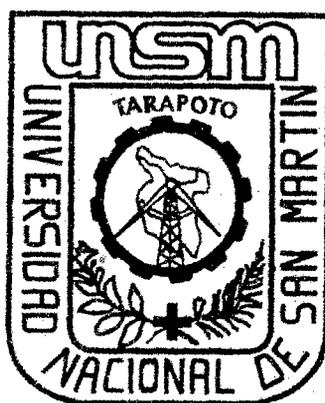


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO RESIDUAL DE ENMIENDA CALCIO
MAGNÉSICA EN EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL CAUPI (*Vigna
unquiculata*) EN SUELOS ACIDOS DE AUCALOMA, COMO
TERCER CULTIVO EVALUADO”.**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
VÍCTOR SEGUNDO ALEGRÍA LOZANO**



TARAPOTO - PERÚ

2003

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

“EVALUACIÓN DEL EFECTO RESIDUAL DE ENMIENDA CALCIO
MAGNÉSICA EN EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL CAUPÍ (*Vigna
unquiculata*) EN SUELOS ÁCIDOS DE AUCALOMA, COMO
TERCER CULTIVO EVALUADO”.

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

VÍCTOR SEGUNDO ALEGRÍA LOZANO

JURADO:



ING. JULIO RÍOS RAMÍREZ
PRESIDENTE



ING. Dr. JAIME W. ALVARADO RAMÍREZ
MIEMBRO



ING. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ
MIEMBRO



ING. SEGUNDO D. MALDONADO VÁSQUEZ
ASESOR



BACH. VÍCTOR S. ALEGRÍA LOZANO
TESISTA

DEDICATORIA

Con eterna gratitud a mis queridos padres Víctor Raúl Alegría Angulo y Mercith Lozano Alegría, por el sacrificio económico, comprensión y entrega hasta culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos Ciro Augusto, Bella Milagros y Maxhenry que me brindaron su apoyo moral

AGRADECIMIENTO

- A mi Dios Todopoderoso, quien me brindo salud y vida durante el desarrollo del presente trabajo.

- Al Ingeniero Segundo Darío Maldonado Vásquez por el asesoramiento del presente trabajo de Tesis, por su apoyo, colaboración y desarrollo del mismo.

- Al Ingeniero Javier Ormeño Luna por su colaboración como Coasesor del presente trabajo.

- Al Ingeniero Carlos Rengifo Saavedra por su invaluable apoyo en el desarrollo de la Tesis.

- Al señor Fernando Pinedo Pinedo, guardián del fundo Aucaloma.

- Al Ingeniero Daniel Ushiñahua Ramírez, Investigador Agrario, Estación Experimental "El Porvenir"

- Así mismo, al Ingeniero Max Beltrán Pezo Perea y al Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramírez.

- A todos estos seres maravillosos, mi más eterna gratitud.

CONTENIDO

	Pág
I INTRODUCCIÓN	01
II OBJETIVOS	03
III REVISIÓN DE LITERATURA	04
IV MATERIALES Y METODOS	20
V RESULTADOS	35
VI DISCUSIONES	51
VII CONCLUSIONES	62
VIII RECOMENDACIONES	65
IX RESUMEN	66
X SUMMARY	69
XI BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	72
XII ANEXO	77

I. INTRODUCCION:

Uno de los factores limitantes para el desarrollo de la agricultura en los trópicos, es la acidez de los suelos, caracterizados por su bajo pH y altas saturaciones de aluminio, que provocan toxicidad para el desarrollo de la mayoría de los cultivos; trayendo como consecuencia, un deficiente desarrollo y baja producción de los mismos.

En el Perú, los suelos ácidos representan más del 50% de las tierras de uso agrícola, predominando en la Selva Alta en un 75%, especialmente en las partes altas de las cuencas, cuyas topografías son irregulares y con fuertes pendientes (Benítez, 1 980).

En la Región San Martín, los suelos ácidos se han incrementado notablemente, como consecuencia de la pérdida de la capa arable por erosión, extracción de nutrientes, deforestación y sobre todo el empleo de practicas agrícolas inapropiadas.

Los suelos de la zona del Sector Aucaloma, en su mayoría presentan áreas con problema de acidez, predominando en ellas especies vegetales como "Shapumba" (Pteridium sp) y el "cashucsha" (Imperata sp) que limitan el crecimiento y desarrollo de muchos cultivos, debido a que estos suelos en general tienen bajo pH, bajo contenido de calcio y magnesio, altas saturaciones de aluminio. Sin embargo, a partir de setiembre del año 2000, con la finalidad de contrarrestar los efectos adversos de la acidez de estos suelos, se iniciaron

trabajos de investigación con el empleo de una enmienda Calcio Magnésica conocida en el mercado como Magnecal, material encalante que puede contribuir con nutrientes de calcio y magnesio en forma de Óxido de Calcio 77% y Óxido de Magnesio en 19%, el cual se aplicó unas 15 dosis de la enmienda para evaluar el efecto inmediato, sobre el rendimiento del cultivo y su efecto en la neutralización del aluminio en el suelo, habiéndose encontrado resultados altamente positivos para la producción. Como cultivos indicadores se evaluaron primero maní (Arachis hypogaea) Var. Rojo Tarapoto; seguido a esto se sembró Maíz (Zea maiz) Var. Marginal 28 – Tropical, para evaluar el efecto residual de dicha enmienda en el rendimiento del cultivo y luego se realizó la Segunda Evaluación del Efecto Residual de la enmienda Calcio Magnésica después de Dieciséis meses de aplicado al suelo, sembrando Frijol Caupí (Vigna unguiculata) Var. Blanco Cumbaza, que es motivo del presente informe.

II. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar el efecto residual de 15 Dosis de la enmienda Calcio Magnésica, aplicados en un suelo ácido del Sector Aucasoma en Septiembre del 2000, en el desarrollo vegetativo y rendimiento del Cultivo de Frijol Caupí Variedad "Blanco Cumbaza" y los efectos en la acidez intercambiable del suelo.

- 2.2. Determinar la dosis agronómica y económicamente más recomendable para el cultivo para ser aplicada por el agricultor.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. GENERALIDADES SOBRE LOS SUELOS ACIDOS

FASSBENDER, (1 986), menciona que el factor más perjudicial para las plantas en suelos fuertemente ácidos es la toxicidad de aluminio que limita la degradación microbiana de la materia orgánica, si el pH es menor de 5.

A su vez (**BENITEZ, 1 980**); sostiene que en la selva alta del Perú, predominan los suelos ácidos con pH de 4,5 y con niveles tóxicos de saturación de aluminio que van de 70 a 90%.

SÁNCHEZ Y SALINAS, (1 976) señalan que la acidificación de los suelos se incrementa notablemente como consecuencia de factores como: lixiviación y erosión, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intensivo, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales, así como la aplicación de sales sulfatadas y nítricas a través de la disociación que producen ácidos (ácido nítrico y sulfúrico).

Por su parte (**SÁNCHEZ, 1 976**); informa que entre los problemas que se presentan en los suelos ácidos, es la toxicidad del aluminio y/o manganeso y la baja disponibilidad de elementos esenciales para las plantas, tales como el fósforo, el calcio y magnesio. Las formas reactivas de fierro y aluminio hacen que las formas solubles de fósforo

reaccionen y se transformen en otros menos solubles y poco aprovechables por las plantas. Este fenómeno llamado fijación es quizás uno de los más importantes en los suelos ácidos, que son invariablemente de textura media a fina, altos en óxidos o hidróxidos de hierro y aluminio (orden Oxisol y Ultisol y ciertos Inceptisoles y Alfisoles).

5.2. MATERIALES DE ENCALADO Y SU EMPLEO EN SUELOS ÁCIDOS

VILLAGARCIA Y ZAPATA, (1 987); sostienen que las enmiendas son productos que se añaden al suelo para mejorar el conjunto de sus propiedades físicas, químicas y biológicas en suelos ácidos. Las enmiendas a base de cal viva (CaO) y cal apagada (CaOH_2), son generalmente más activas que las calizas molidas y margas.

TISDALE Y NELSON, (1 982); manifiesta que los materiales utilizados normalmente para la adición de cal a los suelos ácidos son los Óxidos, Hidróxidos, Carbonatos y Silicatos de Calcio o de Calcio Magnesio y que además de los cationes de estos materiales, el anión acompañante debe ser uno que reduzca la actividad del ión hidrógeno.

Cuando se requiere resultados excepcionalmente rápidos debería seleccionarse materiales como los Óxidos y/o Hidróxidos Cálcicos por su rápida reacción en el suelo y alto valor neutralizante.

COLACELLI, (1 997), considera a su vez los siguientes productos de encalado:

- a). Calizas: formadas por CaCO_3 y Mg CO_3 (Carbonatos de calcio y magnesio) en cantidades variables. Ej.: Calcita: 40% de Ca; Dolomita: 21.6% de Ca y 13% de Mg.
- b). Cal viva: (CaO) Se obtiene por calcinación del CaCO_3 , tiene generalmente una pureza del 90% siendo un producto de acción rápida.
- c). Cal apagada o hidratada: $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ es la cal viva que se hidrata.
- d). Escorias Thomas: Producto residual de la producción del acero que contiene un 32% de Ca, además de P.
- e). Existen otros productos de utilización regional como las espumas azucareras, conchillas marinas.

Por su parte **ALCARDE, (1 992)**; indica que los carbonatos, hidróxidos y silicatos generan iones OH y son los que neutralizan la acidez del suelo al propiciar la precipitación del aluminio como $\text{Al}(\text{OH})_3$ y la formación de agua. Así mismo, señala que las sales básicas de calcio y magnesio son muy abundantes en la naturaleza y además, estos dos elementos son muy esenciales para la nutrición de las plantas, por este motivo constituyen los correctivos de acidez de mayor uso.

MARGARET, (1 991); menciona que el potasio se recicla en forma continua ya que los compuestos de este elemento son muy solubles y se lixivian con facilidad; además, la mayor parte del potasio del suelo se retiene como cationes no intercambiables en las redes de las arcillas y es mínima la cantidad de este elemento que se retiene en los compuestos orgánicos.

3.2.1. Los Carbonatos Correctivos de la Acidez del Suelo.

CHÁVEZ, (1 993); indica que la cal calcítica es el material más utilizado para encalar los suelos ácidos. Está compuesto en su mayoría por carbonatos de calcio y magnesio. Se obtiene a partir de la roca caliza, roca calcárea o calcita.

Beneficio de la Adición de Carbonatos.

Los carbonatos producen significativos incrementos de la cantidad y calidad de las cosechas porque contribuyen con los nutrientes de calcio, magnesio, fósforo, nitrógeno, micronutrientes, mejoran la estructura del suelo y aumentan la eficiencia de los fertilizantes.

CARBALLO, (1 993); reporta que al adicionarse los carbonatos sobre suelos ácidos, el proceso de nitrificación y fijación de Nitrógeno es significativamente favorecido por la presencia de calcio. Así mismo, la formación de la clorofila y el proceso de fotosíntesis se acelera por la presencia de Magnesio.

COLACELLI, (1 997), considera que el encalado persigue los siguientes objetivos:

- Aumenta la estabilidad de la estructura del suelo.
- Disminución de los iones H^{++}
- Aumento de los iones $(OH)^{-}$.
- Disminución de la solubilidad de los iones Al^{+++} , Mn^{++} y Fe^{+++} que a determinadas concentraciones pueden ser tóxicas.
- Aumento de la solubilidad del P.
- Aumento de las cantidades disponibles de Ca^{++} y Mg^{++} por el agregado con los materiales calizos.
- Estimula los microorganismos del suelo.
- Aumenta el ritmo de mineralización de la materia orgánica con el consiguiente aumento del N disponible.

THOMPSON, 1 962. Menciona que la acción estimulante de la cal se debe en principio a la formación de nitrógeno a partir de la materia orgánica, provocada por el aumento de la actividad de los microorganismos.

El aumento en el rendimiento del cultivo se debe más al aumento en nitrógeno y fósforo asimilables que al efecto directo del ion calcio.

A su vez **RUSSELL Y RUSSELL, (1 999)**, sostienen que el encalado de un suelo ácido puede tener varias consecuencias inmediatas. Eleva

automáticamente el pH y el potencial de cal y la concentración del ion calcio en la solución edáfica. Esto dará como resultado que los iones calcio desplacen los iones aluminio de la arcilla, y que suba el pH de la solución del suelo, ocasionando así la precipitación como hidróxido aluminico de parte de los iones aluminio que contiene.

TISDALE Y NELSON, (1 982), manifiesta que existe un cierto número de factores que determinan la selección de un programa de adición de cal como son:

1. Requerimiento de cal del cultivo en el campo
2. Textura y contenido en materia orgánica del suelo así como el pH.
3. Tiempo y frecuencia de adición.
4. Naturaleza y Coste del material de adición de cal.

El mismo autor manifiesta que la frecuencia de aplicación depende generalmente de la textura del suelo y de la cantidad de cal. En suelos arenosos son preferibles aplicaciones frecuentes y ligeras, mientras que en suelos de textura fina pueden ser aplicadas cantidades mayores menos a menudo. El tipo de piedra caliza determina en cierta medida la frecuencia de la aplicación. Los materiales finamente divididos reaccionan más rápidamente, pero su efecto se mantiene durante un periodo de tiempo más corto que el de los materiales que contienen cantidades apreciables de partículas gruesas.

Según **COLACELLI, (1 997)**, indica que la relación entre suelo y la cal aplicada se mantiene a lo largo de muchos años. Durante el primero y segundo año, la reacción es veloz, conforme pasa el tiempo, ésta declina gradualmente. Generalmente, el pH máximo resultante del encalado, se alcanza entre los 2 y 3 años de la aplicación. Después de este tiempo la reacción es más lenta que la velocidad de lavado, y el pH desciende gradualmente hasta que se decide repetir la aplicación. La variación del pH es bastante lenta, que por lo general las aplicaciones se realizan cada 4 a 8 años.

A su vez (**COOKE, 1 987**); manifiesta que en todos los suelos que no tienen una reserva natural de calcio es necesario realizar cada cinco años aplicaciones de material calcáreo equivalente a 3 y 4 TM / Há de cal (CaO) o de 5 – 6 TM / Há de caliza molida (CaCO₃) para corregir las pérdidas que se registran con los cultivos intensivos anuales, por lixiviación y por el empleo de fertilizantes, en especial de aquellos ricos en N y K.

3.3. EFECTO RESIDUAL DE LA CAL.

ALCARDE, (1 992); indica que el efecto residual de la cal depende de su velocidad de reacción ó reactividad en el suelo y son varios los factores que intervienen en este proceso: la temperatura y humedad, así como un valor alto de acidez. En suelos con pendientes muy fuertes,

la cal aplicada superficialmente puede perderse por escorrentía y erosión. Así mismo los productos que forman bases fuertes como los óxidos e hidróxidos reaccionan más rápido, pero su efecto residual no es muy prolongado debido a que el Ca y/o Mg pueden ser lixiviados con el tiempo en climas muy lluviosos.

CHÁVEZ, (1 993); manifiesta que el tamaño de las partículas de los productos determinan el efecto de la residualidad, es así que los materiales de encalado más finos reaccionan mucho más rápido que los gruesos, y su efecto residual es menor. El ciclo de los cultivos es otro factor que determina el efecto residual de la cal, en cultivos de ciclo muy corto, es preferible el uso de materiales de rápida reacción y alta fineza tales como óxido e hidróxidos de calcio; en cultivos perennes se puede utilizar cal con un efecto residual más prolongado (con material más grueso). La dosis del material a utilizarse es otro factor importante, dosis muy bajas o que subestiman el contenido de acidez intercambiable del suelo no reduce la acidez de forma cuantificable y su efecto residual es casi nula.

Por su parte, **(RIVERA, 1 993)**; manifiesta que a mayor aplicación de cal mayor es el efecto residual de la enmienda y el contenido de pH en el suelo.

CARBALLO, (1 993), da a conocer que el efecto residual de la cal depende de su velocidad de reacción o reactividad en el suelo. Entre los factores que intervienen en este proceso se pueden citar:

a) Condiciones de Clima y Suelo.

La alta temperatura y humedad, así como un valor alto de acidez; favorecen la reacción de la cal. Por tal motivo, los materiales de encalado son más reactivos en zonas tropicales que en sitios fríos o templados. En suelos con pendientes muy fuertes, la cal aplicada superficialmente puede perderse por escorrentía y erosión. Se ha demostrado que la lixiviación de Ca y/o Mg proveniente de la cal, es alta en suelos de texturas livianas y alta capacidad de infiltración. Los suelos ácidos de textura arenosa deben ser encalados con mayor frecuencia que los arcillosos.

b) Naturaleza Química del Material.

Los productos que forman bases fuertes como los óxidos e hidróxidos reaccionan más rápido, pero su efecto residual no es muy prolongado debido a que el Ca y/o Mg pueden ser lixiviados con el tiempo en climas muy lluviosos. Las bases débiles como los carbonatos, son de reacción más lenta y de mayor efecto residual.

c) Tamaño de Partículas.

Los materiales más finos reaccionan mucho más rápido que los gruesos y su efecto residual es menor. Los materiales muy finos pueden presentar pérdidas significativas por la acción del viento, además demostrar aglutinación y adherencia de sus partículas, lo que dificulta su acción y distribución. La cal retenida en mallas 20 y 40 puede reaccionar en un plazo que oscila entre 1 y 3 años, dependiendo de las condiciones climáticas. El material retenido en malla 10 no tiene efecto sobre la acidez del suelo.

d) Cultivo.

En cultivos de ciclo muy corto, como hortalizas y algunas ornamentales, es preferible el uso de materiales de rápida reacción y alta fineza, tales como los óxidos e hidróxidos de Ca. En cultivos

perennes se puede utilizar cales con un efecto residual más prolongado (con un poco de material más grueso).

e) Intensidad de Cultivo.

Los terrenos intensamente cultivados y fertilizados con nitrógeno, son más susceptibles a acidificarse rápidamente. Se ha demostrado que en suelos ácidos como los Alfisoles y Ultisoles,

el abonamiento intensivo con fuentes amoniacales como sulfato de amonio, nitrato de amonio y urea, pueden incrementar los problemas de acidez a mediano plazo si no se toman medidas oportunas de corrección. Los fertilizantes nitrogenados amoniacales dejan efecto residual ácido como consecuencia de la nitrificación de NH_4^+ por las bacterias del suelo.

f) Dosis.

Dosis muy baja o que subestima el contenido de acidez intercambiable del suelo no reducen la acidez de forma cuantificable y su efecto residual es casi nulo. Algunos suelos pueden presentar un nivel de acidez intercambiable bajo, pero deficientes en Ca. En este caso, la aplicación de la cal es la forma más económica de suplir Ca como fertilizante, y el uso de una fórmula para calcular la dosis resulta innecesario, siendo más práctico agregar una cantidad moderada de Cal 0.5-1 TM/Ha como fuente de Ca.

3.4. EXPERIENCIAS SOBRE UTILIZACIÓN DE ENMIENDAS O MATERIALES DE ENCALADO EN SUELOS ÁCIDOS.

RENGIFO E HIDALGO, (1 998); en experimentos realizados en los shapumbales de Calzada (Alto Mayo) con roca fosfórica de Bayovar y encalado bajo la forma de cal apagada $\text{Ca}(\text{OH})_2$, encontraron que estos materiales son eficientes para el control de aluminio y el incremento de

rendimiento de los cultivos hasta en un 100%. Al respecto, la utilización de 2 TM/Ha de cal y 200 Kg de P_2O_5 bajo la forma de roca fosfórica, fueron los mas sobresalientes lo cual se reporta en el cuadro N° 01.

CUADRO N° 01: Rendimiento de Cultivos de KG/Ha.

P.R.S.A. – Calzada.

CUTIVOS	SIN CAL	CON CAL	CAL + FERTILIZANTE
ARROZ	1.000	1.555	2.511
MAIZ	384	1.050	1.864
FRIJOL	82	647	1.053

A su vez (**JUÁREZ, 1991**), indica la evaluación de materiales encalantes aplicados a un suelo ácido del Alto Mayo en cultivos de maíz y soya desde el año 1 988 a 1 991, donde los mejores rendimientos de grano obtenidos de maíz fue 2 185, 3 225 y 1 712 Kg / Há y la soya con rendimientos de 1 747 Kg / Há, con dosis de aplicación de Cal (1.5x).

RIVERA, (1 992); evaluó el efecto residual de tres materiales encalantes (1 enmienda de $Ca(OH)_2$ y 2 enmiendas de $CaCO_3$) con fertilización N-P-K en el rendimiento del maíz después de cinco años de incorporación en un suelo ácido del Alto Mayo con cultivos consecutivos (cuatro de maíz y uno de soya). Encontrándose que los mejores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos donde se aplicó mayores dosis de cal

(1,5 x) alcanzando rendimientos entre 2182 Kg/Ha, 2 162 Kg/Ha y 2 080 Kg/Ha; así mismo, los rendimientos decrecían a medida de que la dosis de aplicación de cal fueron disminuyendo a tal punto que los testigos tuvieron rendimientos nulos.

Por otro lado, la fertilización con N-P-K aplicado fue más eficiente lo cual permitió obtener los más altos rendimientos. En cuanto a altura de planta también existió diferencias altamente significativas para la dosis de cal; puesto que, a mayor dosis las plantas obtuvieron mayor altura.

PEZO, (2000); evaluando 15 dosis de enmienda Calcio Magnésica "Magnecal" que van de 0,5 a 7,0 TM/Ha aplicados en un suelo ácido del sector de Aucaloma, reporta los rendimientos obtenidos en el cultivo de Maní (primera campaña) de las cuales las dosis sobresalientes de la enmienda fueron de 7,0 , 5,5 y 3,0 TM/Ha con rendimientos de 2 508 , 2 332 y 2 292 Kg/Ha de vainas respectivamente.

FUNDAAM, (1 999); realizó la incorporación de caliza dolomítica molida en el cultivo de arroz bajo riego con la finalidad de subsanar la deficiencia de calcio y magnesio y su efecto sobre el rendimiento del cultivo. La dosis empleada fue de 2.0 TM/Ha de caliza gruesa y caliza fina, por cada uno; obteniéndose el máximo rendimiento de 5, 630 Kg/Ha con la incorporación de caliza fina y 5, 380 Kg/Ha con caliza gruesa. Del experimento realizado concluyen que el incremento logrado sobre el rendimiento de cultivo de arroz en suelos ácidos del Alto Mayo justifica los costos efectuados en la incorporación de caliza dolomítica.

3.5. DEL CULTIVO FRIJOL CAUPI

3.4.1. Condiciones Ecológicas del Cultivo

MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1 998); indica que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del frijol caupí está entre los 20°C y los 35°C. Es un cultivo sensible a los días largos, existen variedades de días cortos y de días largos. El fotoperiodo óptimo para la inducción floral es de 8 a 14 horas, el Caupí se adapta a todo tipo de suelos, aunque prefiere de fertilidad media a alta, suelos sueltos como franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso; tolera la acidez pero no la alcalinidad ni salinidad.

Por su parte **(RENGIFO, 1 999)**; menciona que el Caupí para un buen crecimiento y desarrollo requiere temperaturas medias de 20 a 26 °C una precipitación de 800 a 1200 mm/año y suelos de textura franca (franco arenoso – limoso o franco arcilloso), con buen drenaje y pH de 5,0 a 7,0.

3.4.2. Necesidades Nutricionales del Frijol Caupí.

VILCHEZ, (1 998); menciona que la dosis de fertilización que ha dado buenos resultados son 40 a 60 Kg/Ha de nitrógeno, 20

Kg/Ha de fósforo y 15 Kg/Ha de potasio. Teniendo en cuenta estas cifras y previo análisis químico del suelo, pueden calcularse las necesidades de fertilizantes para este cultivo. En suelos de Bagua, Huallaga Central y Bajo Mayo que son ricos en fósforo y potasio, fertilizar solo con nitrógeno en dosis bajas debido a que la planta de frijol caupí tiene capacidad de fijar nitrógeno atmosférico contribuyendo al mejoramiento de la fertilidad natural de los suelos.

3.4.3. El Fríjol Caupí en suelos ácidos y alcalinos.

USHIÑAHUA, (2 002); en experimentos realizados en tres parcelas de comprobación (Cuñunbuque Prov. de Lamas, suelo de reacción alcalina y textura franco arcillosa, Bello Horizonte y la Unión (Banda Shilcayo – Prov. de San Martín) ambos suelos de reacción ácida de textura franco arenoso); donde se evaluó el rendimiento de grano seco y otras ventajas agronómicas de dos líneas promisorias de caupí (Chongoyape LG-16 y Chongoyape LG-19) frente a dos testigos (Blanco Cumbaza y San Roque); encontrando que los cultivares de Caupí rindieron relativamente mejor en condiciones de suelos ácidos, pero no superaron en rendimiento de grano seco las Líneas a los Testigos, lo cual se reporta en el siguiente cuadro 02:

**CUADRO 02: Parámetros de evaluación en 03 parcelas de Comprobación
de caupí en campo de agricultores, campaña – 2 002**

Cultivo	Cuñunbuque (suelo alcalino)			La Unión (suelo ácido)			Bello Horizonte (suelo ácido)		
	Vainas/ Planta	Altura Planta (cm)	Rend. Kg/Ha	Vainas/ Planta	Altura Planta (cm)	Rend. Kg/Ha	Vainas/ Planta	Altura Planta (cm)	Rend. Kg/Ha
Caupí									
LG-16	4,8	45,6	750	9,0	42,5	1 257	9,3	46,7	1 450
LG-19	4,9	43,8	1 000	6,5	38,1	1 164	7,6	42,4	1 250
B.Cumb.	6,7	97,8	1 523	6,9	51,0	1 600	8,6	59,7	1 666
San Roq.	6,0	67,4	1 100	7,4	48,2	1 458	10,0	53,2	1 500

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. MATERIALES.

4.1.1. Descripción del Área Experimental

4.1.1.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en terrenos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado en el Sector Aucaloma a 15 Km. de Tarapoto, siguiendo la carretera a San Antonio de Cumbaza comprensión del distrito de San Roque Provincia de Lamas y Región San Martín.

Localización Geográfica.

La ubicación geográfica es la siguiente:

Altitud : 650 m.s.n.m.

Latitud sur : 6°20'

Longitud Oeste : 76°21'

Zona de Vida : Bosque Húmedo Premontano
Tropical (Bh-PT).

4.1.1.2. Historia del Terreno

En el área donde se evaluó el presente experimento, el ensayo empezó en septiembre del 2 000, cuya secuencia de los cultivos evaluados desde el 2 000 al 2 002 fue el siguiente:

PERIODO				CULTIVO
Setiembre del 2 000	a	enero 2 001		Maní
Febrero del 2 001	a	julio 2 001		Maíz
Octubre del 2 001	a	enero 2 002		Frijol caupí

Así mismo, se efectuó el análisis físico químico del suelo antes de iniciar la investigación, cuyas características se indican a continuación:

CUADRO No. 03: Análisis de Suelo en el Área Experimental, antes de iniciar la investigación - Setiembre del 2000.

DETERMINACIÓN	RESULTADO	MÉTODO	INTERPRETACION
Arena	84,8%		
Arcilla	4,4%		
Limo	10,8%		
Clase Textural		Boyucos	Arena franca
PH	5,72	Potenciómetro	Moderadamente Acido
Conductividad Eléctrica	0,9 mmhos/cm ³	Conductímetro	Bajo
Materia Orgánica	3,22%	Walkley Black	Medio
Fósforo Disponible	12 ppm	Olsen Modificado	Bajo
Potasio Intercamb.	0,24 meq/100g	Turbidumétrico de Tetrafenil borato	Medio
Ca + Mg Intercamb.	2,5 meq/100g	Titulación de EDTA	Bajo
Aluminio Intercamb.	5,7 meq/100g	Cloruro de Potasio	Alto
Nitrógeno	0,004025 %	Cálculo M. O.	Medio

FUENTE : Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

Por otra parte, también en setiembre del 2000, se realizó un muestreo de suelo, obteniéndose 60 muestras de los 15 tratamientos en estudio por 4 repeticiones, esto fue a los 21 días de la aplicación de la enmienda calcio magnésica y antes de la siembra del cultivo maní; habiéndose efectuado el análisis químico de pH, Fósforo, Calcio + Magnesio, Potasio y Aluminio del suelo del área

experimental en el Laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín, cuyos resultados se indican en el siguiente cuadro N° 04 :

CUADRO N° 04: Promedio de los niveles de pH, fósforo disponible, Calcio + Magnesio cambiabile, Potasio cambiabile y Aluminio cambiabile en el suelo de cada uno de los tratamientos después de 21 días de la aplicación de la enmienda calcio magnésica realizado el 09 de setiembre del año 2 000.

TTO	Dosis de Enmienda TM/Ha	Promedio de pH	Fósforo Disponible ppm	Ca + Mg Cambiabile meq/100g	Potasio Cambiabile meq/100g	Aluminio Cambiabile meq/100g
T ₁	0,0	5,73	12,00	2,50	0,24	5,73
T ₂	0,5	5,83	12,75	4,00	0,26	3,75
T ₃	1,0	6,27	12,75	7,50	0,27	3,13
T ₄	1,5	6,83	14,00	8,50	0,27	2,15
T ₅	2,0	6,49	14,25	8,00	0,27	2,03
T ₆	2,5	7,22	14,50	9,50	0,28	1,83
T ₇	3,0	7,30	14,25	10,00	0,28	1,25
T ₈	3,5	7,12	14,50	10,50	0,28	0,80
T ₉	4,0	7,36	14,75	10,75	0,29	0,53
T ₁₀	4,5	7,46	15,00	11,13	0,29	0,18
T ₁₁	5,0	7,39	15,25	11,63	0,29	0,00
T ₁₂	5,5	7,53	15,25	11,75	0,30	0,00
T ₁₃	6,0	7,59	15,50	11,88	0,30	0,00
T ₁₄	6,5	7,63	15,50	12,50	0,30	0,00
T ₁₅	7,0	7,70	15,75	13,00	0,31	0,00

FUENTE: Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

4.1.1.3. Condiciones climáticas

Durante el trabajo experimental de octubre a enero del 2002 en el sector Aocaloma las condiciones climáticas referidas a temperaturas y precipitaciones proporcionadas por el SENAMHI, Oficina de Tarapoto, se indican el Cuadro No. 05.

CUADRO N° 05: Datos Meteorológicos correspondiente a los meses del Experimento Octubre– Enero del 2 002.

MESES	TEMPERATURA MEDIA MENS. (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENS. (%)	PRECIPITACION TOTAL MENS. (mm)
OCTUBRE	25,45	84	232,4
NOVIEMBRE	25,75	78	109,1
DICIEMBRE	24,95	81	286,8
ENERO	25,45	80	54,5
TOTAL	101,60	323	682,8
PROMEDIO	25,40	80,75	170,7

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

5.2. METODOLOGÍA.

4.2.1. Factores y Tratamientos en Estudio

A) Dosis de Magnecal

Se evaluaron 15 dosis de Enmienda Calcio Magnésica (77% CaCO_3 y 19% MgCO_3) que constituyeron los tratamientos en estudio, siendo los mismos evaluados en setiembre del año 2 000:

<u>TRAT</u>	<u>DOSIS TM/Ha</u>
1	0.0
2	0,5
3	1,0
4	1,5
5	2,0
6	2,5
7	3,0
8	3,5
9	4,0
10	4,5
11	5,0
12	5,5
13	6,0
14	6,5
15	7,0

B) Cultivo

Frijol Caupí (Vigna unguiculata) Variedad Blanco Cumbaza.

4.2.1.1. Diseño y Características del Campo Experimental

El diseño experimental aplicado fue de bloque completamente randomizado (BCR), con cuatro repeticiones y 15 tratamientos.

A) Análisis Estadístico.

Para los análisis estadísticos se utilizó la técnica del análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad. El ANVA tuvo las características que se indica en el Cuadro No. 06:

CUADRO N° 06: Esquema del Análisis de Varianza para el Experimento.

FUENTES DE VARIABILIDAD	FORMULA	GRADOS DE LIBERTAD
BLOQUES	$r-1$	3
TRATAMIENTOS	$t-1$	14
ERROR	$(r-1)(t-1)$	42
TOTAL	$Rt-1$	59

4.2.1.2. Características del experimento.

a) Campo Experimental.

Largo	:	49 m
Ancho	:	27 m
Area total	:	1 323 m ²
Unidades experimentales	:	60

b) Bloques o Repeticiones.

Número de bloques	:	4
Largo	:	45 m.
Ancho	:	5 m.
Área Total	:	225 m ²
Número de parcela / bloque	:	15
Separación entre bloques	:	1m

c) Parcelas

Número de parcelas	:	60
Largo de parcela	:	5 m
Ancho de parcela	:	3 m
Area de parcela	:	15 m ²
Area neta experimental	:	4,32 m ²

4.2.2. EJECUCION DEL EXPERIMENTO

4.2.2.1. Preparación del Terreno.

Consistió en la remoción del suelo con palana y rastrillo de las parcelas experimentales.

4.2.2.2. Muestreo de Suelos

Al inicio de todo el experimento (setiembre del 2 000) se realizó un primer muestreo general de todo el área, obteniendo 20 sub. muestras a una profundidad de 20 cm., de todo esto se obtuvo una muestra homogeneizada, para conocer las características físicas y químicas iniciales del suelo; el cual se muestra en el cuadro N°. 03.

El segundo muestreo se realizó después de haber incorporado la enmienda Calcio Magnésica, que fue 21 días antes de la siembra, obteniendo 60 muestras de los 15 tratamientos en estudio por 4 repeticiones, lo cual permite conocer las características físicas y químicas iniciales para el experimento cuyos promedios de los niveles de pH y demás nutrientes evaluados se muestra en el cuadro N° 04.

Para el presente trabajo, se realizó un muestreo de suelo después de cosecha del frijol caupí, obteniéndose también 60 muestras de todas las unidades experimentales. (ver cuadro N° 03 al 06 del Anexo)

4.2.2.3. Trazado del Campo Experimental

Se continuó con el trazado y la demarcación del campo de acuerdo al diseño experimental empleado en la primera y segunda campaña.

El Croquis del campo experimentales detalla en el Anexo – Figura N° 01.

4.2.2.4. Incorporación de Enmienda.

Esta práctica no se realizó, ya que el presente trabajo de investigación se efectuó sobre las incorporaciones de Enmienda Calcio Magnésica ya efectuadas en la primera campaña en dosis de acuerdo a los tratamientos establecidos.

4.2.2.5. Siembra

La siembra se efectuó manualmente el día 21 de octubre del 2 001, empleando en promedio 50 Kg/Ha de semilla

de Frijol Caupí, variedad "Blanco Cumbaza". El distanciamiento que se utilizó fue de 0,60m entre hileras y 0,20m entre golpes (3 semillas / golpe) a una profundidad de 3 centímetros con un tacarpo con su señalador de profundidad.

4.2.2.6. Resiembra.

Esta labor se efectuó a los 9 días después de la siembra conjuntamente con la evaluación de la emergencia para lograr una homogeneidad en el número de plantas por golpe en cada parcela.

4.2.2.7. Desahije.

Se procedió al desahije a los 15 días después de la siembra (5 de noviembre del 2 001) cuando las plantas tenían una altura de 13 cm. en promedio, dejándose dos plantas por golpe.

4.2.2.8. Fertilización.

No se realizó la fertilización con N-P-K al suelo, pero se aplicó abono foliar (abonofol) a razón de 2 Kg/Ha

4.2.2.9. Aporque.

El aporque se llevo a cabo a los 20 días después de siembra (10 de noviembre del 2 001) con la finalidad de lograr una mayor estabilidad de la plantas, facilitar la retención de humedad y un mayor aprovechamiento de nutrientes.

4.2.2.10. Control de Malezas.

Se efectuaron dos deshierbos manuales uno aprovechando el Aporque a los 20 días después de la siembra (10 Noviembre del 2 001) y el otro se efectuó durante la floración el 12 de Diciembre del 2 001.

4.2.2.11. Control de Plagas y Enfermedades.

Se realizó previa evaluación teniendo en cuenta el grado de incidencia (Diabrotica) y enfermedades (hubo poca incidencia debido a la resistencia varietal), se utilizó el control químico aplicando insecticida (Alfa cipermetrina) a razón de 1.5 Lt/Ha.

4.2.2.12. Cosecha.

La cosecha se efectuó en forma manual, previa evaluación, cuando las plantas mostraron su madurez fisiológica; es decir, cuando el 80% de vainas cambiaron de color verde amarillo (a los 79 días después de la siembra).

4.2.3. EVALUACIONES.

4.2.3.1. Evaluaciones del Cultivo Frijol Caupí.

A. Altura de Planta.

Se realizó con una Wincha centimetrada tomando 10 plantas al azar por parcela, midiendo desde la base del tallo hasta la yema terminal, evaluándose dos semanas antes de la cosecha (23 de diciembre del 2 001).

B. Rendimiento en Kg / Ha.

Teniendo en cuenta la producción de grano seco por partida neta se hicieron los cálculos respectivos para obtener el rendimiento en Kg / Ha.

4.2.3.2. Evaluaciones en el Suelo

A. Evaluación de los Componentes Químicos del Suelo Experimental.

Esta evaluación se efectuaron a las 60 muestras del suelo de las unidades experimentales después de la cosecha del

Frijol Caupí. En estas muestras se determinó: pH, Fósforo Disponible, Calcio + Magnesio Cambiable, Potasio Cambiable y Aluminio Cambiable.

4.2.3.3. Análisis Económico

Se realizó en base a los costos de producción del cultivo de Frijol Caupí, ajustado a cada uno de los tratamientos del experimento y proyectado a una hectárea, estableciéndose la relación Costo – Beneficio.

V. RESULTADOS.

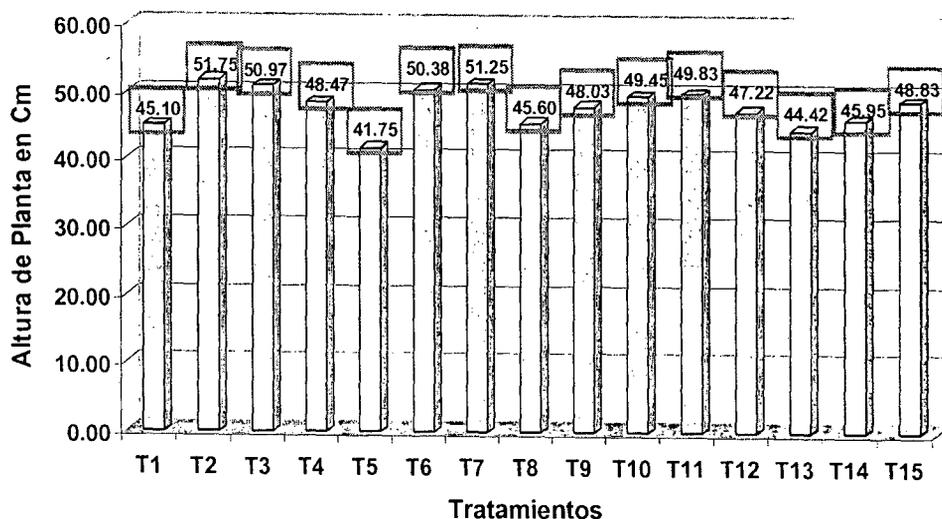
Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, mediante el análisis de Varianza y la Prueba de Duncan. (Cuadros del N° 07 al 20)

Los coeficientes de variabilidad para las características evaluadas fluctuaron dentro del rango normal establecido para experimentos agrícolas conforme lo indica Calzada (1 983).

5.2. EN EL CULTIVO.

5.2.4. Altura de la Planta.

Gráfico N° 01: Altura Promedio de Planta en Cm.



CUADRO No. 07: Análisis de Varianza de altura de planta

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
Bloque	3	1 237,389	412,463	7,3267	N.S.
Tratamiento	14	464,823	33,202	0,5898	
Error	42	2 364,441	56,296		
TOTAL	59	4 066,654			

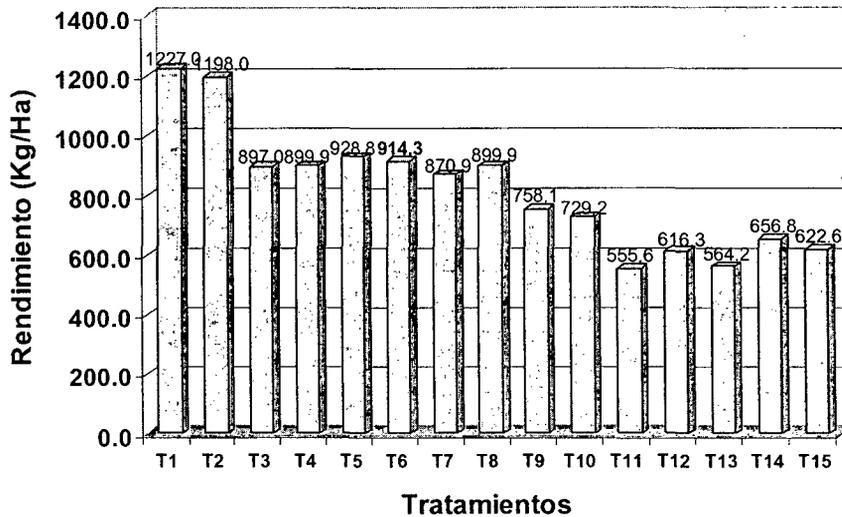
CV = 15,65 % $R^2 = 41,86\%$ $S_x = 3,752$ $\bar{X} = 47,933$ N.S = No significativo

CUADRO No. 08: Prueba de Duncan de Altura de Planta (cm)

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA EN TM/Ha	ALTURA DE PLANTA (\bar{X} Cm)	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
T ₂	0,5	51,75	a
T ₇	3,0	51,25	a
T ₃	1,0	50,97	a
T ₆	2,5	50,38	a
T ₁₁	5,0	49,83	a
T ₁₀	4,5	49,45	a
T ₁₅	7,0	48,83	a
T ₄	1,5	48,47	a
T ₉	4,0	48,03	a
T ₁₂	5,0	47,22	a
T ₁₄	6,5	45,95	a
T ₈	3,5	45,60	a
T ₁	0,0	45,10	a
T ₁₃	6,0	44,42	a
T ₅	2,0	41,75	a

5.1.2. Rendimiento de grano del frijol caupí

Gráfico N° 02: Rendimiento de Grano en Kg/Ha



CUADRO N° 09: Análisis de Varianza del Rendimiento de Grano (Kg/Ha)

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
Bloque	3	82 784,16	27 594,72	0,3771	
Tratamiento	14	2 419 139,50	172 795,68	2,3614	*
Error	42	3 073 298,99	73 173,79		
TOTAL	59	5575222,64			

C.V. = 32,89%

$R^2 = 44,88\%$

SX = 135,3

X = 822,564

* = Significativo

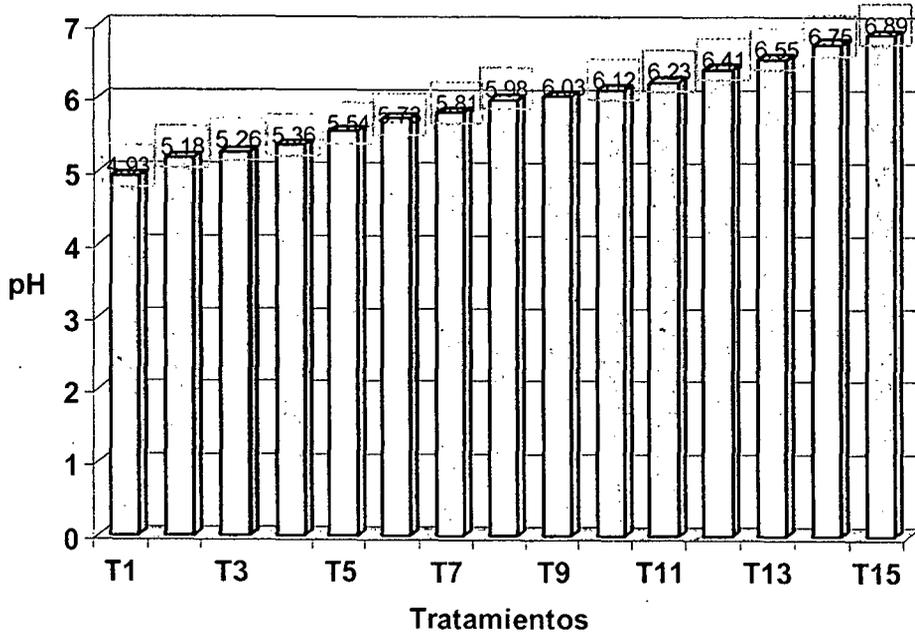
CUADRO N° 10: Prueba de Duncan del Rendimiento en grano (kg/ha)

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	RENDIMIENTO Kg/Ha	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
T ₁	0,0	1 227,0	a
T ₂	0,5	1 198,0	ab
T ₅	2,0	928,8	abc
T ₆	2,5	914,3	abc
T ₄	1,5	899,9	abc
T ₈	3,5	899,9	abc
T ₃	1,0	897,0	abc
T ₇	3,0	870,9	abc
T ₉	4,0	758,1	bc
T ₁₀	4,5	729,2	c
T ₁₄	6,5	656,8	c
T ₁₅	7,0	622,6	c
T ₁₂	5,5	616,3	c
T ₁₃	6,0	564,2	c
T ₁₁	5,0	555,6	c

5.2. DEL SUELO.

5.2.1. Determinación de pH

Gráfico N° 03: Determinación de pH



CUADRO N° 11: Análisis de Varianza para Determinación de pH

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F.	SIGNIFIC. $\alpha = 0,05$
Bloque	3	2,41	0,804	39,70	
Tratamiento	14	19,57	1,398	68,98	**
Error	42	0,85	0,020		
TOTAL	59	22,83			

C.V. = 2,41%

$R^2 = 95,83\%$

$S_x = 0,071$

$X = 5,917$

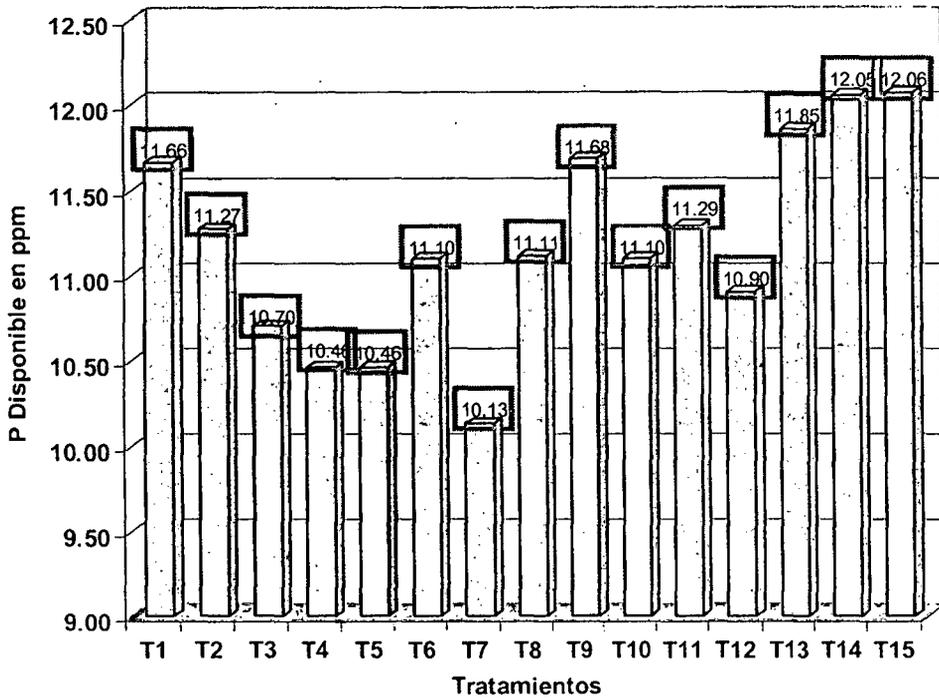
** = Altamente Significativo

CUADRO No. 12: Prueba de Duncan de la Determinación de pH

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	DETERMINACION pH	SIGNIFIC. $\alpha = 0,05$
T ₁₅	7,0	6,89	a
T ₁₄	6,5	6,75	ab
T ₁₃	6,0	6,55	bc
T ₁₂	5,5	6,41	cd
T ₁₁	5,0	6,23	de
T ₁₀	4,5	6,12	ef
T ₉	4,0	6,03	ef
T ₈	3,5	5,98	fg
T ₇	3,0	5,81	gh
T ₆	2,5	5,73	hi
T ₅	2,0	5,54	ij
T ₄	1,5	5,36	jk
T ₃	1,0	5,26	k
T ₂	0,5	5,18	k
T ₁	0,0	4,93	l

5.2.4. Determinación de Fósforo disponible.

Gráfico N°04: Fósforo Disponible en ppm



CUDRO No. 13: Análisis de Varianza para Determinación de Fósforo Disponible en ppm.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F.	SIGNIFIC. $\alpha = 0,05$
Bloque	3	16,06	5,352	4,23	N.S
Tratamiento	14	19,70	1,407	1,11	
Error	42	53,12	1,265		
TOTAL	59	88,87			

C.V. = 10,05 % $R^2 = 40,24\%$ $S_x = 0,5624$ $\bar{X} = 11,187$

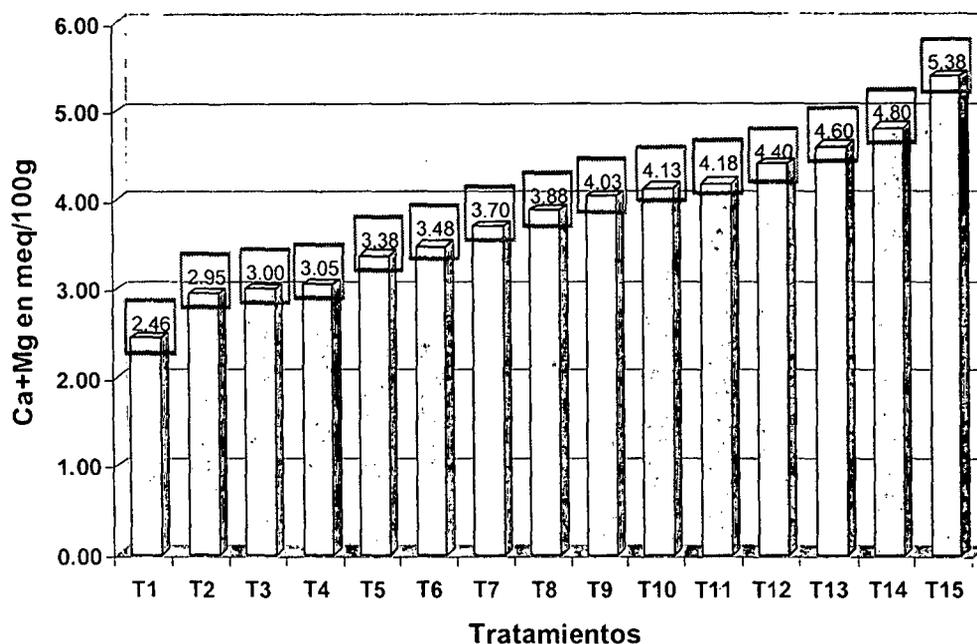
N.S = No Significativo

CUADRO No. 14: Prueba de Duncan para la Determinación de Fósforo en ppm.

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	DETERMINACIÓN DE P. Disponible en ppm	SIGNIFIC. $\alpha = 0,05$
T ₁₅	7,0	12,06	a
T ₁₄	6,5	12,05	a
T ₁₃	6,0	11,85	a
T ₉	4,0	11,68	a
T ₁	0,0	11,66	a
T ₁₁	5,0	11,29	a
T ₂	0,5	11,27	a
T ₈	3,5	11,11	a
T ₁₀	4,5	11,10	a
T ₆	2,5	11,10	a
T ₁₂	5,5	10,90	a
T ₃	1,0	10,70	a
T ₄	1,5	10,46	a
T ₅	2,0	10,46	a
T ₇	3,0	10,13	a

5.2.3. Determinación de Ca + Mg cambiabile.

Gráfico N° 05: Determinación de Ca+Mg en meq/100g



CUADRO N° 15: Análisis de Varianza de la Determinación de Ca + Mg en meq/100g

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F.	SIGNIFIC. $\alpha = 0,05$
Bloque	3	1,02	0,341	5,56	
Tratamiento	14	32,75	2,340	38,22	**
Error	42	2,57	0,061		
TOTAL	59	36,35			

C.V. = 6,44%

$R^2 = 92,90$

$S_x = 0,1235$

$X = 3,842$

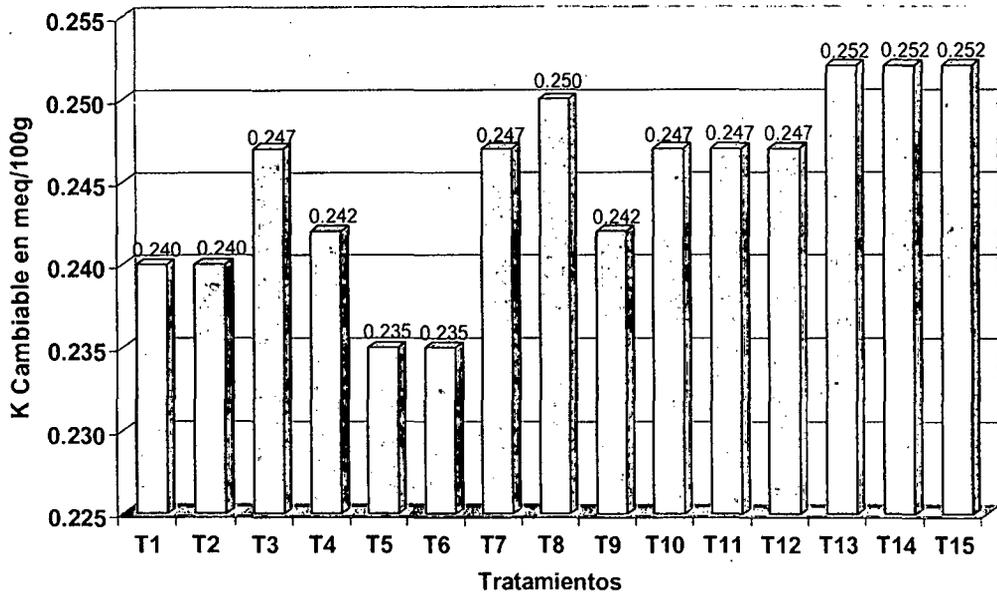
** = Altamente Significativo

**CUADRO No. 16: Prueba de Duncan de la determinación de Ca + Mg
cambiable en meq/100g.**

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	DETERMINACIÓN Ca + Mg CAMBIABLE mq/100 g	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
T ₁₅	7,0	5,38	a
T ₁₄	6,5	4,80	b
T ₁₃	6,0	4,60	bc
T ₁₂	5,5	4,40	cd
T ₁₁	5,0	4,18	de
T ₁₀	4,5	4,13	de
T ₉	4,0	4,03	def
T ₈	3,5	3,88	ef
T ₇	3,0	3,70	fg
T ₆	2,5	3,48	g
T ₅	2,0	3,38	gh
T ₄	1,5	3,05	hi
T ₃	1,0	3,00	i
T ₂	0,5	2,95	i
T ₁	0,0	2,46	j

5.2.4. Determinación de Potasio Cambiable

Gráfico N° 05: Determinación de Potasio Cambiable en meq/100g



CUADRO No. 17: Análisis de Varianza de la Determinación de Potasio en meq/100g

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
Bloque	3	0,001	0,000	7,0334	**
Tratamiento	14	0,002	0,000	2,7806	
Error	42	0,002	0,000		
TOTAL	59	0,005			

C.V. = 2,88 %

$R^2 = 60 \%$

$S_x = 0,00050$

$\bar{X} = 0,245$

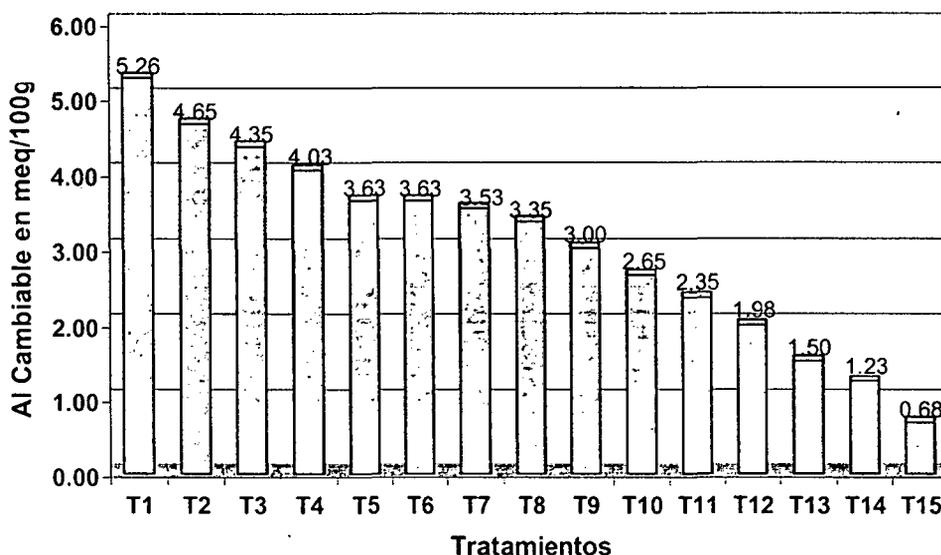
** = Altamente Significativo

CUADRO No. 18: Prueba de Duncan para la determinación de Potasio cambiante en meq/100g.

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	DETERMINACIÓN DELK CAMBIABLE meq /100 g	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
T ₁₄	6,5	0,252	a
T ₁₅	7,0	0,252	a
T ₁₃	6,0	0,252	a
T ₈	3,5	0,250	b
T ₁₁	5,0	0,247	c
T ₃	1,0	0,247	c
T ₁₀	4,5	0,247	c
T ₁₂	5,5	0,247	c
T ₇	3,0	0,247	c
T ₉	4,0	0,242	d
T ₄	1,5	0,242	d
T ₁	0,0	0,240	e
T ₂	0,5	0,240	e
T ₆	2,5	0,235	f
T ₅	2,0	0,235	f

5.2.5. Determinación de Aluminio Cambiable.

Gráfico N° 07: Determinación de Aluminio Cambiable en meq/100g



CUADRO No. 19: Análisis de Varianza de la determinación del Aluminio en meq/100g

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
Bloque	3	6,94	2,313	24,70	**
Tratamiento	14	91,86	6,561	70,06	
Error	42	3,93	0,094		
TOTAL	59	102,73			

CV = 10,09 % $R^2 = 96,17$ $S_x = 0,1533$ $X = 3,032$

** = Altamentativa significativa

CUADRO N° 20: Prueba de Duncan para la determinación de Aluminio cambiante en meq/100g

TRATAMIENTO	DOSIS DE ENMIENDA TM/Ha	DETERMINACIÓN DE AL ⁺⁺⁺ en Meq/100g	SIGNIFICANCIA $\alpha = 0,05$
T ₁	0,0	5,25	a
T ₂	0,5	4,65	ab
T ₃	1,0	4,35	bc
T ₄	1,5	4,03	cd
T ₅	2,0	3,63	de
T ₆	2,5	3,63	de
T ₇	3,0	3,53	e
T ₈	3,5	3,35	ef
T ₉	4,0	3,00	fg
T ₁₀	4,5	2,65	gh
T ₁₁	5,0	2,35	hi
T ₁₂	5,5	1,98	ij
T ₁₃	6,0	1,50	j
T ₁₄	6,5	1,23	j
T ₁₅	7,0	0,68	k

5.3. ANÁLISIS ECONOMICO.

CUADRO N° 21: Relación Beneficio Costo de los Tratamientos

TRATAMIENTO	ESPECIFICACIONES					
	Rdto Kg/Ha	Precio S/. / Kg	Valor Bruto Produc.S/.	Costo Produc. S/.	Valor Neto Produc. S/.	RELACION B/C
T ₁	1 227,0	1,2	1 472,40	2 220,44	- 748,04	0,66
T ₂	1 198,0	1,2	1 437,60	2 317,68	- 880,08	0,62
T ₃	897,0	1,2	1 076,40	2 403,82	- 1 327,42	0,45
T ₄	899,0	1,2	1 079,88	2 403,82	- 1 323,94	0,45
T ₅	928,8	1,2	1 114,56	2 479,73	- 1 365,17	0,45
T ₆	914,3	1,2	1 097,16	2 464,53	- 1 367,37	0,45
T ₇	870,9	1,2	1 045,08	2 512,16	- 1 467,08	0,42
T ₈	899,9	1,2	1 079,88	2 492,70	- 1 412,82	0,43
T ₉	758,1	1,2	909,72	2 479,73	- 1 570,01	0,37
T ₁₀	729,2	1,2	875,04	2 512,16	- 1 637,12	0,35
T ₁₁	555,6	1,2	666,72	2 498,27	- 1 831,55	0,27
T ₁₂	616,3	1,2	739,56	2 487,84	- 1 748,28	0,30
T ₁₃	564,2	1,2	677,04	2 479,73	- 1 802,69	0,27
T ₁₄	656,8	1,2	788,16	2 473,25	- 1 685,09	0,32
T ₁₅	622,6	1,2	747,12	2 492,70	- 1 745,58	0,30

- La determinación de la dosis agronómica, para ser aplicada por el agricultor, es en relación al efecto residual de la enmienda calcio magnésica y con énfasis a las características químicas del suelo después de la cosecha del frijol caupí.

VI. DISCUSIÓN.

6.1. En el Cultivo.

6.1.1. Altura de planta

El análisis de varianza (cuadro N° 07) indica que el coeficiente de variabilidad (CV) con un valor de 15,65 se enmarca dentro de lo permisible para evaluaciones en campo y el coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 41,86% explica que la variable altura de planta no es un indicador de determinación mayor para el efecto de las dosis evaluadas con la enmienda calcio magnésica en le cultivo del frijol caupí.

Al observar el cuadro N° 08 de la prueba de Duncan se aprecia que no existe diferencia estadística de alturas, llegando a variar solo de 51,75 cm para el tratamiento T_2 (0,5 TM/Ha) hasta 41,75 cm para el tratamiento T_5 (2,0TM/Ha).

Los resultados obtenidos de altura se diferencian con los resultados obtenidos por (RIVERA 1 993) en el cultivo de maíz al evaluar el efecto residual de las enmiendas calcáreas ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ y CaCO_3) después de cinco años de incorporado al suelo; donde a mayor dosis de cal se obtuvo mayor altura de

planta. Esta variación puede atribuirse a condiciones edafoclimáticas de lugar o a condiciones genéticas del cultivo.

6.1.2. Rendimiento de Grano.

El Cuadro N° 09, muestra el análisis de varianza para el rendimiento de grano; observándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 32,89% el cual se encuentra dentro del límite de confiabilidad para las evaluaciones de campo.

El coeficiente de determinación (R^2) con un valor de 44,88% explica que la presente variable de rendimiento de grano, responde muy bajo al efecto sobre los tratamientos evaluados en la dosis con enmienda calcio magnésica en el cultivo de frijol caupí. Estos resultados pueden deberse a las altas precipitaciones existentes durante la floración, permitiendo las pérdidas de flores en cada una de las parcelas evaluadas, perjudicando el rendimiento en grano y traduciéndose en un incremento del error experimental.

Por otro lado, la prueba de Duncan (Cuadro N° 10) muestra los promedios de rendimiento de grano en Kg/Ha donde se observa que los tratamientos T1 (0,0 TM/Há) y el T2 (0,5 TM/Há) fueron los que alcanzaron los mayores rendimientos

con 1 227.0 y 1 998 kg/ha respectivamente, los cuales no tienen mayor diferencia estadística con los tratamientos T₅ (2,0 TM/Há), T₆ (2,5 TM/Há), T₄ (1.5 TM / Ha), T₈ (3.5 TM/ Ha), T₃ (1,0 TM/ha) y T₇ (3,0 TM/ha), cuyos rendimientos fueron de 928,8, 914,3, 899,9, 899,9, 897,0, 870,9 kg/ha respectivamente por su parte los menores rendimientos obtuvieron los tratamientos T₉ (4,0TM / Ha), T₁₀ (4,5 TM/ha), T₁₄ (6,5TM/ha), T₁₅ (7,0TM/ha), T₁₂ (5.5 TM/ha), T₁₃ (6,0 TM/ha) y T₁₁ (5,0 TM/ha), cuyos rendimientos fueron de 729,2 kg/ha, 656,8 kg/ ha, 622,6 kg/ ha, 616,3 kg/ha, 564,2 kg/ha y 555,6 kg/ha de grano.

Estos resultados de rendimiento en grano, resultaron ser bajos de lo esperado, ya que los requerimiento fosfato y potasio en caupí son relativamente alto, los cuales afectan el rendimiento (Litzenberger, 1 980), los cual no se incorporó al suelo. Así mismo, donde se aplicó dosis de enmienda calcio magnésica mayores de 3,0 TM/ha existe la tendencia a bajar el rendimiento del cultivo de frijol caupí, puesto que existe la tendencia de darse condiciones de alcalinidad, el cual no tolera el cultivo, pero si de acidez como manifiesta (Ministerio de Agricultura, 1 998), corroborándose esto con los demás tratamientos con dosis menores de 4,0 tm/ha con los que se obtuvieron mejores rendimientos e incluso el T₁ (0,0 TM/ha)

superó significativamente a la mayoría de los tratamientos con el mayor rendimiento.

Por otra parte los resultados obtenidos por (PEZO, 2000) con la misma enmienda incorporado en setiembre del 2000 tiene poca relación con los rendimientos obtenidos; puesto que, a mayor dosis de la enmienda mayor fueron los rendimientos en el cultivo de maní.

Así mismo, se puede apreciar que después de Dieciséis meses de haber encalado el efecto residual esta directamente relacionado con los niveles de neutralización de acidez que tuvo el suelo a través de las dosis de la enmienda de calcio magnésica.

6.2. En el Suelo.

6.2.1. Determinación de pH.

El cuadro N° 11, muestra el análisis de varianza de los valores de pH encontrados en enero del 2 002 después de dieciséis meses de encalado, observándose que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un grado de confiabilidad de 95,83 % y un coeficiente de variabilidad de 2,41% por efecto de incorporación del material encalante.

Así mismo, la prueba de Duncan (cuadro N° 12), para los promedios de pH, muestra que el T₁₅ (7,0TM/Ha) obtuvo el mas alto valor de pH, con 6,89 y no difiere significativamente con el T₁₄ (6,5TM/Ha) con un pH de 6,75; pero se difiere con respecto a los demás tratamientos; luego, comparando con la primera evaluación del pH después del encalado (cuadro N° 04), los promedios de pH fueron menores, pues el T₁₅ (7,0TM/Ha) tuvo un valor de pH de 7,77 y el T₁₄ (6,5TM/Ha) con 7,63 de pH.

Esto muestra, que durante del periodo transcurrido desde la aplicación de la enmienda existió una disminución de pH, probablemente por efectos de la precipitación existente en la zona, permitiendo que se lixivien grandes cantidades de iones básicos (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+}) que se encuentran en la solución, que son reemplazados por iones hidrógenos en el complejo de intercambio , produciéndose paulatinamente una acidificación y disminución de pH del suelo.

También se puede notar que a mayor aplicación de cal, mayor es el efecto residual de la enmienda y el contenido de pH en el suelo, tal como sustenta (RIVERA, 1 993).

6.2.2. Determinación de fósforo Disponible.

El análisis de varianza para el contenido de fósforo disponible se muestra en el Cuadro N^o 13, el cual indica que entre los tratamientos no existe diferencia significativa, con un coeficiente de variabilidad 10,05% y un grado de confiabilidad (R^2) de 40,24%, el cual indica que el contenido de fósforo disponible en el suelo después de Dieciséis meses de encalado, es una variable que responde muy bajo al efecto de las dosis evaluadas con la enmienda. Pudiendo deberse este resultado, a que en el análisis químico del suelo no se determinó el contenido fósforo total, lo cual puede traducirse en un incremento del error experimental.

Por su parte la prueba de Duncan (cuadro N^o 14), muestra que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero se puede observar que los T₁₅ (7,0TM/Ha) y T₁₄ (6,5TM/Ha) con un mayor contenido de fósforo disponible con un promedio de 12,05 ppm, diferenciándose en 1,92 ppm de fósforo en comparación con el T₇ (3,0 TM/Ha) cuyo valor fue de 10,13 ppm de fósforo.

Asimismo, comparado con los promedios de fósforo obtenidos luego de encalar en septiembre del 2 000 (cuadro N^o 04) se observa una disminución de fósforo disponible en el suelo por

efecto del consumo de los cultivos sembrados en rotación (maní – maíz – frijol caupí) y su fijación de éste elemento en suelos ácidos ya que las formas reactivas de fierro y aluminio hacen que las formas solubles de fósforo reaccionen y se transformen en otros menos solubles y poco aprovechables por las plantas (SÁNCHEZ, 1976).

6.2.3. Determinación de Calcio + Magnesio Cambiable.

En el cuadro N° 15 del análisis de varianza con los valores de Ca + Mg, se observa que existe altas diferencias estadísticas con un grado de confiabilidad de 92,90% y un coeficiente de variabilidad de 6,44%

En el cuadro N° 16, se presenta la prueba de Duncan con los promedios de Ca + Mg, observándose que el tratamiento T₁₅ (7,0TM/Ha) reporta el contenido más alto de Ca + Mg (5,38 meq/100gr) siendo significativamente diferente con los demás tratamientos. Los valores de Ca + Mg van descendiendo a medida que las dosis de aplicación de cal fueron disminuyendo. Asimismo, el efecto residual se incrementó a medida que se aumentó la dosis de la enmienda calcio magnésica.

Por otra parte, hubo una disminución de Ca + Mg transcurrido desde la aplicación de la enmienda (septiembre del 2 000) hasta la cosecha del frijol caupí (enero del 2 002) donde el mayor valor de Ca + Mg también obtuvo el T₁₅ (7,0TM/Ha) con 13 meq/100gr; esta disminución puede atribuirse a que el Ca + Mg son las bases fácilmente lavables y profundizados en suelos con texturas sueltas y durante el tiempo transcurrido se registraron en varios meses altas precipitaciones y por el consumo de los cultivos sembrados en rotación (maní – maíz – frijol caupí) de allí probablemente su disminución.

6.2.4. Determinación de Potasio Cambiable.

El análisis de varianza (cuadro N^o 17), para determinación de potasio en el suelo, resultó ser altamente significativa con un grado de confiabilidad de 60% y un coeficiente variabilidad de 2,88% indicando que existió comportamiento diferente entre los tratamientos.

La prueba de Duncan (cuadro N^o 18) muestra los promedios de contenido potasio, observándose que los tratamientos con mayor dosis de enmienda calcio magnésica T₁₃ (6,0 TM/Ha) T₁₄ (6,5TM/Ha) y T₁₅ (7,0TM/Ha) se difieren estadísticamente de los tratamientos de menor dosis y T₁ (0,0 TM/Ha). Notándose que el contenido aun de potasio en el suelo es

mayor a dosis mayores de 5,5 TM/Ha. Asimismo, comparando con la primera evaluación del potasio en el suelo luego de encalar en setiembre 2 000 (cuadro N° 04) donde los T₁₃ (6,0 TM/Ha) T₁₄ (6,5TM/Ha) y T₁₅ (7,0TM/Ha) tienen en promedio 0,30 meq/100gr , existiendo una disminución de este elemento, probablemente influenciado por la tendencia de reciclarse en forma continua, ya que los compuestos de este elemento son muy solubles y se lixivian con facilidad (MARGARET, 1991).

6.2.5. Determinación de Aluminio Cambiable.

En el cuadro N° 19, se presenta el análisis de varianza apreciándose que existe diferencia altamente significativa para las dosis de enmienda calcio magnésica, con un grado de confiabilidad de 96,17% y con un coeficiente variabilidad de 10,09%.

Por su parte, la prueba de Duncan (cuadro N° 20), muestra los promedios de aluminio cambiabile después de la cosecha de frijol caupí, observándose que el tratamiento sin encalar T₁ (0,0 TM/Ha) presenta el mayor contenido de aluminio con 5,32 meq/100gr siendo estadísticamente similar al tratamiento con la dosis más baja T₂ (0,5 TM/Ha) con un contenido de aluminio de 4,65 meq/100gr.

A su vez, se difiere de los tratamientos con dosis mayores de 0,5 TM/Ha pues en ellos se aprecian los menores niveles de aluminio cambiante en el suelo por lo que se mantiene el efecto neutralizante de este elemento en el suelo que fue desplazado del complejo de cambio al suministrar calcio y magnesio con la enmienda, convirtiéndose en $Al(OH)_3$ que se precipita (ALCARDE 1 992), y se pone en manifiesto la permanencia de efecto residual en especial con dosis mayores de 0,5 TM/Ha.

6.3. Del Análisis Económico.

En el cuadro N° 21, se observa el análisis económico de los tratamientos, apreciándose la variación del costo de producción de S/. 2 220,44 (T_1) a S/. 2 512 (T_7) y (T_{10}), donde se tuvo en cuenta la depreciación de la enmienda calcio magnésica de uno a cinco años. A su vez, se observa que en todos los tratamientos se obtuvo pérdidas que fluctúan de S/. - 748,04 a S/. -3 489,84.

Al analizar la relación Costo / Beneficio, se aprecia que todos los tratamientos resultaron ser antieconómicos con valores que fluctúan de 0,66 a 0,27; esto puede estar influenciado por la tendencia de bajar el rendimiento del cultivo del frijol caupí a mayor dosis de aplicación de la enmienda, respondiendo muy bajo a su efecto residual. Así mismo, no se aplicó fertilizantes

con N - P - K para mejor evaluación del efecto residual de enmienda.

Es importante indicar que debido a los bajos precios que tiene el frijol caupí en el mercado no es posible obtener mayor rentabilidad con este cultivo. Al hacer aplicaciones con enmiendas calcáreas el costo de producción por hectárea va a aumentar, disminuyendo los márgenes de ganancia o utilidad.

- Teniendo en cuenta el efecto residual de la enmienda calcio magnésica, la determinación de la dosis agronómica, dependerá de la velocidad de reactividad de la enmienda en el suelo; interviniendo factores como temperatura y humedad, naturaleza química del material, tamaño de partícula, suelo y el cultivo (CARBALLO 1 993)

VII. CONCLUSIONES:

En virtud a los resultados encontrados y la discusión realizada en el presente trabajo, se tiene las conclusiones siguientes:

- 7.1. Existió diferencia significativa para la dosis de enmienda calcio magnésica evaluadas. Al respecto los rendimientos de grano del frijol caupí, disminuyeron con el aumento de las dosis de la enmienda, habiendo sobresalido los tratamientos T_1 (0,0 TM/Há) y el T_2 (0,5 TM/Há) con mayores rendimientos de grano 1 227 y 1 198 Kg/Ha respectivamente.
- 7.2. En cuanto a la altura de planta no existió diferencia significativa, lo cual nos indica, que no hubo efecto de la enmienda en este parámetro, pues el cultivo en todos los casos se desarrolló en forma similar.
- 7.3. En cuanto al pH, a mayor dosis de aplicación de enmienda calcio magnésica, se incrementa el valor de pH, indican que el efecto residual aun permanece en especial a mayores dosis de la enmienda. Asimismo, existe una disminución de pH después de dieciséis meses de encalar, atribuido a la lixiviación de iones básicos (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+).

- 7.4.** Con respecto al fósforo disponible, después de Dieciséis meses de hacer el encalado en el suelo, los resultados muestran que no se encontró diferencias significativas para los promedios de fósforo disponibles, lo que indica que no hubo efecto de la enmienda en éste parámetro. Asimismo, hubo una disminución del elemento atribuido al consumo por los cultivos sembrados en rotación (maní – maíz – frijol caupí) y su fijación en el suelo.
- 7.5.** Con respecto al Ca + Mg cambiante después de la cosecha del frijol caupí, hubo una disminución de estos elementos por efecto de su lavaje y absorción por los cultivos sembrados en rotación. Por otra parte, a medida que se incrementó la dosis de la enmienda, sigue permaneciendo el Ca + Mg en el suelo; ya que a mayor aplicación de Cal, mayor es el efecto residual en el suelo.
- 7.6.** En cuanto al potasio, se observa una disminución con respecto al análisis efectuado de la primera evaluación del potasio después de encalar, esto por efecto de la lixiviación y lavaje de la enmienda que disminuye el pH y por ende los contenidos de nutrientes. Asimismo, por su consumo de los cultivos sembrados durante todo el experimento.

- 7.7. El contenido de aluminio cambiante disminuyó conforme se incrementó la dosis de la enmienda calcio magnésica, por su mayor neutralización de éste elemento en el suelo a dosis más altas de ésta enmienda, esto tanto en la primera evaluación del aluminio después de encalar (Setiembre del 2 000) como después de la cosecha del frijol caupí (Enero del 2 002).
- 7.8. Desde el punto de vista económico en ningún tratamiento existió beneficios económicos puesto que el rendimiento en grano del frijol caupí respondieron muy bajo al efecto residual en cada uno de las dosis de la enmienda calcio magnésica.

VIII.- RECOMENDACIONES:

- 1.- De acuerdo a las características químicas favorables que se obtuvo en el suelo, por motivo de estudio seguir evaluando el efecto residual con cultivos de variedades resistentes a suelos ácidos, cuyos dosis comprendan de 2,0 a 7,0 TM/Ha, que representaron los mejores tratamientos en cuanto a dichas características.
- 2.- Se recomienda a agricultores la recuperación de Shapumbales aplicando enmiendas calcio magnésica con dosis de 2,0 a 3,0 TM/Ha; por los favorables niveles de neutralización del Aluminio, debido al efecto en el suelo durante los 16 meses de aplicado.
- 3.- Recomendamos repetir por periodo de un año y medio a dos años la aplicación de enmienda calcio magnésica ($\text{CaCO}_3 = 77\%$ y $\text{MgCO}_3 = 19\%$) con dosis de 2,0 a 3,0 TM/Ha; tratamientos que se estima sean económicamente los más apropiados para los agricultores.
- 4.- De acuerdo al trabajo de investigación realizado, no se recomienda la siembra de frijol caupí, ya que no se obtiene respuesta económica con la enmienda calcio magnésica, respecto a su efecto residual.

IX. RESUMEN

El presente trabajo fue conducido en el campo experimental del fundo Aucaloma de la U.N.S.M., Provincia de Lamas Región San Martín (Perú), ubicada geográficamente a 6° 29' Latitud Sur y 76° 21' Longitud Oeste a una altitud de 650 msnm.

El objetivo del experimento fue evaluar el efecto residual de 15 dosis de la enmienda calcio magnésica después de dieciséis meses de aplicación en el suelo, sobre el rendimiento del cultivo de frijol caupí y realizar el análisis económico de los mejores tratamientos.

Se empleó el diseño estadístico de bloque completo randomizado (BCR) con cuatro repeticiones y 15 tratamientos. Para comprobar las variables estudiadas, se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan al 0,05% de probabilidad.

Las características del suelo fue de textura franco arenosa, reacción ácida (pH 5,76) contenido de materia orgánica (3,22%), con disponibilidad de fósforo (12ppm), bajo contenido de iones intercambiables y saturación de aluminio relativamente alto (67,5).

Los tratamientos evaluados fueron 0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5 y TM/Ha de la enmienda calcio magnésica (magnecal).

De los resultados obtenidos se concluye que existió diferencia significativa para la dosis de la enmienda calcio magnésica aplicadas, manifestándose disminución en los rendimientos de grano con el aumento de dosis de la enmienda, habiendo sobresalido los T₁ (0,0 TM/Há) y T₂ (0,5 TM/Há) con los mayores rendimientos de grano con 1 227 y 1 198 Kg/Ha respectivamente. Pero con ninguno de los tratamientos obtuvo beneficios económicos, puesto que los rendimientos de grano del frijol caupí respondieron muy bajo al efecto residual en cada uno de las dosis de la enmienda cuya relación B/C obtuvo como máximo valor 0,66. No se encontró diferencia significativa para el parámetro de altura de planta en ninguno de los tratamientos.

Con respecto a las características químicas del suelo, existió diferencia altamente significativa en cuanto a los niveles de pH, Ca + Mg, Potasio y Aluminio con excepción del fósforo que no existió diferencia significativa entre los tratamientos después de la cosecha del frijol caupí. Asimismo observando el análisis de las características químicas del suelo de la primera evaluación de las 15 dosis de la enmienda calcio magnésica, los niveles de pH, Ca + Mg, Potasio, Aluminio incluso en el fósforo existió diferencias altamente significativas.

Por otra parte, después de la cosecha del frijol caupí se observa una disminución del pH y diversos nutrientes evaluados y por encontrarlo un incremento del aluminio de acuerdo con la disminución de la dosis de la enmienda calcio magnésica y que a mayor dosis de la enmienda existe una

mayor permanencia de los nutrientes en el suelo y por lo tanto un mayor efecto residual.

X. SUMMARY

The present work was driven in the experimental field of the I found Aocaloma of the U.N.S.M., county of you Lick Region San Martin (Peru), located geographically to 6° 29' South Latitude and 76° 21' Longitude West to an altitude of 650 msnm.

The objective of the experiment was to evaluate the residual effect of 15 dose of the magnestic amendment calcium after of sixteen months of application in the floor, on the yield of the cultivation of bean caupí and to carry out the economic analysis of the best treatments.

You uses the statistical design of block complete randomizado (BCR) with four repetitions and 15 treatments. To check the studied variables, you uses the variance analysis and the test from Duncan to 0,05% of probability.

The characteristics of the floor were of sandy texture franc, sour reaction (pH 5.76) content of organic matter (3,22%), with match readiness (12ppm), contained first floor of interchangeable ions and saturation of relatively high aluminum (67,5).

The valued treatments were 0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5 and TM/Ha of the magnestic amendment calcium (magneçal).

Of the obtained results you concludes that significant difference existed for the dose of the applied magnesian amendment calcium, showing decrease in the grain yields with the increase of dose of the amendment, having stood out the T_1 (0,0 TM/Há) and T_2 (0,5 TM/Há) with the biggest grain yields with 1 227 and 1 198 Kg/Ha respectively. But with none of the treatments he/she obtained economic benefits, since the yields of grain of the frijol caupí responded very low to the residual effect in each one of the doses of the amendment whose relationship B/C obtained as maximum value 0,66.

He/she was not significant difference for the parameter of plant height in none of the treatments.

With regard to the chemical characteristics of the floor, highly significant difference existed as for the pH levels, Ca + Mg, Potassium and Aluminum except for the match that significant difference didn't exist among the treatments after the crop of the frijol caupí. Also observing the analysis of the chemical characteristics of the floor of the first evaluation of the 15 doses of the magnesian amendment calcium, the pH levels, Ca + Mg, Potassium, Aluminum even in the match it existed highly significant differences.

On the other hand, after the crop of the frijol caupí it is observed a decrease of the pH and diverse evaluated nutrients and for the opposite an increment of the agreement aluminum with the decrease of the dose of the magnesian amendment calcium and that to bigger dose of the amendment a

bigger permanency of the nutrients exists in the floor and therefore a bigger residual effect. Gg

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCARDE, J.C. 1 992. Correctivos de acidez de suelos: características e interpretaciones técnicas. ANDA, Sao Paulo, Brasil. Boletín Técnico No. 6. 26p.
2. BENÍTEZ, J. R. 1 980. Suelos de la Amazonía Peruana. Su Potencial de Uso y Desarrollo. INIPA.- CIPA XVI – Estación Experimental de Yurimaguas
3. CALZADA 1 983. Métodos Estadísticos para la Investigación. 6ta. Edic. Lima - Perú. 73p.
4. CARBALLO, L. 1 993. Caracterización física y química de materiales de encalado en Costa Rica. Agronomía Costarricense 17 (2): 105 - 110 p.
5. COLACELLI, N. A. 1 997. Suelos: Corrección de suelos ácidos. 3ra. Edic. - Madrid España. 32 p.
6. COOKE, G.W. 1 987. Fertilización para Rendimientos máximos. 3ra. Impresión Cia. Ed. Continental S.A. 383 p.

7. CHAVEZ, M.A. 1 993. Importancia de las características de calidad de los correctivos de acidez de suelo: desarrollo de un ejemplo práctico para su cálculo. San José , Costa Rica. DIECA. 41 p.
8. CHAVEZ, M.A. 1 993. Determinación de calidad de 13 materiales de uso comercial empleados para el encalado de los suelos de Costa Rica a través de su valoración. San José, Costa Rica. 20 p
9. FASSBENDER W.H. 1 986. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina ICA, San José de Costa Rica.
10. FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO DEL ALTO MAYO (FUNDAAM), 1 999. Experimentos en el cultivo de arroz (*Oriza sativa*), con enmiendas de caliza dolomítica. Acuerdo de cooperación entre el PEAM y Cemento Pacasmayo. Moyabamba - Perú. 5p.
11. JUÁREZ, N. E. 1 991. Memoria Anual. Programa de Recuperación de Suelos Ácidos – Calzada. Convenio INIA – PEAM. Calzada – Perú. 11p.

12. LITZENBERGER, S. C. 1 980 Guía para cultivos en trópicos y sub trópicos. AID. México/Buenos Aires. Pp 73 – 76.
13. MARGARET, L. V. 1 991 Ecología de plantas tropicales. Editorial Limusa, S.A. México . 44p.
14. MINISTERIO DE AGRICULTURA; 1 998. Producción de menestras en el Perú. Oficina Información Agraria. Lima Perú.
15. PEZO, M. 2 000. Evaluación del efecto de dosis con enmienda calcio magnésica en el rendimiento del cultivo de maní en suelo ácido del fundo Aucaloma. Tesis. UNSM-Tarapoto. 64 p.
16. RENGIFO S. 1 999. Recomendaciones técnicas y paquetes tecnológicos de los cultivos de frijol, Caupí, soya y maní en San Martín. Profesor Principal UNSM-Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias.
17. RENGIFO. C. HIDALGO, 1 998. Programa de recuperación de suelos ácidos. Servicio de Estación Alto Mayo, Moyobamba. Perú 4 p.

18. RIVERA, M. 1 993. Evaluación del Efecto Residual de Tres Materiales Encalantes con Fertilización Aplicados en un Suelo Ácido del Alto Mayo – Región San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.S.M. Tarapoto – Perú.
19. RUSSELL E.J. y RUSSELL E.W. 1 999. Las condiciones del suelo y el Crecimiento de las plantas. 3ra. Edición - Madrid - España.
20. SANCHEZ, P.A. 1 976. Properties and management of soil in the tropics Jhon wiley and sons new york. USA. 23 p.
21. SANCHEZ, P.A. y SALINAS, J.G. 1 976. Suelos ácidos estrategias para su manejo en bajos insumos en América Tropical-Bogotá, Colombia. 5. p.
22. THOMPSON, L.M. 1 962. El Suelo y su Fertilidad. Editorial Revete. S.A. Barcelona. 171 – 189 p.
23. TISDALE, S., NELSON, W. 1 982. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Unión Tipográfica S.A. México. 444 – 473 p.

24. VILCHEZ, M. 1 998. Tecnología de Producción de Menestras. ADEX – AID / ETD. Edición E.R.H.U. Lima – Perú. 52 p.
25. VILLAGARCIA S. 1 990. Manual de uso de fertilizantes. UNA- "La Molina" 46 p.
26. VILLAGARCIA, H. S. y ZAPATA, F. F. 1 987. Manual de Fertilizantes. ENCI. Lima – Perú. 11 p.
27. URIBE, B. 1 987. Concepto de Fertilidad de Suelos Ácidos. Curso Fertilidad de Suelos Ácidos. CIPA XVI Estación Experimental de Yurimaguas. Programa de Suelos Tropicales Yurimaguas - Perú. 132 pp.

ANEXOS

CUADRO N° 01: Tratamiento en Estudio para el Experimento

CLAVE	NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS DE APLICACIÓN (TM/Ha)
T ₁	Testigo	Magnecal	0,0
T ₂	Carbonato de calcio	Magnecal	0,5
T ₃	Carbonato de calcio	Magnecal	1,0
T ₄	Carbonato de calcio	Magnecal	1,5
T ₅	Carbonato de calcio	Magnecal	2,0
T ₆	Carbonato de calcio	Magnecal	2,5
T ₇	Carbonato de calcio	Magnecal	3,0
T ₈	Carbonato de calcio	Magnecal	3,5
T ₉	Carbonato de calcio	Magnecal	4,0
T ₁₀	Carbonato de calcio	Magnecal	4,5
T ₁₁	Carbonato de calcio	Magnecal	5,0
T ₁₂	Carbonato de calcio	Magnecal	5,5
T ₁₃	Carbonato de calcio	Magnecal	6,0
T ₁₄	Carbonato de calcio	Magnecal	6,5
T ₁₅	Carbonato de calcio	Magnecal	7,0

La disposición de los tratamientos randomizados se presenta en el Cuadro N° 02

CUADRO N° 02: Disposición Experimental de los Tratamientos

RANDOMIZACIÓN			
I	II	III	IV
105	213	308	405
101	208	306	404
108	214	305	410
112	215	312	415
113	212	302	401
115	211	310	407
106	204	309	406
110	202	307	413
103	210	301	412
107	209	303	411
102	205	304	408
111	207	311	402
104	203	313	414
109	206	314	409
114	201	315	403

CUADRO N° 03: Análisis del Suelo después de la cosecha. Bloque I

TRATAMIENTO	pH	P	k	Ca + Mg	Al
		ppm	Meq/100g.	Meq/100g	Meq/100g
1	4,94	13,00	0,24	2,1	5,4
2	5,58	10,70	0,25	3,0	5,0
3	5,60	10,70	0,25	3,0	4,8
4	5,70	10,70	0,25	3,0	4,1
5	5,93	11,50	0,25	3,5	3,4
6	6,91	13,78	0,25	3,5	3,4
7	6,14	10,70	0,25	4,0	3,2
8	6,23	11,50	0,25	4,0	3,2
9	6,30	11,50	0,25	4,5	3,0
10	6,36	10,70	0,26	4,5	2,8
11	6,67	11,50	0,24	4,5	2,4
12	6,82	10,70	0,25	5,0	2,0
13	7,06	10,70	0,26	5,0	1,8
14	7,16	10,70	0,26	5,0	1,6
15	7,19	11,50	0,26	6,0	0,8

FUENTE : Laboratorio de suelos de la facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

CUADRO N° 04: Análisis del Suelo después de la cosecha. Bloque II

TRATAMIENTO	pH	P	k	Ca + Mg	Al
		ppm	Meq/100g.	Meq/100g	Meq/100g
1	5,00	12,25	0,24	2,8	5,1
2	5,08	13,00	0,26	3,0	4,6
3	5,17	10,70	0,26	3,0	4,2
4	5,23	11,50	0,25	3,0	3,8
5	5,59	10,70	0,23	3,8	3,6
6	5,66	10,70	0,23	3,8	3,6
7	5,67	10,70	0,24	3,6	3,4
8	5,89	11,50	0,24	3,4	3,2
9	5,90	12,25	0,24	4,0	2,4
10	5,90	11,50	0,25	4,0	2,2
11	5,91	10,70	0,25	4,0	1,8
12	6,03	10,70	0,25	4,0	1,4
13	6,12	13,00	0,26	4,2	1,2
14	6,22	13,00	0,25	4,4	0,8
15	6,48	13,00	0,25	5,0	0,4

FUENTE: Laboratorio de suelos de la facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

CUADRO N° 05: Análisis del Suelo después de la cosecha. Bloque III

TRATAMIENTO	pH	P	k	Ca + Mg	Al
		ppm	Meq/100g.	Meq/100g	Meq/100g
1	4,82	10,70	0,24	2,6	5,1
2	5,02	10,70	0,24	3,0	4,6
3	5,12	10,70	0,23	3,0	4,2
4	5,22	11,70	0,24	3,2	3,8
5	5,32	10,70	0,23	3,2	3,6
6	5,68	9,95	0,23	3,6	3,6
7	5,75	8,42	0,25	3,6	3,4
8	5,94	9,19	0,26	3,8	3,2
9	5,98	13,00	0,24	3,8	2,4
10	6,08	11,25	0,24	4,0	2,2
11	6,18	13,00	0,23	4,0	1,8
12	6,44	11,50	0,24	4,2	1,4
13	6,52	13,00	0,24	4,6	1,2
14	6,82	13,78	0,24	4,8	0,8
15	6,98	13,78	0,25	5,0	0,4

FUENTE: Laboratorio de suelos de la facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

CUADRO N° 06: Análisis del Suelo después de la cosecha. Bloque IV

TRATAMIENTO	pH	P	k	Ca + Mg	Al
		ppm	Meq/100g.	Meq/100g	Meq/100g
1	4,96	10,70	0,24	2,5	4,6
2	5,04	10,70	0,24	2,8	4,4
3	5,14	10,70	0,25	3,0	4,0
4	5,28	8,95	0,23	3,0	4,0
5	5,32	8,95	0,23	3,0	3,5
6	5,48	9,95	0,23	3,0	3,5
7	5,66	10,70	0,25	3,6	3,5
8	5,86	12,25	0,26	3,8	3,2
9	5,92	9,95	0,24	3,8	3,0
10	6,12	9,95	0,24	4,0	2,0
11	6,14	9,95	0,24	4,2	1,8
12	6,34	10,70	0,25	4,4	1,5
13	6,50	10,70	0,25	4,6	1,0
14	6,78	10,70	0,25	5,0	0,5
15	6,94	9,95	0,25	5,5	0,0

FUENTE: Laboratorio de suelos de la facultad de Ciencia Agrarias UNSM-Tarapoto.

TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO

1. Textura

Gruesa	:	Arena, Arena Franca
Moderadamente gruesa	:	Franco Arenoso
Media	:	Franco, Franco Limoso, Limo
Fina	:	Franco Arcillo arenoso, Franco Arcillo-Limoso, Franco arcilloso
Muy Fina	:	Arcilla Arenosa , Arcilla Limosa, Arcilla

2. pH

Menos de 4,4	:	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	:	Muy frecuentemente ácido
5,1 – 5,5	:	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	:	Moderadamente ácido
6,1 – 6,5	:	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	:	Neutro
7,4 – 7,8	:	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	:	Moderadamente alcalino
8,5 – 9,0	:	Fuertemente alcalino
Más de 9,0	:	Muy fuertemente alcalino

3. Salinidad

0 - 2 dS/m	:	No salino
2 - 4 dS/m	:	Muy ligeramente salino
4 - 8 dS/m	:	Ligeramente salino
8 - 16 dS/m	:	Moderadamente salino
> 16 dS/m	:	Fuertemente salino

Concentraciones de sales en meq/l : CE (dS/m) x 10

Total de sólidos disueltos (TSD) en ppm : CE x 640

Clasificación de los suelos afectados por sales:

	Salino	Sódico	Salino Sódico
PH	Menos de 8,5	Más de 8,5	Menos de 8,5
C:E (dS/m)	Más de 4	Menos de 4	Más de 4
PSI (%)	Menos de 15	Más de 15	Más de 15

1. Carbonato de Calcio (CaCO₃)

Bajo	:	Menos de 1%
Medio	:	1 - 5 %
Alto	:	5 - 15 %
Muy Alto	:	Más de 15%

2. Materia Orgánica

Bajo	:	Menos de 2%
Medio	:	2 - 4 %
Alto	:	más de 4%

3. Fósforo Disponible

Bajo	:	Menos de 7 ppm
Medio	:	7 -14 ppm
Alto	:	más de 14 ppm

4. Potasio Disponible

Muy Bajo	:	Menos de 0,2 meq/100g
Bajo	:	0,2 – 0,3 meq/100g
Medio	:	0,3 – 0,6 meq/100g
Alto	:	0,6 – 1,2 meq/100g
Muy Alto	:	Más de 1,2 meq/100g

5. Relaciones Catiónicas

Ca/Mg	:	5 - 8
Ca/K	:	14 - 16
Mg/K	:	1,8 - 2,5
K/Na	:	> 1,5

6. Calcio Disponible

Muy Bajo	:	Menos de 2 meq/100g
Bajo	:	2 – 5 meq/100g
Medio	:	5 – 10 meq/100g
Alto	:	10 – 20 meq/100g
Muy Alto	:	Más de 20 meq/100g

7. Magnesio Disponible

Muy Bajo	:	Menos de 0,3 meq/100g
Bajo	:	0,3 – 1 meq/100g
Medio	:	1 – 3 meq/100g

Alto : 3 – 8 meq/100g

Muy Alto : Más de 8 meq/100g

8. Porcentaje de Saturación de Bases

Bajo : Menos de 35%

Medio : 35 - 80 %

Alto : más de 80%

9. Aluminio Cambiable

Bajo : Menos de 50%

Medio : 50 -70 %

Alto : más de 70%

10. CIC

<u>Coloide</u>	cmol (+) Kg ⁻¹ . coloide
Caolinita	3 - 5
Montnorillonita	80 -120
Vermiculita	100 -150
Llita	20 - 50

Clorita
Humus (M.O)

10 - 40
100 - 300

11. Niveles Críticos de Nutrientes Disponibles en Suelos Ácidos

Elementos	Bajo	Medio	Alto
N%	< 0,08	0,09 – 0,14	> 0,14
pH (2,5:1 Suelo:Agua)	< 5,0	5,0 – 6,0	6,1 – 6,5
Materia Orgánica %	< 2,0	2,1 – 4,0	> 4,0
Ca cambiable, meq/100g	< 1,0	1,0 – 4,0	> 4,0
Mg cambiable, meq/100g	< 0,3	0,3 – 1,0	> 1,0
K cambiable, meq/100g	< 0,2	0,2 – 0,3	> 0,3
CICE, meq/100g	< 4,0	4,0 – 30	> 30
P disponible, ppm	< 12	12 – 25	> 25
S – SO ₄ disponible, ppm	< 5,0	5,0 – 10	> 10
Zn disponible, ppm	< 1,0	1,0 – 5,0	> 5,0
Cu disponible, ppm	< 1,0	1,0 – 3,	

FUENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DEPARTAMENTO DE SUELOS.

CUADRO N° 07: Costo de Producción para una Hectárea de Frijol Caupí con Tecnología Media.

ESPECIFICACIONES	UNID.	CANTIDAD	T1		T2		T3		T4		T5		T6			
			C.U S/.	C.T S/.	C.U S/.	CT S/.	C.U S/.	CT S/.	C.U S/.	C.T S/.	C.U S/.	C.T S/.	C.U S/.	C.T S/.		
I. COSTOS DIRECTOS																
1. Prep. de Terreno.																
Rastra	Hr		3	80	240	80	240	80	240	80	240	80	240	80	240	
Incorporación de enmienda	Jornal*	0 0,5/1 1/1 1,5/1,5 2/1,5 2,5/2				10	5	10	10	10	10	10	13,33	10	12,5	
Análisis	Unidad		1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
2. Mano de Obra																
Siembra y Resiembra	Jornal		20	10	200	10	200	10	200	10	200	10	200	10	200	
Desahije	Jornal		4	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	
Aporque + Deshiervo	Jornal		25	10	250	10	250	10	250	10	250	10	250	10	250	
Deshiervo	Jornal		20	10	200	10	200	10	200	10	200	10	200	10	200	
Cont. Fitosanitario	Jornal		4	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	
Cosecha y Trilla	Jornal		15	10	150	10	150	10	150	10	150	10	150	10	150	
Abonamiento	Jornal		4	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	
3. Materiales Insumos Otros																
Semilla	Kilo		50	2,5	125	2,5	125	2,5	125	2,5	125	2,5	125	2,5	125	
Enmienda Magnecal	Sacos*	0 10/1 20/1 30/1,5 40/1,5 50/2				8	80	8	160	8	160	8	213,33	8	200	
- Pesticida																
Cipermex	Litro		1,5	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	90	135	
- Fertilizante																
Abono Foliar (Abonofol)	Kilo		2	14	28	14	28	14	28	14	28	14	28	14	28	
- Sacos	Unid.		24	1	24	1	24	1	24	1	24	1	24	1	24	
4. leyes Sociales (52% M.O)					578,40		481,00		483,60		483,60		485,33		484,90	
5. Costo Sub Total					2000,20		2088,00		2165,60		2165,60		2233,99		2219,40	
II. COSTO INDIRECTO																
Costo Admit. (8% CD)					160,03		167,04		173,25		173,97		178,72		177,55	
Costo Financ. (3% CD)					609,01		62,64		64,97		64,97		67,02		66,58	
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						2220,44		2317,68		2403,82		2403,82		2479,73		2464,53

LEYENDA: * 0,5/1 → Depreciación total de la enmienda.
 ↘ → Jornal de aplicación.

10/1 → Depreciación total de la enmienda.
 ↘ → Sacos de 50 Kg de enmienda c/u.

CUADRO N° 09: Costo Producción para una Hectárea de Frijol Caupí con Tecnología Media.

ESPECIFICACIONES	UNID.	CANTIDAD			T13		T14		T15	
					C.U S/.	C.T S/.	C.U S/.	CT S/.	C.U S/.	CT S/.
I. COSTOS DIRECTOS										
1. Prep. de Terreno.										
Rastra	Hr			3	80	240	80	240	80	240
Incorporación de enmienda	Jornal	6/4,5	6,5/5	7/5	10	13,33	10	13	10	14
Análisis	Unidad			1	50	50	50	50	50	50
2. Mano de Obra										
Siembra y Resiembra	Jornal			20	10	200	10	200	10	200
Desahije	Jornal			4	10	40	10	40	10	40
Aporque + Deshiervo	Jornal			25	10	250	10	250	10	250
Deshiervo	Jornal			20	10	200	10	200	10	200
Cont. Fitosanitario	Jornal			4	10	40	10	40	10	40
Cosecha y Trilla	Jornal			15	10	150	10	150	10	150
Abonamiento	Jornal			4	10	40	10	40	10	40
3. Materiales Insumos Otros										
Semilla	Kilo			50	2,5	125	2,5	125	2,5	125
Enmienda Magnecal	Sacos	120/4,5	130/5	140/5	8	213,33	8	208	8	224
- Pesticida										
Cipermex	Litro			1,5	90	135	90	135	90	135
- Fertilizante										
Abono Foliar (Abonofol)	Kilo			2	14	28	14	28	14	28
- Sacos	Unid.			24	1	24	1	24	1	24
4. Leyes Sociales (52% M.O)						485,33		485,16		485,68
5. Costo Sub Total						2233,99		2228,16		2245,68
II. COSTO INDIRECTO										
Costo Admit. (8%CD)						178,72		178,25		179,65
Costo Finnc. (3%CD)						67,02		66,84		67,37
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN						2479,73		2473,25		2492,70

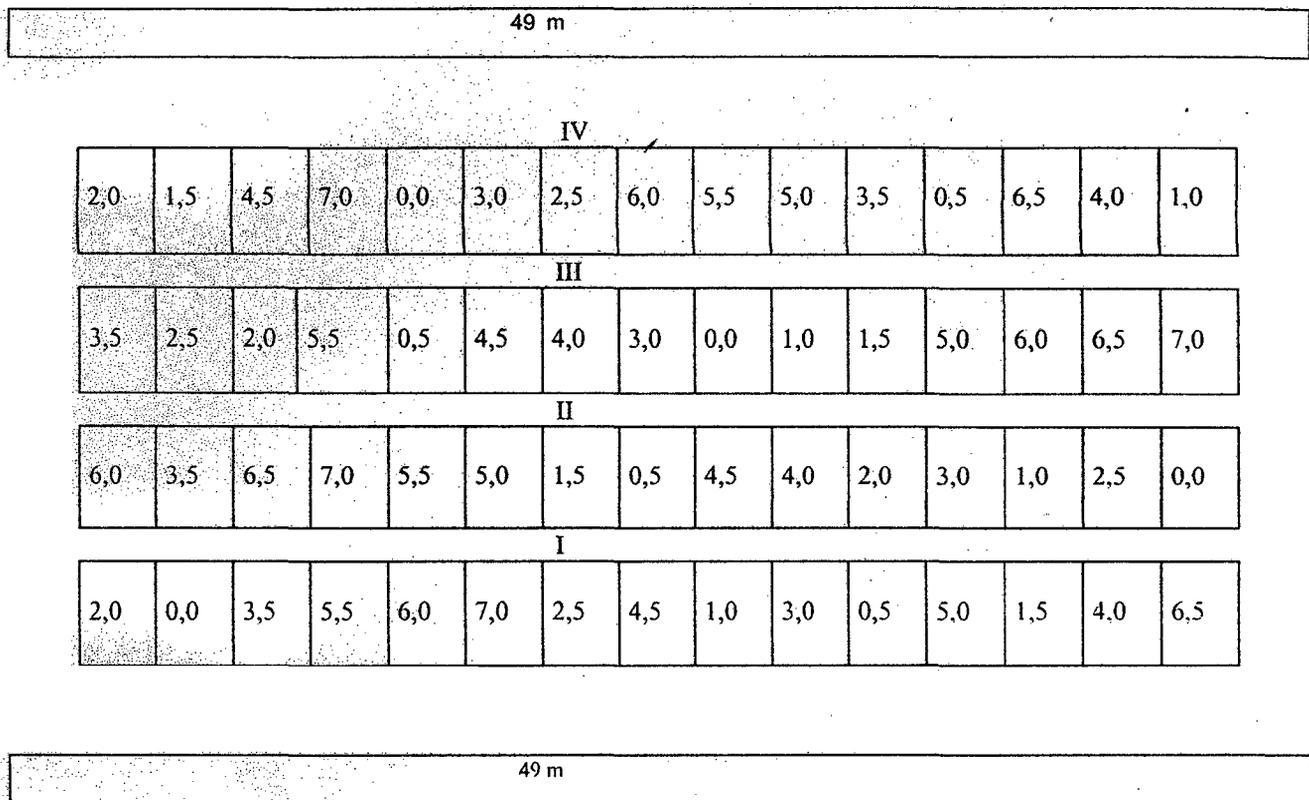
LEYENDA: 6/4,5 → Depreciación total de la enmienda.

└───→ Jornal de aplicación.

120/4,5 → Depreciación total de la enmienda.

└───→ Sacos de 50 Kg de enmienda c/u.

FIGURA N° 01: CROQUIS DE CAMPO EXPERIMENTAL



LEYENDA:

- Área Total del campo Experimental : 1 323 m2.
- Área Total de cada Bloque : 225 m2.
- Área Total de cada Parcela : 15 m2.

