente para la preparación del bokashi, los agricultores japoneses usaban materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelos de los bosques como inoculante microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación de abono. Ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumente la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas de los suelos (SHINTANI *et al.*, 2000).

2.8.1. Ventajas del bokashi

El objetivo principal del bokashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el

cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo. El suministro deliberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos microorganismos benéficos elimina los organismos patogénicos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40 – 55 °C (SHINTANI *et al.*, 2000).

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además suministra vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macro organismos benéficos durante la de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo (EMTECH, 2001).

2.8.2. Desventajas del bokashi

Si no se maneja bien el proceso de producción se puede tener desventajas similar al “pre-compost”. Algunos microorganismos patogénicos y malos e insectos no deseables podrían desarrollarse. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos (SHINTANI *et al.*, 2000).

2.8.3. Aporte del bokashi al suelo

Según URIBE (2000), el bokashi es un abono orgánico fermentado y aporta al suelo característica como:

Los aportes físicos del abono bokashi, son las siguientes:

- Conserva la humedad
- Aumenta los cambios de temperatura
- Amortigua la capacidad calorífica
- Protege del sol y del viento, reseca
- Permite el agregado de partículas elementales
- Evita el impacto directo de las gotas de agua
- Reduce la evaporación
- Mejora el balance hídrico
- Reduce la erosión
- Reduce el escurrimiento superficial del agua
- Facilita el drenaje en el laboreo
- Aumenta la permeabilidad estructural
- Aligera suelos arcillosos
- Físicamente frena el desarrollo de otras plantas
- Mantiene un régimen térmico más estable
- Reduce la disgregación de las partículas del suelo y el encostramiento superficial
- Aumenta la formación de agregados hidrorresistentes.

Los aportes químicos de la materia orgánica son las siguientes:

- Regula el pH
- Aumenta el poder tampón
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico
- Mantiene los cationes en forma cambiante
- Favorece la fertilidad fosfatada del suelo
- Favorece la formación de fosfohumatos (ácidos húmicos + aniones de fosfatos)
- Forma quelatos
- Mantiene las reservas y el balance estable del nitrógeno en el suelo
- Aumenta el poder de retención de macro nutrientes como: calcio, magnesio, sodio, potasio, nitrógeno, etc.
- Formación de compuestos, con una gran libertad de movimientos en el suelo
- Para el hierro, la materia orgánica actúa completando los iones de Fe y Al de los suelos ácidos (BEAR, 1963)
- Para el potasio, la materia orgánica reduce la fijación del mismo por las arcillas (Remy y Marín, 1974; citado por RESTREPO 2007), dado que aporta puntos de absorción del potasio, reversibles.
- incremento de la CIC - los cuales actúan como alternativa a los espacios internos de las arcillas.

2.8.4. Ingredientes abono orgánico fermentado tipo bokashi

Según EMTECH (2001), los ingredientes a utilizar en la elaboración de abono orgánico bokashi son:

- Gallinaza: Excreta de gallinas ponedoras, su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con otros nutrientes, principalmente fósforo, potasio, magnesio, hierro, calcio, zinc y cobre entre otros.
- Carbón vegetal: Mejora las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía), permite una buena oxigenación del abono, para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación.
- Cascarilla de arroz: Favorece, en alto grado, la fermentación de los abonos y es incrementada por la presencia de vitaminas, además de aportar nitrógeno, es rico en: fósforo, potasio, calcio y magnesio. Puede ser sustituido por grano molido y otra fuente energética.
- Ceniza: Desecho de hornilla o ladrillera; que regula la acidez del abono orgánico y aporta minerales útiles para las plantas; substituye a la cal agrícola.
- Levadura de pan: Fuente principal de diseminación microbiológica para la fabricación de los abonos orgánicos fermentados
- Agua: Tiene la función de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono y propicia las condiciones

ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante todo el proceso de fermentación.

2.8.5. Aportes biológicos de la materia orgánica

EMTECH (2001) considera al bokashi con los siguientes aportes:

- Favorece la respiración radicular
- Favorece la germinación de semillas
- Favorece la salud de las raíces
- Regula la actividad micro y macrobiológica del suelo
- Se transforma en una de las principales fuentes energéticas para microorganismos heterótrofos
- Modifica e incrementa la actividad enzimática
- Incrementa la actividad de la rizófora
- Mejora la nutrición y disponibilidad de minerales para los cultivos
- Favorece la biodegradación de muchas sustancias tóxicas presentes en los suelos
- Aumenta la digestión biológica del suelo
- Favorece la producción de sustancias fitoestimulantes como: El AIA, triptófano, ácidos orgánicos, etc.
- Favorece el incremento de la población microbiana aeróbica, responsable entre otras acciones por la humificación de la materia

orgánica, nitrificación, fijación del nitrógeno atmosférico, evolución biológica del azufre y del fósforo

- Potencializa los efectos de la fertilización mineral
- Favorece y actúa directamente sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, aumentando la permeabilidad de las membranas celulares, elevando la actividad de los fermentos sintetizantes, así como el contenido de la clorofila y la intensidad de la respiración y en general activando de forma equilibrada el metabolismo de los vegetales y paralelamente el de los microorganismos.

2.9. La dolomita

Derivado de dolomía nombre creado en honor del geólogo francés D. Dolomieu, que estudió estas rocas. La dolomita es semidura, no muy pesada y frágil, es infusible, ya que se descompone en casi todos los carbonatos. El calcio y el magnesio tienen posiciones fijas en la red, que difiere de la calcita y la magnesita, ya que la sustitución isomórfica no es posible por la diferencia de tamaño entre ambos cationes (INTEVEP, 1997).

La caliza dolomítica es una excelente fuente para las deficiencias de Mg debido a que ésta contiene de 6 a 12% de Mg. Sin embargo, la caliza dolomítica está en la forma de CO_3Mg que no es soluble en agua y sólo es lentamente disponible para algunos cultivos. Su disponibilidad depende de la fineza de las partículas. Cuanto más fina es molida la caliza dolomítica, más

rápida es su disponibilidad para los cultivos. En suelos bajos en Mg y donde la caliza dolomítica ha sido usada como una fuente de encalado, un adicional de Mg soluble en agua debe ser aplicado con el fertilizante utilizado. Por lo tanto, la aplicación de 700 kg/ha de 3 – 9 – 18 de fertilizantes para maíz, el cual contiene 3% de Mg, debería suministrar 21 lb/acre de Mg soluble en agua. Esta cantidad de Mg cuando en uso en conjunción con la caliza dolomítica, suministra todo el Mg requerido por el maíz para producir 8 000 kg/ha o más (MUNIVE, 2004).

INTEVEP (1997) manifiesta que las calizas magnésicas o dolomitas son una asociación, en proporciones variables, de carbonato de cal y carbonato magnésico (e.j. 30 por 100 CaO y 20 por 100 MgO al estado de carbonato).

Fórmula química: $\text{CaMg} [\text{CO}_3]_2$

INTEVEP (1997) determina que las propiedades físicas de la dolomita son las siguientes:

- Sistema cristalino: trigonal.
- Hábito: Suele encontrarse en forma de agregados cristalinamente granulares. Forma también masas porosas y terrosas.
- Dureza: 3.5 - 4.0
- Densidad: 2.9
- Raya: blanca.

- Color: incolora, blanca, gris de distinta intensidad hasta negro, según las impurezas.
- Brillo: vítreo o a veces madreperla.
- Fractura concoidea.
- Exfoliación: romboédrica perfecta.

INTEVEP (1997) manifiesta las propiedades químicas que presenta la dolomita son los siguientes:

- Peso molecular: 184.40 gm
- Composición: Calcio (21.73%), Magnesio (13.18%), Carbono (13.03%) y Oxígeno (52.06%).

2.10. Antecedentes sobre estudios similares

GONZÁLEZ y MOGOLLÓN (2000) evaluaron el efecto de las dosis de fertilizante nitrogenado (NH_4NO_3): 150, 300 y 600 kg de N/ha/año, sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia de *Alpinia purpurata*. En plantas de 26 meses de edad, provenientes de cultivo in vitro y de secciones de rizoma, fueron seleccionados dos brotes o pseudotallos/ planta donde la emergencia de la inflorescencia aún no había ocurrido. Se registraron, cada dos días, la longitud y el diámetro de la misma, ambos considerados parámetros de calidad una vez cosechada dicha inflorescencia. En las plantas de cultivo in vitro, los máximos valores fueron alcanzados a los 36 días, con 4.25 cm de diámetro y 6.84 cm de longitud; mientras que las propagadas por sección de rizoma a los

42 días, con promedios de 4.75 y 7.64 cm, respectivamente. La dosis de 150 y 300 kg de N/ha/año registraron mayores valores en las variables evaluadas para las plantas provenientes de sección de rizoma y de cultivo in vitro, respectivamente. Considerando aspectos morfológicos. En los dos materiales de plantación utilizados, la fertilización nitrogenada afectó el crecimiento y el tiempo de desarrollo de la inflorescencia en la especie estudiada.

REÁTEGUI (2010) realizó un estudio sobre el efecto de tres abonos orgánicos (bokashi, gallinaza y guano de islas) para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (shaina) durante la fase de vivero; los tratamientos fueron, un testigo con el sustrato de mezcla 3:2:1 (suelo agrícola, arena, aserrín), tratamiento 1 (sustrato 3:2:1 más 1 carretilla al ras de bokashi), tratamiento 2 (sustrato 3:2:1 más 1 carretilla al ras de gallinaza) y tratamiento 3 (sustrato 3:2:1 más 1/4 de carretilla de guano de islas). Los resultados indicaron que el tratamiento con bokashi aportó mayor efecto en las diferentes características evaluadas, altura 16,89 cm, diámetro 0,31 cm, materia seca parte aérea 3,245 g, materia seca de raíz 1,543 g y prendimiento de 94,0 %.

RAMÍREZ y RESTREPO (2000) evaluaron el efecto de la aplicación del abono tipo bokashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia, evaluaron los cambios en las propiedades físicas de un suelo degradado con la adición del abono orgánico tipo bokashi. Realizaron un diseño completamente al azar con cinco (05) tratamientos y con cinco (05) repeticiones, para un total de 25 unidades experimentales. Cada tratamiento tenía diferentes cantidades de bokashi

mezcladas con el suelo degradado, los tratamientos fueron: (300 g), (250 g), (200 g), (100 g) y (0 g). Evaluaron tres variables respuestas: densidad aparente, densidad real, estabilidad estructural. La adición del abono orgánico tipo bokashi en el suelo, modificó las propiedades físicas de este, presentándose cambios en la densidad aparente, la densidad real y la estabilidad estructural. La menor densidad aparente se presentó en los tratamientos 200 g y 100 g, lo cual indica un mejoramiento del espacio poroso del suelo, puede ayudar al aumento en la retención de humedad y a un mejor desarrollo del sistema radicular de las plantas. Las dosis 300 g, 250 g y 200 g, disminuyeron la densidad real del suelo en estudio, debido a los aportes de materiales orgánicos. Las dosis 250 y 200 presentaron la mayor estabilidad estructural evidenciándose un menor valor de inestabilidad y un mayor estado de agregación.

NAZAR (2010) realizó un estudio en el efecto de la dolomita en el crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L. clon CCN – 51) en un suelo ácido bajo condiciones de vivero, desarrollada en la localidad de Buenos Aires - Tingo María, a una altitud de 660 m.s.n.m., con una precipitación anual de 3300 mm y temperatura promedio 25 °C. Se aplicó diferentes dosis de dolomita por planta según el método de saturación de bases; 60% (testigo T₁), 50% (T₂ = 0.39 g), 40% (T₃ = 0.78 g), 30% (T₄ = 1.16 g), 20% (T₅ = 1.55 g), 10% (T₆ = 1.94 g) y 0% (T₇ = 2.33 g).

El diseño que ha empleado fue completamente al azar, evaluando las variables con análisis de varianza, separación de medias según Duncan y

análisis de regresión lineal y correlación. Los resultados a los tres meses de evaluación demostraron que el T₄ con la aplicación de 1.16 g de dolomita/planta obtuvo un efecto estadísticamente superior sobre el promedio de altura de planta, longitud de raíz y peso seco del tallo; el pH de extremadamente ácido pasó a fuertemente ácido y la acidez cambiante del suelo disminuyó de 60% a 23.75% en el tratamiento T₇ (2.33 g de dolomita/planta).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en el fundo es Santa Isabel propiedad del Sr. José BARRIOS CASTILLO, localizado geográficamente en las siguientes coordenadas:

Este : 0384690 metros

Norte : 8969868 metros

El área total que posee el propietario es de 36 hectáreas que comprende cultivos de cacao, plátano, cocona y ají.

3.1.1. Ubicación política

Políticamente se encuentra en el centro poblado Bella, distrito Mariano Dámaso Beraún, provincia Leoncio Prado y región Huánuco; a una altitud de 700 m.s.n.m.

3.1.2. Clima

Su clima es subtropical, su temperatura varía entre 18 °C y 26 °C en promedio y con una precipitación promedio de 3300 mm/año; con una baja en los meses de mayo-setiembre y abundante en los meses de octubre a abril.

3.1.3. Zona de vida

De acuerdo a la clasificación ecológica de las zonas de vida, se encuentra ubicada en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre Montano, Tropical (bmh - PT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Javier Pulgar Vidal, se encuentra en la Selva Alta o Rupa Rupa.

3.1.4. Historial del terreno en estudio

La parcela seleccionada fue un área donde se cultivaba coca (*Erythroxylum coca* Lam.), y que fue abandonado hace ocho años, debido a la deficiencia de nutrientes que cada vez más notorio; en la parcela no hubo ningún cultivo, con la predominancia de la cashaucsha (*Imperata brasiliensis* Trin.); además el terreno presenta una pendiente promedio del 30%.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material genético

Rizomas de *Alpinia purpurata* K. Schum, procedentes del mismo predio, el tamaño de rizomas extraído fue de 20 cm de altura, la mata cultivada como ornamental del jardín en la vivienda, tenía una edad de cuatro años.

3.2.2. Insumos

La enmienda dolomita, compuesta por Calcio (21.73%), Magnesio (13.18%), Carbono (13.03%) y Oxígeno (52.06%).

El abono orgánico bokashi, que es el resultado de la descomposición de la gallinaza, carbón vegetal, cascarilla de arroz, ceniza, levadura de pan, agua, aserrín y microorganismos de montaña activado. El mismo que fue adquirido de la Cooperativa Divisoria ubicado en el distrito Padre Felipe Luyando - Naranjillo.

3.2.3. Materiales, herramientas y equipos

- Pico
- Lampa
- Regadora
- Wincha de 50 m
- Envases
- Formato de evaluación.
- Cámara fotográfica
- Brújula
- Vernier
- Sistema de posicionamiento global (G.P.S.).

3.3. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron:

Factor A = bokashi (abono orgánico)

$$a_1 = 100 \text{ g}$$

$$a_2 = 200 \text{ g}$$

Factor B = dolomita (abono inorgánico).

$$b_1 = 1250 \text{ g}$$

$$b_2 = 2500 \text{ g}$$

3.4. Tratamientos estudiados

Se realizó la combinación de los factores para obtener los tratamientos respectivos evaluados, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Esquema de los tratamientos.

Tratamientos (T)	Combinaciones	Proporciones de abono y enmienda
T ₀	-	Sin abonamiento
T ₁	a ₁ b ₁	100 g de bokashi más 1250 g de dolomita
T ₂	a ₁ b ₂	100 g de bokashi más 2500 g de dolomita
T ₃	a ₂ b ₁	200 g de bokashi más 1250 g de dolomita
T ₄	a ₂ b ₂	200 g de bokashi más 2500 g de dolomita

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques y 3 repeticiones.

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Bloque	2
Tratamientos	4
Error Experimental	8
Total	14

El análisis de varianza se realizó a un 95% de confiabilidad.

3.6. Modelo aditivo lineal

El diseño de la investigación se representó por diferentes efectos, la cual se pudo expresar mediante una ecuación (modelo estadístico) constituida de la forma:

$$Y_{ij} = u + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

u = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Efecto aleatorio del error

3.7. Diseño de la parcela experimental

3.7.1. Bloques

N° de bloques	: 3
Parcela experimental	: 288 m ²
Largo del bloque	: 24 m
Ancho del bloque	: 2.7 m
Ancho de calles	: 2 m
Área total del bloque	: 64.8 m ²
Unidades experimentales/parcela: 60 unidades	

3.7.2. Sub parcelas

N° de subparcelas/bloque	: 5 subparcelas
N° total de subparcelas	: 15 subparcelas
Largo de la subparcela	: 4 m
Ancho de la subparcela	: 2 m
Área de la subparcela	: 8 m ²
Unidades experimentales	: 4 unidades
Distanciamiento entre plantas: 1 m x 2 m	

3.8. Croquis del experimento

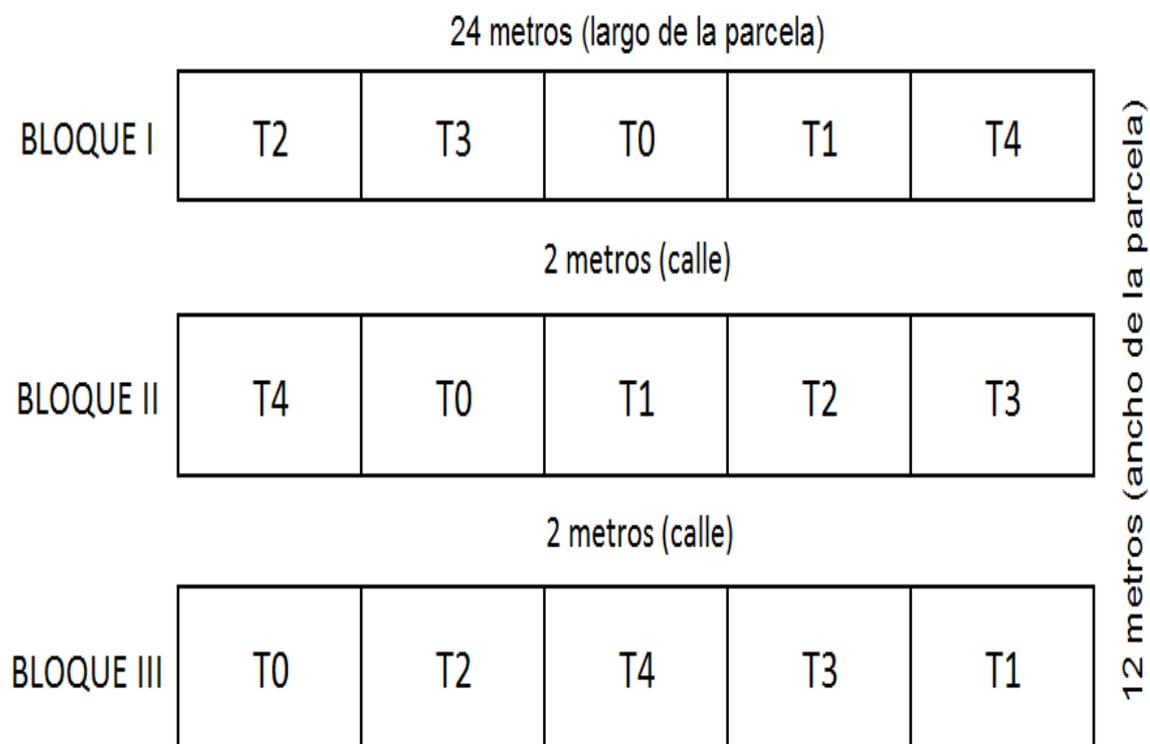


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo.

3.9. Metodología

3.9.1. Identificación del área

Se realizó una entrevista al propietario de la parcela con la finalidad de recopilar información histórico de la parcela, acerca de las plantaciones realizadas anteriormente, seguidamente se visitó in situ a la parcela, con la finalidad de determinar las características correspondientes.

Se encontró especies indicadoras de un suelo degradado como la shapumba (*Pteridium caudatum* L.), rabo de zorro (*Andropogon bicornis* L.),

rifaria selva (*Miconia calvescens* DC) y coca (*Erythroxylum coca* Lam); también se ha calculado que el terreno presenta una pendiente de 60%.

3.9.2. Limpieza general del área

Se realizó de manera manual, se consideró durante la limpieza dejar la parcela en forma rectangular con dimensiones promedios de 15 m de ancho por 30 m de largo (efecto de borde) por cuestiones de facilitar las actividades posteriores de delimitación y plantación.

3.9.3. Delimitación del área

Para esta actividad se ha utilizado una wincha de 50 m y jalones. Primeramente se delimitó los bordes de la parcela experimental empleando la relación del triángulo rectángulo (3 m en el cateto menor, 4 m en el cateto mayor y 5 m en la hipotenusa) para determinar las esquinas de la parcela con ángulos de 90°.

Seguidamente se delimitó los bloques y las subparcelas donde se ubicaría las unidades experimentales (rizoma de ginger rojo) para aplicar los respectivos tratamientos; se ha tenido que utilizar para la delimitación un rollo de rafia color azul, con la finalidad de que no haya confusión de la ubicación específica para aplicar los tratamientos. Una vez delimitada la parcela experimental, se ha tenido que acopiar en las calles y bordes los vegetales generados durante la limpieza inicial para facilitar las labores de siembra y aplicación de los tratamientos.

Finalmente se ha tenido que realizar la alineación donde se utilizó jalones de 50 cm de longitud y fueron ubicados a distancias de 2 m x 1 m. En cada sub cuadrante, se ha ubicado cuatro jalones que correspondían a la aplicación de un tratamiento en un bloque, ésta distribución se ha realizado para todos los tratamientos en todos los bloques.

3.9.4. Obtención de rizomas

Para la obtención de los rizomas, se ubicó las plantas de ginger rojo con características de buena sanidad y tamaño, ésta planta fue ubicada en la huerta del propietario del terreno; para la extracción de rizomas se ha utilizado un pico que facilitó extraer con mínimo daño. Debido a que los rizomas fueron de tamaño grande (1 m), se ha tenido que realizar corte del pseudotallo a 20 cm aproximadamente y la poda de raíces.

Una vez preparada los rizomas, se trasladó en sacos hacia la parcela experimental.

3.9.5. Remoción del suelo

Se utilizó azadón y pico para la remoción del suelo, las dimensiones que se ha considerado fueron de 40 cm x 40 cm x 20 cm (ancho, largo y profundidad). Durante la remoción, se tuvo que extraer partes de raíces y pseudotallo de la shapumba debido a su forma de proliferación de esta especie.

3.9.6. Siembra de rizomas y fertilización

Para la siembra, se ha tenido que realizar una mezcla del suelo con el bokashi (Figura 2), seguidamente se sembró el rizoma sin enterrar el pseudotallo y finalmente se aplicó la dolomita mezclada con el suelo más bokashi en forma de media luna debido a la pendiente del terreno.

Las dosis de abonos, se pesaron en el laboratorio de Conservación de Suelos de la facultad de Recursos Naturales Renovables.

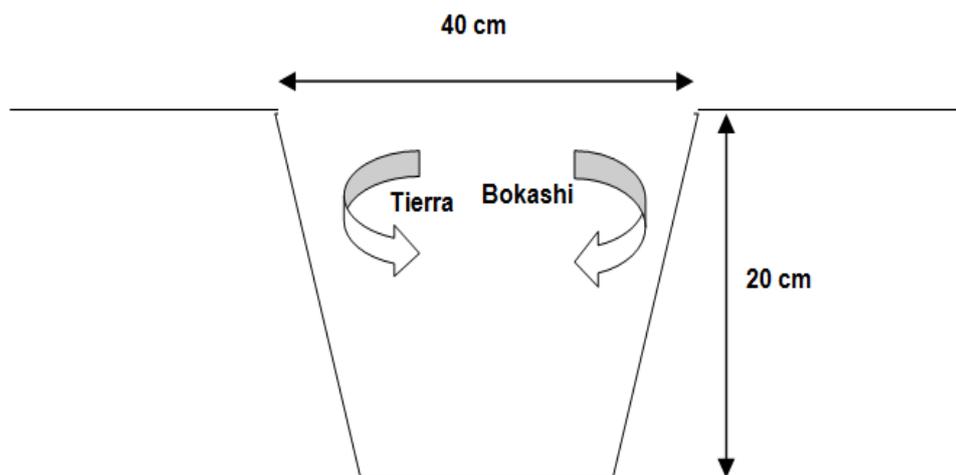


Figura 2. Diagrama del hoyo y la aplicación del abono bokashi.

3.9.7. Mantenimiento de las parcelas

Como parte primordial de mantenimiento, se ha tenido que realizar riego interdiarios desde el mes de junio hasta el mes de setiembre, debido a que el terreno se encontraba con poca humedad a causa del período con poca precipitación; esta actividad se realizó con la finalidad de facilitar el crecimiento de las plantas.

Otra actividad considerada para el mantenimiento de la parcela experimental, fue el control de malezas, principalmente shapumba, para esta actividad se utilizó el machete.

3.9.8. Análisis de suelo

No se consideró un análisis de suelo preliminar debido a que el tratamiento testigo (T_0) otorgó valores a las demás evaluaciones, a los 75 días de la siembra, se realizó la primera evaluación y finalmente a los 150 días el último registro.

3.9.9. Variables evaluadas

3.9.9.1. Variables dependientes

- Incremento longitudinal: Se consideró mediciones con la ayuda de una wincha tomando en cuenta la unidad en centímetros, fue registrada a los 75 y 150 días después de la siembra.
- Incremento del número de hijuelos: Se realizó conteos directos de los hijuelos con la finalidad de determinar el efecto de los diferentes abonos en el número de hijuelos.
- Niveles de nutrientes: Se realizó mediante el muestreo de suelos, y su análisis respectivo en el laboratorio.

3.9.9.2. Variables independientes

- Niveles de dolomita: 1,250 g a 2,500 g
- Niveles de bokashi: 100 g a 200 g

3.10. Fase de gabinete

Con los datos registrados en las evaluaciones, se procedió a ordenar y realizar análisis de datos; empleando el programa Excel, se elaboró un cuadro referente al comportamiento de las variables respecto al tiempo de evaluación y su respectiva figura.

Para corroborar estadísticamente se empleó el programa SAS versión 9, obteniendo el cuadro del análisis de varianza y el cuadro de comparación de promedio de Duncan con un nivel de confianza del 95% para cada variable evaluada.

IV. RESULTADOS

4.1. Incremento del número de hijuelos

El efecto de los bloques a los 75 días, la investigación ha presentado efectos no significativos, mientras que los efectos de los tratamientos fueron diferentes; mientras que a los 150 días los bloques y tratamientos no presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable número de hijuelos del *A. purpurata* K. Schum.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	0.93	0.46 ns	1.06	0.53 ns
Tratamiento	4	2.46	0.61 *	2.21	0.55 ns
Error	8	2.37	0.30	2.82	0.35
Total	14	5.75		6.08	

CV: 19.78% (75 días) y CV: 27.39 % (150 días).

ns: no significativo y * : Significativo a una probabilidad de $p < 0.05$.

Después de 75 días de haberse sembrado rizomas de ginger rojo con la aplicación de bokashi y dolomita, las plantas sin fertilización presentaron mayor incremento en el número de hijuelos y las plantas que se aplicaron 200 g de bokashi más 1250 g de dolomita (T₃) presentaron el menor incremento.

Entre los 75 días y 150 días, se encontró mayor incremento del número de hijuelos en las rizomas que fueron sembradas sin fertilizante alguno y de la misma manera el tratamiento tres presentó menor incremento de esta variable (Cuadro 7 y Figura 3).

Cuadro 7. Prueba Duncan respecto a la variable número de hijuelos del *A. purpurata* K. Schum efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		Tratamiento	150 días	
		Promedio	Significancia		Promedio	Significancia
1	T ₀	3.25	a	T ₀	2.75	a
2	T ₄	3.08	ab	T ₄	2.33	a
3	T ₁	2.67	ab	T ₂	2.17	a
4	T ₂	2.67	ab	T ₁	2.00	a
5	T ₃	2.08	b	T ₃	1.58	a

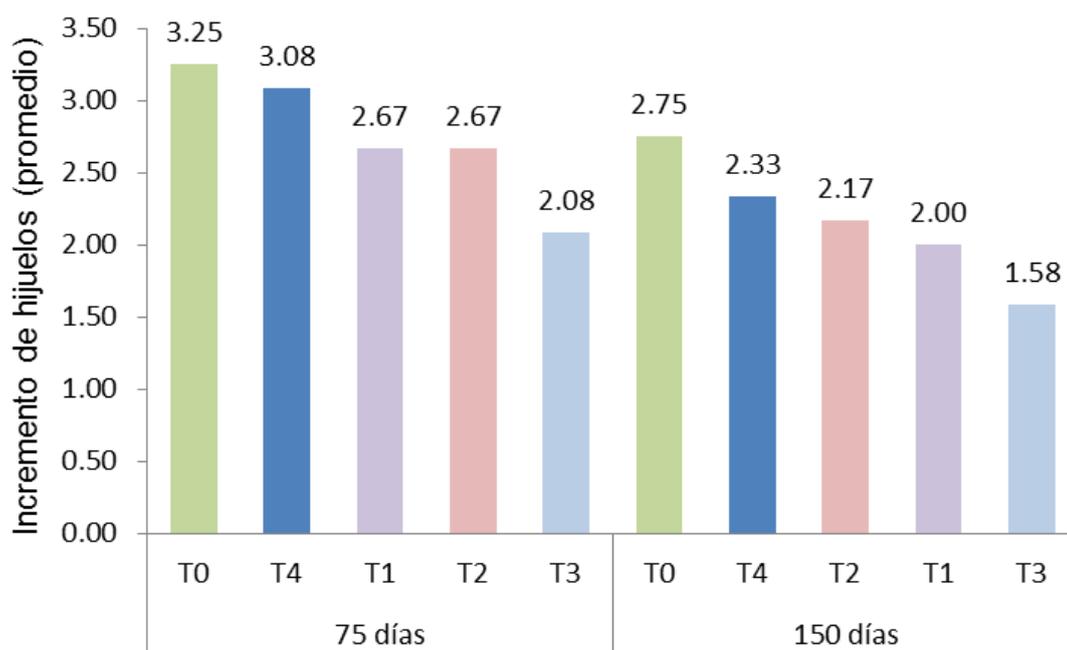


Figura 3. Número de hijuelos del *A. purpurata* K. Schum bajo fertilización.

4.2. Incremento de la altura de planta

Respecto al incremento de la altura de plantas de *A. purpurata* K. Schum, se ha determinado a los 75 días que tanto los bloques como los tratamientos no presentaron significancia estadística, durante los últimos 75 días después de la primera evaluación tampoco se ha encontrado diferencias estadísticas entre bloques ni entre tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza respecto a la variable incremento de la altura de plantas de *A. purpurata* K. Schum.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	64.47	32.24 ns	11.96	5.98 ns
Tratamiento	4	55.68	13.92 ns	15.14	3.79 ns
Error	8	86.72		43.08	
Total	14	206.88		70.18	

CV: 32.21% (75 días) y CV: 29.81 % (150 días).

ns: no significativo.

A los 75 días de haberse sembrado rizomas de *A. purpurata* K. Schum aplicando fertilizantes, la aplicación de 100 g de bokashi y 1250 g de dolomita (T₁) presentaron mayor incremento en la altura de plantas, las plantas sin fertilización fueron las que presentaron menor incremento de esta variable. Entre los 75 días y 150 días se ha determinado que el tratamiento uno presentó mayor incremento de la altura de planta y las plantas sin fertilización presentaron menor incremento en altura de plantas (Cuadro 9 y Figura 4).

Cuadro 9. Prueba Duncan respecto a la variable incremento en altura de plantas de *A. purpurata* K. Schum bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		150 días		
		Promedio	Significancia	Promedio	Significancia	
1	T ₁	13.06	a	T ₁	9.21	a
2	T ₄	11.06	a	T ₄	8.12	a
3	T ₂	10.86	a	T ₃	7.82	a
4	T ₃	8.26	a	T ₂	7.70	a
5	T ₀	7.867	a	T ₀	7.87	a

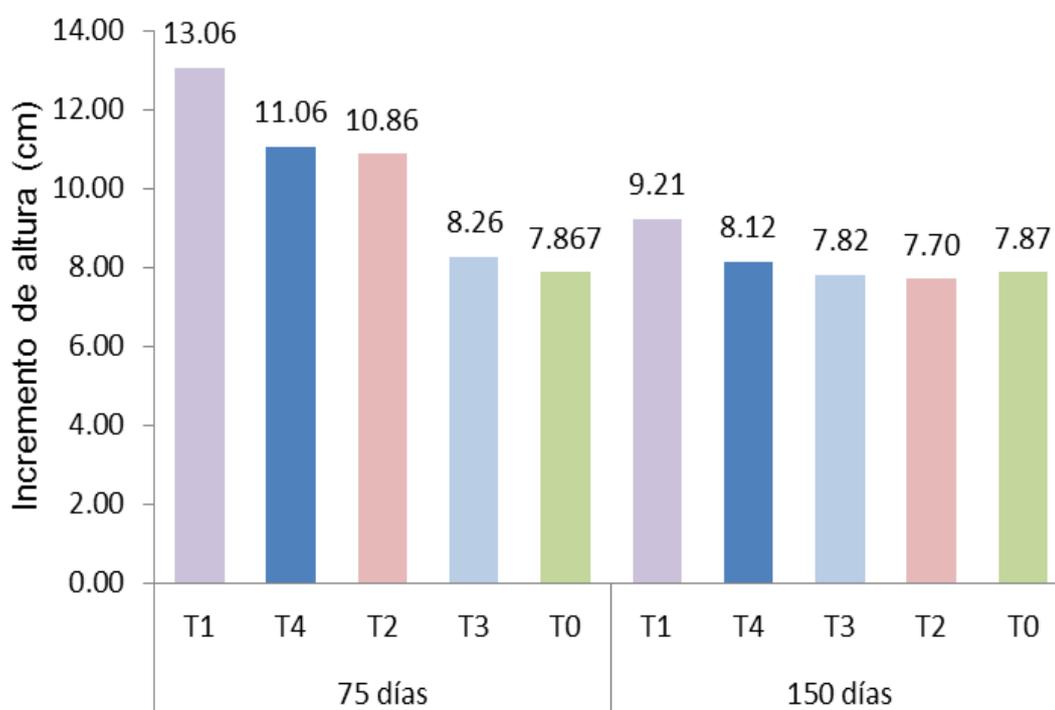


Figura 4. Comportamiento del incremento de la altura de *A. purpurata* K. Schum bajo fertilización en suelos ácidos.

4.3. Comportamiento del pH en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

El efecto de los bloques generados y los tratamientos suministrados a los 75 días después de la aplicación de dolomita y bokashi, no presentaron diferencias estadísticas; similar comportamiento se encontró en las muestras evaluadas a los 150 días después de la aplicación de los fertilizantes (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza respecto a la variable pH de los suelos bajo efectos de fertilización.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	0.12	0.06 ns	0.18	0.09 ns
Tratamiento	4	0.26	0.06 ns	0.82	0.21 ns
Error	8	0.40		1.50	
Total	14	0.77		2.51	

CV: 5.90% (75 días) y CV: 9.91% (150 días). ns: no significativo.

Durante la evaluación registrada a 75 días después de haberse realizado la aplicación de la enmienda y el abono orgánico, se ha notado mayor incremento del nivel de pH en los suelos cerca de las plantas que fueron debido a la aplicación de 200 g de bokashi más 2500 g de dolomita (T₄). El menor valor promedio se ha encontrado en los suelos que no recibieron tratamiento alguna (aplicación del abono orgánico y la enmienda), a los 150

días después de la fertilización las muestras de suelos presentaron mayores valores donde se aplicó 200 g de bokashi más 1250 g de dolomita (T₃), mientras que el menor valor se ha registrado en las muestras donde no se aplicaron tratamiento alguno (Cuadro 11 y Figura 5).

Cuadro 11. Prueba Duncan de respecto a la variable pH de los suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		Tratamiento	150 días	
		Promedio	Significancia		Promedio	Significancia
1	T4	4.01	a	T ₃	4.64	a
2	T2	3.77	a	T ₂	4.52	a
3	T1	3.75	a	T ₄	4.48	a
4	T3	3.70	a	T ₁	4.24	a
5	T0	3.61	a	T ₀	3.98	a

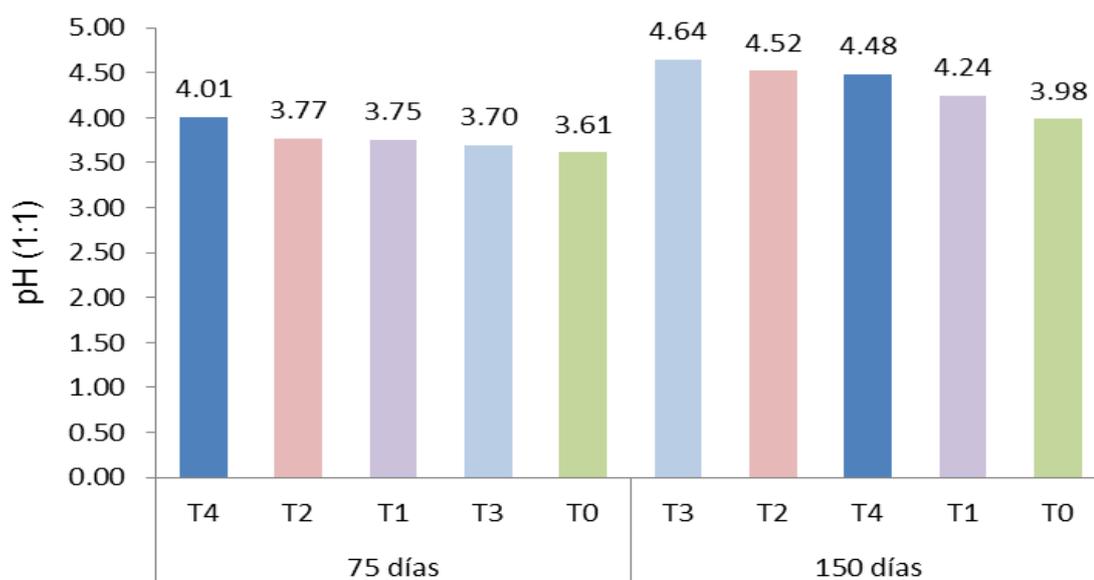


Figura 5. Comportamiento del pH en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

4.4. Comportamiento de la materia orgánica en los suelos bajo efectos de bokashi y dolomita

Las muestras de suelos extraídas después de los 75 y 150 días de haberse realizado la aplicación del bokashi y la dolomita alrededor de las plantas de ginger, no presentaron diferencias estadísticas respecto a la variable materia orgánica (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza respecto a la variable materia orgánica (%) en suelos bajo efectos de fertilización.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	1.35	0.67 ns	1.74	0.87 ns
Tratamiento	4	3.20	0.80 ns	0.65	0.16 ns
Error	8	8.97		5.19	
Total	14	13.52		7.58	

CV: 27.39% (75 días) y CV: 33.55% (150 días).

ns: no significativo.

En las muestras de suelos que fueron extraídas a los 75 y 150 días después de la fertilización, se ha encontrado que al aplicar 100 g de bokashi más 2500 g de dolomita (T₂) se ha incrementado en mayor porcentaje la materia orgánica y la muestra de suelos donde se aplicó el tratamiento tres ha tenido menor porcentaje de esta variable (Cuadro 13 y Figura 6).

Cuadro 13. Prueba Duncan respecto a la variable materia orgánica en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		150 días		
		Promedio	Significancia	Promedio	Significancia	
1	T ₂	4.49	a	T ₂	2.817	a
2	T ₄	4.18	a	T ₄	2.300	a
3	T ₁	3.97	a	T ₀	2.297	a
4	T ₀	3.45	a	T ₁	2.297	a
5	T ₃	3.24	a	T ₃	2.297	a

Letras diferentes muestran significancia estadística.

Análisis realizado a 95% de confiabilidad.

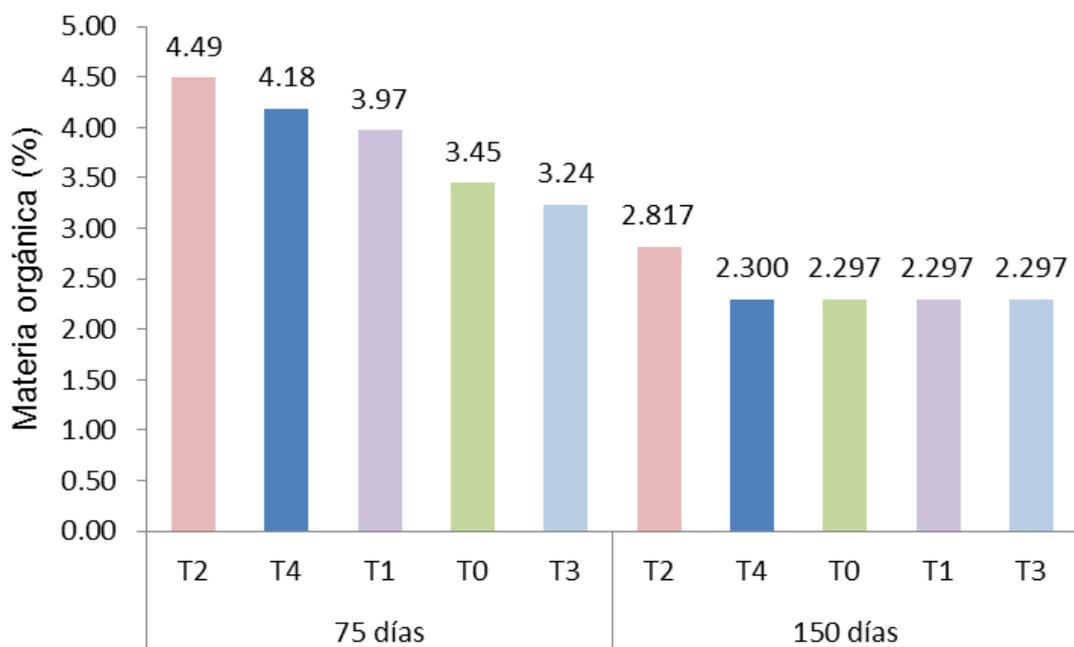


Figura 6. Comportamiento de la materia orgánica en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

4.5. Comportamiento del nitrógeno en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

Las muestras de suelos extraídas después de los 75 y 150 días de haberse realizado la aplicación de diferentes dosis de bokashi y dolomita en los alrededores de las plantas de ginger, los bloques y los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas respecto a la variable porcentaje de nitrógeno (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza respecto a la variable porcentaje de nitrógeno en suelos bajo efectos de fertilización.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	0.003	0.002 ns	0.003	0.002 ns
Tratamiento	4	0.006	0.001 ns	0.002	0.000 ns
Error	8	0.019		0.011	
Total	14	0.028		0.016	

CV: 28.33% (75 días), CV: 34.99% (150 días).

ns: no significativo.

En los análisis realizados a los 75 y 150 días después de la fertilización, se ha encontrado mayor porcentaje de nitrógeno en las muestras de suelo que fueron fertilizadas con 100 g de bokashi más 2500 g de dolomita mientras que en la cantidad de nitrógeno fue menor en los suelos donde se aplicaron el tratamiento tres y cuatro para los días 75 y 150 respectivamente (Cuadro 15 y Figura 7).

Cuadro 15. Prueba Duncan respecto al porcentaje de nitrógeno en suelos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		Tratamiento	150 días	
		Promedio	Significancia		Promedio	Significancia
1	T ₂	0.200	a	T ₂	0.127	a
2	T ₄	0.187	a	T ₀	0.103	a
3	T ₁	0.180	a	T ₁	0.103	a
4	T ₀	0.157	a	T ₃	0.100	a
5	T ₃	0.147	a	T ₄	0.100	a

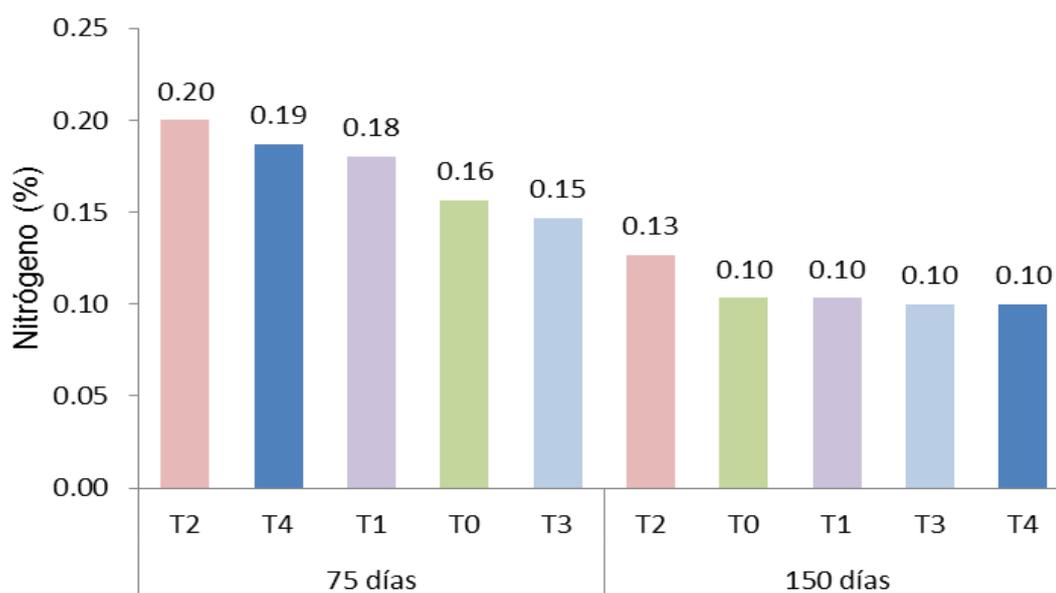


Figura 7. Comportamiento del nitrógeno en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

4.6. Niveles de fósforo en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

Las muestras de suelos extraídas después de los 75 y 150 días de haberse realizado la aplicación de diferentes dosis del abono orgánico bokashi

y la enmienda dolomita, los bloques generados en el campo experimental y los tratamientos aplicados no presentaron diferencias estadísticas respecto a la variable cantidad de fósforo a pesar que la variabilidad de los datos fueron altas plasmadas en el coeficiente de variación (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza respecto al nivel de fósforo en suelos bajo efectos del bokashi y la dolomita.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	12.48	6.24 ns	5.67	2.84 ns
Tratamiento	4	42.77	10.69 ns	40.59	10.15 ns
Error	8	103.42		52.47	
Total	14	158.67		98.73	

CV: 55.90% (75 días) y CV: 46.10% (150 días).

ns: no significativo.

Después de 75 días de realizado la aplicación del abono orgánico y la enmienda, las muestras de suelos en las que la aplicación de 200 g de bokashi más 2500 g de dolomita presentaron mayor valor promedio del nivel de fósforo y a los 150 días posteriores a la aplicación del abono orgánico y enmienda, en los suelos a los que se aplicó 100 g de bokashi más 1250 g de dolomita alcanzaron mayores niveles de fósforo (Cuadro 17 y Figura 8), la cual indica el aporte de este elemento favorable para las plantas como componente del bokashi.

Cuadro 17. Prueba Duncan respecto al nivel de fósforo en muestras de suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		150 días		
		Promedio	Significancia	Promedio	Significancia	
1	T ₄	8.20	a	T ₁	8.57	a
2	T ₂	8.12	a	T ₄	5.60	a
3	T ₁	6.97	a	T ₂	5.48	a
4	T ₀	4.61	a	T ₀	4.09	a
5	T ₃	4.27	a	T ₃	4.04	a

Letras diferentes muestran significancia estadística.

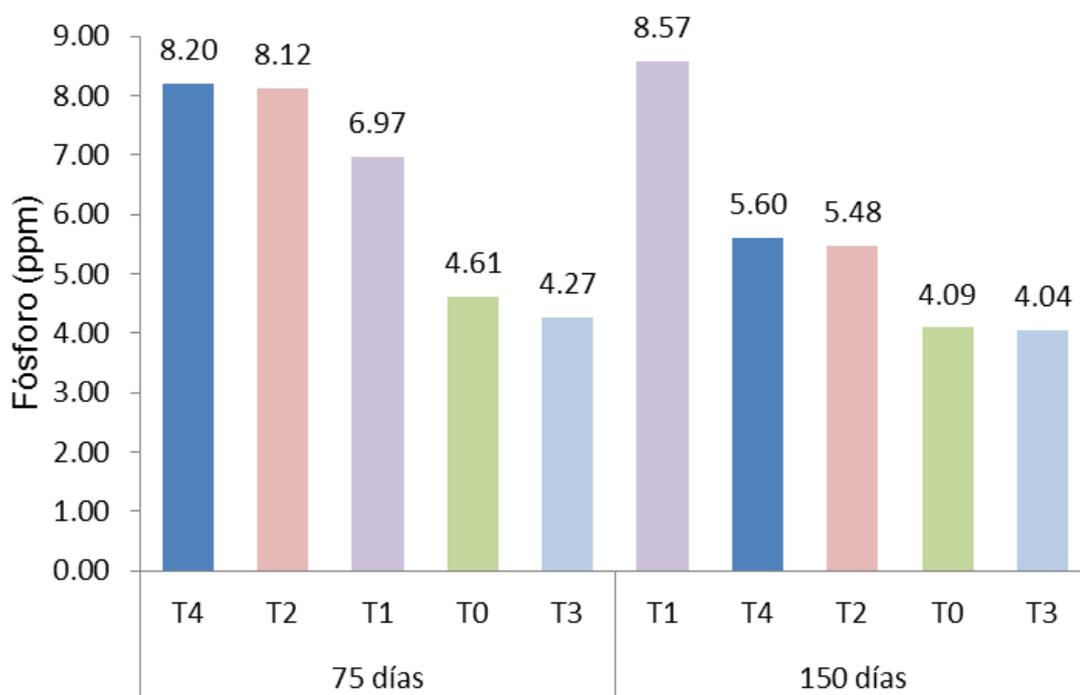


Figura 8. Comportamiento del fósforo en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

4.7. Niveles de potasio en suelos ácidos bajo efectos de bokashi y dolomita

Las diferentes muestras de suelos extraídas después de los 75 y 150 días de haberse realizado la aplicación de diferentes dosis de bokashi y dolomita, los bloques y tratamientos no presentaron diferencias estadísticas respecto a la variable cantidad de potasio en el suelo (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza respecto a la variable potasio en el suelo bajo efectos de la dolomita y bokashi.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	4193.85	2096.93 ns	2954.24	1477.12 ns
Tratamiento	4	12378.25	3094.56 ns	21574.21	5393.55 ns
Error	8	27227.95		16042.48	
Total	14	43800.05		40570.93	

CV: 25.0% (75 días), CV: 19.21% (150 días)

ns: no significativo.

Después de 75 días de haberse realizado la fertilización, las muestras de suelos que no recibieron fertilización presentaron mayor valor promedio de potasio y a los 150 días posteriores a la fertilización los suelos donde se aplicaron 200 g de bokashi más 2500 g de dolomita alcanzaron mayores valores de potasio (Cuadro 19 y Figura 9).

Cuadro 19. Prueba Duncan de respecto a nivel de potasio en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		Tratamiento	150 días	
		Promedio	Significancia		Promedio	Significancia
1	T ₀	281.57	a	T ₄	289.40	a
2	T ₂	240.47	a	T ₂	255.41	a
3	T ₄	229.21	a	T ₀	238.00	a
4	T ₁	222.53	a	T ₃	195.31	a
5	T ₃	193.15	a	T ₁	187.58	a

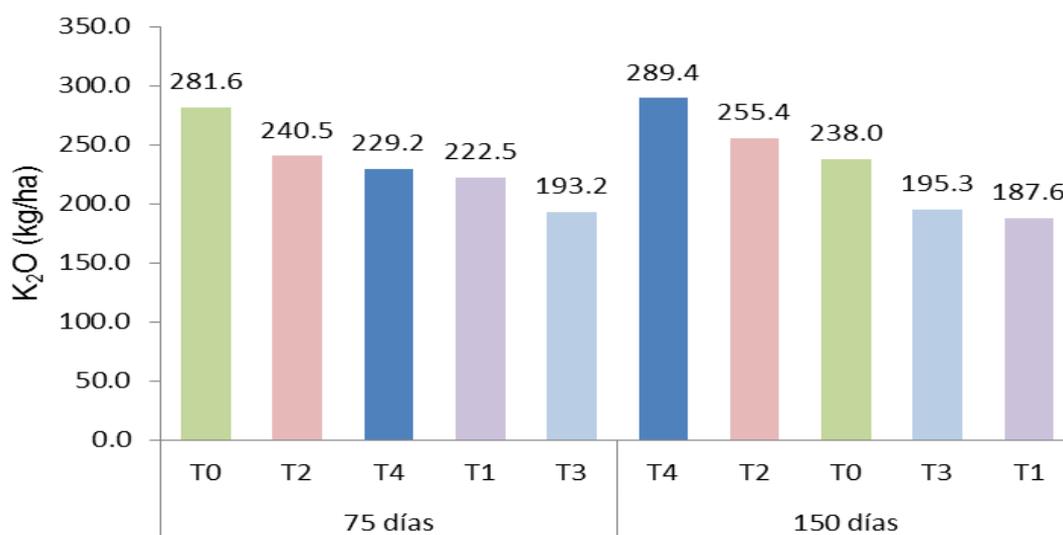


Figura 9. Comportamiento del potasio en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

4.8. Comportamiento del calcio en el suelo bajo efectos de fertilización con bokashi y dolomita

Las diferentes muestras de suelos extraídas después de los 75 y 150 días de haberse realizado la aplicación de diferentes dosis de bokashi y

dolomita, los bloques no presentaron diferencias estadísticas respecto a la variable cantidad de calcio en el suelo, mientras que los tratamientos aplicados presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 20).

Cuadro 20. ANVA del calcio en suelos con aplicación de dolomita y bokashi.

FV	GL	75 días		150 días	
		SC	CM	SC	CM
Bloque	2	0.02	0.01 ns	0.41	0.20 ns
Tratamiento	4	0.31	0.08 *	15.54	3.88 *
Error	8	0.21		9.14	
Total	14	0.54		25.09	

CV: 33.09% (75 días), CV: 31.06% (150 días)

Después de 75 días de haberse realizado la fertilización, las cuales fueron aplicadas en los alrededores de las plantas y en los respectivos hoyos, las muestras de suelos que fueron fertilizados con 100 g de bokashi más 1250 g de dolomita presentaron mayor cantidad de calcio, mientras que durante los 150 días posteriores a la fertilización los suelos donde se aplicaron 200 g de bokashi más 2500 g de dolomita alcanzaron mayor valor promedio de calcio (Cuadro 21 y Figura 10).

Cuadro 21. Prueba Duncan de respecto a la cantidad de calcio en suelos bajo efectos de la dolomita y el bokashi.

OM	Tratamiento	75 días		Tratamiento	150 días	
		Promedio	Significancia		Promedio	Significancia
1	T ₁	0.67	a	T ₄	4.50	a
2	T ₄	0.65	a	T ₃	4.16	ab
3	T ₂	0.41	ab	T ₂	4.14	ab
4	T ₀	0.37	ab	T ₁	2.31	b
5	T ₃	0.32	b	T ₀	2.10	b

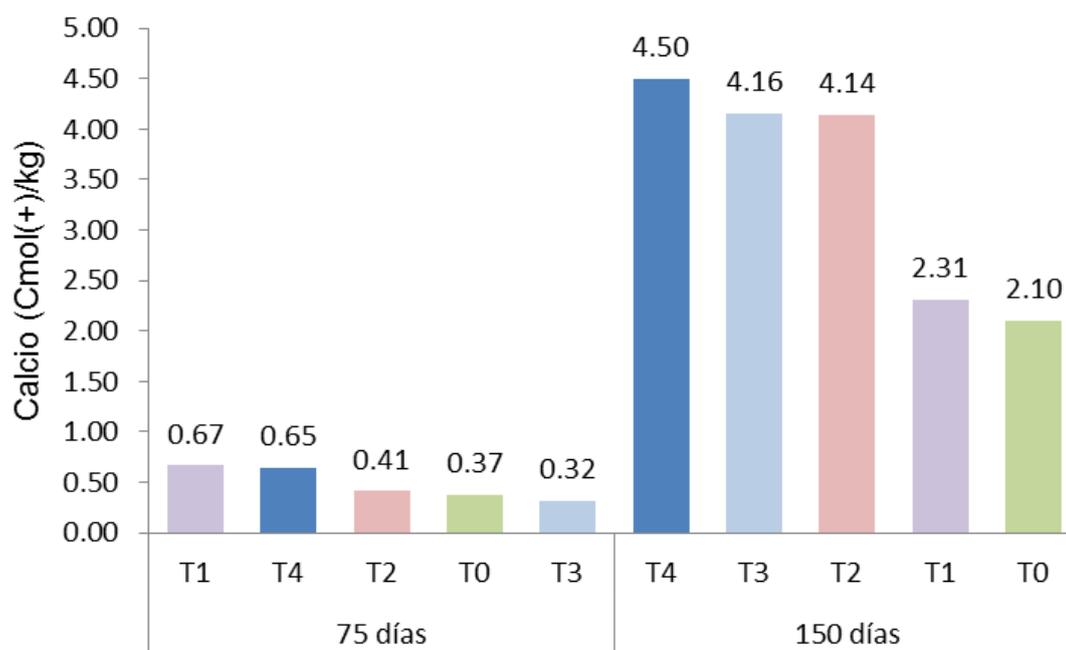


Figura 10. Comportamiento del calcio en suelos ácidos bajo fertilización con dolomita y bokashi.

V. DISCUSIÓN

5.1. Número de hijuelos

En la evaluación del número de hijuelos de *A. purpurata* K. Schum a los 75 días de haberse realizado la siembra, se ha encontrado diferencias estadísticas al ser utilizado el abono bokashi y la dolomita, REÁTEGUI (2010) encontró resultados diferentes al determinar que el tratamiento con bokashi aportó mayor efecto en las diferentes características de altura, diámetro del tallo, materia seca de la parte aérea, materia seca de la raíz y el porcentaje de prendimiento de la shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins).

Una de las funciones que influye el bokashi es en el aporte nutricional de la planta, la cual no es tanto respecto a la influencia del número de hijuelos como lo indican RAMÍREZ y RESTREPO (2000) al citar que al aplicar el bokashi mejora las propiedades físicas del suelo degradado, presentando cambios en la densidad aparente, la densidad real y la estabilidad estructural, más no tanto sobre el incremento del número de hijuelos ya que esta variable va depender de la cantidad de yemas que presenta la unidad experimental al momento de ser utilizado como material de propagación.

Un factor que haya afectado sobre esta variable fue la escasa precipitación registrada durante el periodo de la investigación, debido a que

estas plantas son especies tropicales y necesitan crecer en regiones muy húmedas, donde exista bastante agua. Los datos recogidos afirman que en Colombia se reporta un consumo de siete litros de agua diarios por planta, bajo condiciones de verano intenso (MATURANA, 2003).

5.2. Altura de planta

El factor que limitó el incremento de las altura para que no se haya encontrado mayores incrementos en la altura total por efectos de la aplicación de fertilizantes fue la temporada en que se realizó la plantación que correspondió a un periodo de escasa precipitación y ha limitado el crecimiento por la limitada asimilación de nutrientes y MATURANA (2003) añade que estas plantas son tropicales y necesitan crecer en regiones muy húmedas, donde exista bastante agua; como datos de Colombia se reporta un consumo de siete litros de agua diarios por planta, bajo condiciones de verano intenso.

Se ha de terminado que la aplicación del bokashi y la dolomita favorecen el incremento de la altura debido a las condiciones que generaron al ser aplicados estos abonos, similar resultado ha encontrado NAZAR (2010) cuando realizó un estudio del efecto de la dolomita en el crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L. clon CCN – 51) en un suelo ácido bajo condiciones de vivero, ya que este producto favorece las condiciones del suelo y facilita asimilar los nutrientes para ayudar en el incremento de la altura en las plantas.

Debido a que no hubo diferencias estadísticas, el limitado crecimiento pudo ser afectado por la poca cantidad de pH que presentaba el

suelo, debido a que la disponibilidad de los nutrientes varía a diferentes valores de pH. La disponibilidad máxima de los nutrientes primarios (N – P – K) es mayor a un pH entre 6.5 a 7.5 (GUZMÁN, 2008).

Para realizar las propagaciones de las plantas, VON MAREES (1988) indica que la intensificación de la silvicultura se ve reflejada en la aplicación de fertilizantes para disminuir los problemas de crecimiento por causa de deficiencias nutricionales como se ha presentado en la parcela experimental, técnica que se ha vuelto muy común en la actualidad en gran parte del mundo y es muy ocupada en plantaciones o bosques artificiales con el fin de incrementar la productividad de los mismos en el menor tiempo posible (LEONARD, 1990).

Un último aspecto considerado para el limitado incremento pudo haber sido la iluminación que presentaba la parcela ya que MATURANA (2003) menciona que tiene poco requerimiento de luz porque nacen tanto en exposición directa de luz como en semisombra. Sin embargo se ha demostrado que la Ginger crece mucho mejor con condiciones de sombra por lo que se hace necesario la instalación de una polysombra que permita obtener las condiciones necesarias de cultivo.

5.3. El pH en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

La variación de la propiedad química del suelo fue influenciada por los tratamientos aplicados al encontrar con menor pH al suelo donde no se aplicó fertilización alguna, también a que NAZAR (2010) al evaluar el efecto de

la dolomita en un estudio de un suelo ácido bajo condiciones de vivero, encontró que el pH pasó de extremadamente ácido a fuertemente ácido y la acidez cambiante del suelo disminuyó de 60% a 23.75% con 2.33 g de dolomita/planta, como lo que se ha encontrado en la investigación durante la segunda y tercera evaluación.

Con la aplicación de la dolomita, se ha tratado de incrementar el pH del suelo debido a que (GUZMÁN, 2008) manifiesta que la disponibilidad máxima de los nutrientes primarios (N – P – K) es mayor a un pH entre 6.5 a 7.5. La solubilidad de algunos elementos fitotóxicos, como el aluminio, aumenta a valores de pH menores a 5.5, lo cual disminuye el rendimiento de las plantas, de igual manera, el manganeso podría volverse tóxico, y cuando el pH del suelo es superior a 8.5, por lo general las concentraciones de sodio son excesivas. Los valores cercanos al pH neutro favorecen la actividad de muchos microorganismos que llevan a cabo la tan necesaria actividad biológica del suelo.

Por otro lado, ZAVALA (2002) indica que en la zona selvática debido a la alta meteorización de sus suelos, generalmente de naturaleza ácida, éstos presentan limitaciones en cuanto a la disponibilidad de nutrientes hacia las plantas.

5.4. La materia orgánica en los suelos bajo efectos de bokashi y dolomita

No se ha encontrado diferencias estadísticas en las evaluaciones registradas, debido a que la descomposición de la materia orgánica presente

en la parcela experimental pudo haber influenciado favoreciendo el incremento de materia orgánica, ZAVALETA (1992) indica que la materia orgánica en los suelos es muy variable y está condicionado en primera instancia por el clima y la vegetación y localmente se ve determinado por la fisiografía, la naturaleza del material madre que genera el suelo y el sistema de manejo. Otro aspecto que haya influenciado es la topografía de terreno sobre la distribución de la materia orgánica en suelos con pendiente, ya que la escorrentía de las aguas causa erosión del suelo, arrastrando la materia orgánica de la superficie y distribuyéndola a otras partes del terreno (MOLINA, 2012).

Además ZAVALETA (1992) indica que un suelo con adecuado contenido de materia orgánica provee suficiente bióxido de carbono para la síntesis de la formación microbial, transformándolo en un suelo vivo con activa microflora la que pudo haber ocurrido en la parcela a causa de los abundantes restos vegetales generados a causa de la limpieza de la parcela experimental.

5.5. El Nitrógeno en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

El contenido de nitrógeno se encontraba en niveles críticos de medio (ZAVALA, 2002) para todos los tratamientos, en la primera evaluación el nitrógeno fue poco afectada debido a que se encontraba en temporada de estiaje, mientras que en la segunda evaluación se ha muestreado los suelos en temporada correspondiente a la precipitación, GUZMÁN (2008) indica que un suelo húmedo posee una película gruesa de agua y, en consecuencia, tiene escasa succión y también que el nitrógeno se pierde por lixiviación.

5.6. Niveles de fósforo en el suelo bajo efectos del bokashi y la dolomita

El nivel crítico de fósforo fue bajo y medio (ZAVALA, 2002), debido a que los fertilizantes aplicados no tenían elevadas concentraciones de este elemento y MATURANA (2003) indica que la fertilización como en todas las plantas cultivadas, debe basarse en análisis periódicos de suelo, y lo que recomiendan para el terreno escogido es añadir por hectárea 400 kg de nitrógeno en forma de urea, 1000 kg de K₂O en forma de cloruro de potasio, boro en forma de borax, zinc y de una a una tonelada y media de abono orgánico. Estas cantidades son por hectárea al año.

5.7. El potasio en suelos ácidos bajo efectos de bokashi y dolomita

El nivel crítico del potasio fue bajo (ZAVALA, 2002) y el aporte nutricional de la dolomita más bokashi en los suelos por medio de la fertilización fue casi nulo debido a que aportan en su mayoría otros nutrientes; otro factor pudo ser que el pH afectó su disponibilidad (GUZMÁN, 2008).

La disponibilidad máxima de los nutrientes primarios (N – P – K) es mayor a un pH entre 6.5 a 7.5 mientras que en los suelos donde se realizó la investigación presentaron menores valores. La solubilidad de algunos elementos fitotóxicos, como el aluminio, aumenta a valores de pH menores de 5.5, lo cual disminuye el rendimiento de las plantas.

De igual manera, el manganeso podría volverse tóxico, y cuando el pH del suelo es superior a 8.5, por lo general las concentraciones de sodio son

excesivas. Los valores cercanos al pH neutro favorecen la actividad de muchos microorganismos que llevan a cabo la tan necesaria actividad biológica del suelo.

5.8. El calcio en el suelo bajo efectos de fertilización con bokashi y dolomita

Se ha encontrado incremento del calcio al realizar el muestreo de suelos a los 150 días después de haberse realizado la aplicación de los fertilizantes, ya que la dolomita aportó tal nutrientes (INTEVEP, 1997), además el Ca es esencial para los microorganismos, para la transformación de los residuos de cultivos en materia orgánica, liberación de nutrientes, mejora de la agregación del suelo y la capacidad de retención de agua; mejora la absorción de otros nutrientes por las raíces y su traslocación dentro de las plantas. Este activa a un número de sistemas enzimáticos reguladores del crecimiento, ayuda en la conversión del $N-NO_3$ en formas requeridas para la formación de las proteínas, es necesario para la formación de las de las paredes celulares y la división normal de las células y contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades (MUNIVE, 2004)

VI. CONCLUSIONES

1. Hubo mayor incremento en los números de hijuelos evaluados hasta los 75 días después de la fertilización realizada en periodo de estiaje, mientras que desde los 75 hasta los 150 días se ha registrado menor cantidad de hijuelos de las plantas de *A. purpurata* K. Schum, no hubo diferencias estadísticas en las dos evaluaciones registradas.
2. El incremento de la altura de plantas ha sido superior en las plantas bajo fertilización y las de menor tamaño alcanzaron las plantas sin fertilización. No se ha encontrado diferencias estadísticas en esta variable
3. Respecto a las propiedades químicas del suelo el pH, potasio y el calcio ha mostrado incrementos en las muestras de suelos a los 75 y 150 días; la materia orgánica, el nitrógeno y el fósforo ha disminuido sus valores a los 150 días después de la fertilización inicial con dolomita y bokashi.
4. La aplicación de 100 g de bokashi más 2500 g de dolomita (T2) como corrector y aporte de nutrientes, mostraron mejores efectos sobre el cultivo de *Alpinia purpurata* K. Schum en suelos ácidos.

VII. RECOMENDACIONES

1. En tesis similares, realizar análisis de suelo y análisis foliar en intervalos de cada seis meses, para analizar el comportamiento de los nutrientes respecto al crecimiento de la planta y la absorción de los nutrientes durante el tiempo, ya que los cambios por efectos de la dolomita son por periodos prolongados.
2. Aplicar abonamientos parciales y en menor dosis debido a que el tipo de suelo es deficiente en nutrientes ya que la aplicación de grandes dosis individuales de fertilizante afecta la capacidad que tienen las plantas para absorber los nutrientes, como resultado el fertilizante se utiliza en forma ineficaz y entonces se obtienen respuestas a corto plazo.
3. El control de malezas en la parcela experimental se deben realizar mensualmente en época de lluvias y cada mes y medio en época seca, debido a que esta especie para competir con las malezas se incrementa la longitud de las hojas alterando el ritmo de crecimiento.
4. Emplear 100 g de bokashi más 2500 g de dolomita (T2) como corrector y aporte de nutrientes en un suelo ácido, al momento de planificar el cultivo de *Alpinia purpurata* K. Schum.

EFFECT OF THE AMENDMENT DOLOMITE AND THE ORGANIC MATTER BOKASHI ON THE GROWTH OF THE RED GINGER UNDER CONDITIONS OF DEGRADED SOILS

VIII. ABSTRACT

With the purpose of determining the effect of the dolomite and the bokashi in red Ginger cultivation (*Alpinia purpurata* K. Schum.) established in degraded soils, the investigation realized in an area with degraded soils belonging to Mr. Jose BARRIOS CASTILLO located in the populated center Bella, Dámaso Beraún district, Huánuco region. The used design was in complete block at random (DBCA) with three blocks., five treatments and three repetitions, the treatments were 100 g of bokashi more 1,250 g dolomite (T₁), 100 g of bokashi more 2,500 g of dolomite (T₂), 200 g of bokashi more 1,250 g of dolomite (T₃) and a treatment without fertilization (T₀). The bokashi was mixed by the soil inside the holes where we sowed the rhizomes, whereas the dolomite was mixed with the soil and it was added in the shape of half moon around the sowed rhizomes. There were realized two evaluations, the first one to 75 days and the second one to 150 days after the sowing. The results show that the increase of the number of scions and the height in both evaluations did not present statistical differences; it has increased the levels of pH, potassium and calcium, whereas the levels of organic matter, nitrogen and phosphorus have diminished to 150 days after the initial fertilization with dolomite and bokashi. The application of these fertilizers improves the growth of the ginger and the nutritional contents of the soil

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAR, F. 1963. Química del Suelo. Fertilizantes Químicos. Nutrición de las Plantas.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, prácticas de manejo. Trad. Por Manuel Guzmán. 1 ed. Balderas, México, Limusa, S.A. de C.V. 518 p.
- BROSCHAT, T.K., DONSELMAN, H. 1988. Production and postharvest culture of Red Ginger in South Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 326-327.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). 2007. *Alpinia purpurata*; buscando una planta libre de cochinillas. Universidad de Purdue. Vol. 1 N° 1. Turrialba, Costa Rica. 6 p.
- CHANG, B., CRILEY, R. 1993. Clonal propagation of pink ginger in vitro. HortScience 28: 1203.
- DENNIS, G.F. 1989. *Alpinia purpurata*: a Native of the Salomon Island. Bull. Heliconia Soc. Intern. 4: 12.
- DOMÍNGUEZ, V.A. 1997. Tratado de Fertilización. 3 ed. Madrid, España, Mundi Prensa. 613 p.

- EM BOKASHI TECHNOLOGY NETWORK (EMTECH). 2001. Cleaning up the environment with microorganisms, Japón. [En línea]: Emtech, (<http://emtech.org/bokashi.html>], documentos, 24 Set. 2012).
- GONZÁLEZ, M., MOGOLLÓN, N. 2000. Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia en plantas de *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. 'Jungle King' provenientes de cultivo in vitro y de sección de rizoma. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Lara, Venezuela. 10 p.
- GOZÁLEZ, C. 1993. Evaluación de un ensayo de fertilización en *Eucalyptus globulus* Labill. en las dunas de Chanco, séptima región. Memoria Ingeniería Forestal, Universidad de Chile, facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. pp 11 – 45.
- GUERRERO, A. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Bilbao, España. 206 p.
- GUZMÁN, M. 2008. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. California Plant Health Association. México, Limusa. 380 p.
- HANSEN, J. D. 1993. Field phenology of red ginger, *Alpinia purpurata*. Proc. Fla. State Hort. Soc. 106: 290-292.
- HUERTAS, V. 2005. Fertilización de suelos. Caritas Huacho. Huacho, Perú.

- MUNIEV, E. 2004. Los nutrientes esenciales secundarios muchas veces ignorados: calcio, magnesio y azufre. Serie: Fertilidad de suelos. Huancayo, Perú. 16 p.
- INTEVEP. 1997. La dolomita. [En línea]: Pdvsa, (<http://www.pdvsa.com/lexico/museo/minerales/dolomita.htm>), documento, 23 Nov. 2011).
- JACKSON, A. 1967. Physiological effects of soil acidity in soil acidity end agronomy, 12 (r. w. Pearson F. Adams, Eds). Madison Amer. 43-124 pp. [En línea]: PUBLISH.CSIRO.AU, (<http://www.publish.csiro.au/paper/SR9950425.htm>), journal of soil research. Australian, Journal, 01 May. 2012).
- LEONARD, D. 1990. Suelos, siembras y el uso de fertilizantes. Un manual para trabajadores del desarrollo. Paraguay, Cuerpo de paz. 340 p.
- MATURANA, J.E. 2003. Plan de negocio para FRUTYCA Ltda sobre la producción de heliconias en Ricaurte y su comercialización en Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C., Colombia. 140 p.
- MERSINO, E. F. 1995. The effects of four levels of nitrogen on the growth, yield, and shelf life of red ginger *Alpinia purpurata* (Vieill.) Schum. Bull. Heliconia Soc. Intern. 7: 5-7.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Formulación de una metodología para la recuperación de suelos degradados en zonas de cultivo de coca. PROAMAZONIA (Programa para el Desarrollo de la Amazonia Peruana). Lima, Perú. [En línea]: DEVIDA,

(<http://www.devida.gob.pe/Documentacion/documentosdisponibles/Suelos%20Degradados.pdf>, documentos, 22 Ago. 2012).

MOLINA, J.A. 2012. La materia orgánica del suelo. Introducción a la Ciencia del Suelo. Colombia. Facultad de Ciencias – Universidad Nacional de Colombia. 12 p.

MUNIVE, E. 2006. Enfoque holístico del uso sostenible del suelo. Temas en suelos. 32 p.

NAZAR, J. 2010. Efecto de la dolomita en el crecimiento del *Theobroma cacao* L. (Clon CCN – 51) en un suelo ácido bajo condiciones de vivero, en Tingo María. Tesis Ing. Recursos naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 64 p.

OSTOS, A.E. 2006. Influencia de características del paisaje y prácticas de manejo sobre la incidencia de cochinillas (Hemíptera) en *Alpinia purpurata* (Vieill.) K. Schum. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. Turrialba, Costa Rica. 65 p.

PADRON, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. México. 215 p.

RAMÍREZ, R., RESTREPO, R. 2000. Evaluación de la aplicación del abono tipo bokashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de Marinilla, Antioquía. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 24 p.

- RAMOS, F. 2005. Nutrición vegetal. Fertilización de los cultivos: Estimación del requerimiento de fertilizantes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 473 p.
- REÁTEGUI, M.E. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de *Colubrina glandulosa* Perkins (Shaina), en fase de vivero en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Recursos naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 90 p.
- RESTREPO, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y biofertilizantes Foliares, Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. 49 p.
- RESTREPO, R. 2007. Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Primera edición. Managua: SIMAS. 262 p.
- ROWELL, D.L. 1994. Soil Science Methods & Applications. Department of Soil Science, University of Reading.
- SCHALTTER, J. 2005. Factores que determinan la productividad de pino radiata. Curso de fertilización forestal en la Escuela Agraria de Derio. Artículo Euskadi Basogintza – Euskadi Forestal N° 62. Derio, Chile. 7 p.
- SEGUEL, O. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas [En línea]: Alarce, ([http://alarce.innia.c1/abrigulturalaec/documentos/v.63\(03\)/nr2943%20p%20287-297.pdf](http://alarce.innia.c1/abrigulturalaec/documentos/v.63(03)/nr2943%20p%20287-297.pdf), documento, 24 Abr.2011).

- SHEEHAN, T. 1958. Zingiberaceae for Florida. Proc. Fla. State. Hort Soc. 71: 382-388.
- SHINTANI, M., LEBLANC, H., TABORA, P. 2000. Bokashi; Abono orgánico fermentado. Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. Guía para uso práctico. Limón, Costa Rica. 25 p.
- SOSOF, J.C., OTSOY, M.R., SOSOF, J.R. 2005. Búsqueda, recolección y evaluación de cinco sistemas de producción de cultivares de flores de la familia Zingiberaceae en suroccidente de Guatemala. Instituto de Investigación y Desarrollo de Suroccidente (CUNSUROC). Suchitepéquez, Guatemala. 4 p.
- UHART, S. 1995. Efecto de la disponibilidad de nitrógeno y carbono sobre la determinación del número de granos y del rendimiento en maíz. Tesis DR. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina.
- UHART, S., ECHEVERRÍA, E. 2000. El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada y fosforada. Buenos Aires, Argentina.
- URIBE, M. 2000. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cali (Colombia). [En línea]: CENICAFÉ, (<http://www.cedeco.or.cr/documentos/Buenazas%20del%20cafetal.pdf>. documento, 19 Jul. 2011).

VON MAREES, A. 1988. Respuesta de la fertilización con NPK de una plantación recién establecida de *Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker en la precordillera andina de la novena región. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. pp 25 – 48.

ZAVALETA, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Universidad Agraria La Molina. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 223 p.

ANEXO

Anexo 1. Datos de campo

Cuadro 22. Datos registrados del incremento en la altura de la planta durante la investigación.

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
I	3	13.5	7
I	3	12	10
I	3	9	8
I	3	7.5	6
I	3	2	2
I	3	5.5	7
I	3	6	3
I	3	9.5	9
I	3	8	18
I	3	10.5	13
I	3	10	18
I	1	10	11
I	1	16	7
I	1	12	11
I	1	5.5	5
I	1	3.5	7
I	1	5	15.0
I	1	10.5	5

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
I	1	8	4
I	1	8.5	5
I	1	15	3.5
I	1	30	1.5
I	1	28	7
I	0	0	7
I	0	15.5	9
I	0	5	4
I	0	9	8
I	0	20	4
I	0	20	12
I	0	10	5
I	0	16	7
I	0	7.5	5
I	0	2	5
I	0	6.5	7
I	0	5.5	7
I	0	12	7
I	0	14.5	8
I	0	1.5	7
I	0	13.5	7

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
I	2	14	9
I	2	5.5	9
I	2	39.5	28
I	2	10.5	9
I	2	14.5	8
I	2	10	11
I	2	16.5	3
I	2	1.5	9
I	2	8.5	3
I	2	2.5	5
I	2	6.5	4
I	4	21.5	9
I	4	11	18
I	4	22	5
I	4	18	10
I	4	21.5	7
I	4	13.5	5
I	4	14	2
I	4	10	10
I	4	18	12
I	4	13.5	10

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
I	4	8	10
I	4	22.5	19
I	4	20.5	9
II	4	14.5	9
II	4	4	7
II	4	8	6
II	4	5.5	6
II	4	0	6
II	4	10	4
II	4	7.5	7
II	4	5	4
II	4	9	6
II	4	5.5	6
II	3	0	5
II	3	1.5	6
II	3	3.5	5
II	3	1	5
II	3	7.5	5
II	3	16	4
II	3	3.5	5
II	3	1.5	5

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
II	3	2	5
II	3	7	5
II	1	21	16
II	1	16.0	12
II	1	8	7
II	1	3.5	8
II	1	2	8
II	1	6.5	4
II	1	8	5
II	1	4	4.0
II	1	2.5	0.0
II	1	7	8
II	0	10	2
II	0	5	4
II	0	6.0	5.7
II	0	11.0	6
II	0	5.0	4
II	0	3	15
II	0	5.5	7
II	0	7	5.7
II	0	0	5.7

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
II	0	2	4.0
II	0	4	5
II	0	7	4
II	2	0.0	9
II	2	21.5	7
II	2	27.5	9
II	2	20.5	7
II	2	14.0	12
II	2	14.5	23
II	2	12.5	12
II	2	10.5	2
II	2	5	3
II	2	9.5	6
II	2	5.5	7
II	2	13.0	7
II	2	1.0	8.6
III	1	22.5	7
III	1	21	3
III	1	40	8
III	1	8.5	5
III	1	8	20

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
III	1	11.5	14
III	1	12	14
III	1	35	14
III	1	14.5	34
III	1	13.5	18
III	2	13.5	7
III	2	8	4
III	2	8	9
III	2	15.5	13
III	2	16	6
III	2	11.5	6
III	2	2.5	2
III	2	3.5	1
III	2	1.5	3
III	4	5.5	14
III	4	11.5	7
III	4	6	9
III	4	15.5	11
III	4	16.5	13
III	4	19.5	3
III	4	16	6

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
III	4	3.5	2
III	4	9.5	9
III	4	5.0	9
III	4	5.0	11
III	4	16.0	9
III	4	16.0	9
III	4	1.0	9
III	4	1.0	9
III	0	7	8
III	0	11.5	4
III	0	9.5	8
III	0	5	4
III	0	6	4
III	0	5	5
III	0	10.5	4
III	0	10.5	8
III	0	5.5	3
III	0	6	7
III	0	4.5	7
III	0	20	11
III	0	6	3

Continúa Cuadro 22...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
III	3	0	9
III	3	21.5	6
III	3	27.5	9
III	3	20.5	9
III	3	14.0	15
III	3	14.5	9
III	3	12.5	9
III	3	10.5	6
III	3	5	10
III	3	9.5	9
III	3	5.5	9
III	3	13	9
III	3	1	9

Cuadro 23. Incremento del número de hijuelos durante el experimento.

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
I	3	4	4
I	3	1	2
I	3	3	1
I	3	3	3
I	1	2	2
I	1	3	2
I	1	4	4
I	1	3	2
I	0	0	0
I	0	7	6
I	0	5	3
I	0	3	2
I	2	2	1
I	2	2	1
I	2	4	3
I	2	3	3
I	4	4	3
I	4	3	3
I	4	4	3
I	4	2	2
II	4	4	2

Continúa Cuadro 23...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
II	4	0	0
II	4	3	3
II	4	2	1
II	3	0	0
II	3	4	1
II	3	1	2
II	3	4	2
II	1	2	2
II	1	3	1
II	1	3	3
II	1	2	0
II	0	3	2
II	0	5	0
II	0	0	4
II	0	3	3
II	2	0	0
II	2	3	3
II	2	3	3
II	2	6	5
III	1	3	3
III	1	2	2

Continúa Cuadro 23...

Bloques	Tratamientos	Incremento a 75 días	Incremento a 150 días
III	1	2	3
III	1	3	0
III	2	3	3
III	2	1	1
III	2	2	0
III	2	3	3
III	4	3	2
III	4	2	3
III	4	3	2
III	4	7	4
III	0	1	1
III	0	2	3
III	0	8	8
III	0	2	1
III	3	1	1
III	3	0	0
III	3	2	1
III	3	2	2

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 11. Vegetación predominante anteriormente.



Figura 12. Hijuelos extraídos para la investigación.



Figura 13. Apertura de hoyos para la siembra de hijuelos.



Figura 14. Aplicación de las dosis de fertilizante.



Figura 15. Aplicación de fertilizantes.



Figura 16. Brotes de *Alpinia purpurata* K. Schum.