



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



TESIS:

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL
CULTIVO DE CAFETO (*Coffea arabica* L) EN EL DISTRITO DE
ALONSO DE ALVARADO ROQUE, PROVINCIA DE LAMAS**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

NERY ANTONIO PINEDO MORI

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TARAPOTO - PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – TARAPOTO

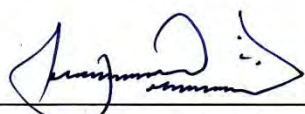
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVO

TESIS

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL
CULTIVO DE CAFETO (*Coffea arabica* L) EN EL DISTRITO DE
ALONSO DE ALVARADO ROQUE, PROVINCIA DE LAMAS**



Ing. M.Sc Gilberto Ríos Olivares

PRESIDENTE



Ing. Elías Torres Flores

SECRETARIO



Ing. Roaldo López Fulca

MIEMBRO



Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera

ASESOR

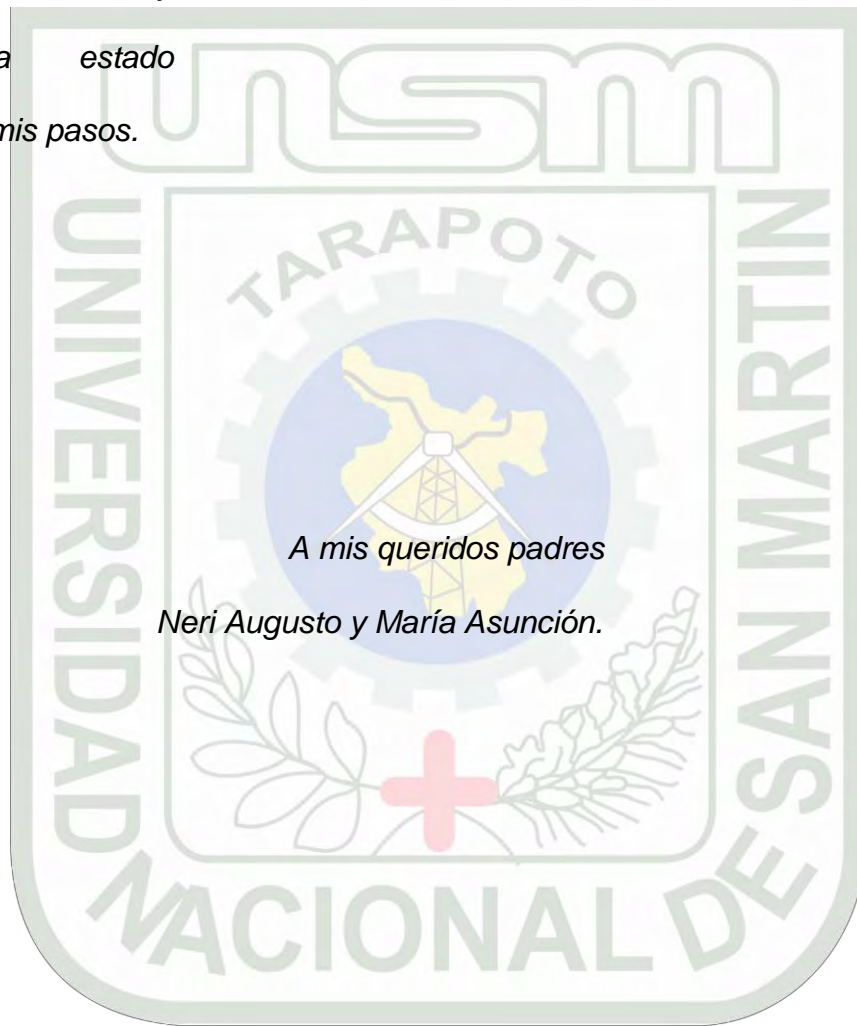


Bach. Nery Antonio Pinedo Mori

TESISTA

DEDICATORIA

*A Dios Padre celestial que
me ha dado la vida y
siempre ha estado
pendiente de mis pasos.*



*A mis queridos padres
Neri Augusto y María Asunción.*

*A mis queridos hermanos, por
su ayuda y cercanía incondicional.*

AGRADECIMIENTO

- ✚ Al Ing. **Jorge Luís Peláez Rivera**, asesor del presente trabajo de investigación, por dedicar su tiempo y conocimiento en todo este tiempo que duró el trabajo.
- ✚ A la Dra. **Stephanie Galluser**, co-asesora del presente trabajo de investigación, por compartir y fortalecer con sus conocimientos, tiempo y dedicación.
- ✚ A la ONG **Capirona**, por haber hecho posible, por el apoyo y facilidades brindadas para poder llevar adelante este trabajo de investigación.
- ✚ Así también, este trabajo de investigación va dedicado en memoria a un gran amigo y compañero de trabajo, quien me brindó todo su apoyo desde el comienzo y hasta casi el final del experimento: **Nelson Ríos Arévalo**, Gracias amigo y descansa en la Paz del Señor.
- ✚ A mi compañero y amigo Bach. **Dany García Bartra**, quien me estuvo apoyando en todas las evaluaciones y momentos difíciles. Así también, recalcar el apoyo del Bach. **Tenix Rodríguez Vargas**, quien, al inicio de mi trabajo, me apoyó de manera incondicional.

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	01
II. OBJETIVOS	03
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
3.1. CARACTERÍSTICA DEL CULTIVO	04
3.1.1. Origen y distribución.....	04
3.1.2. Clasificación botánica.....	04
3.1.3. Morfología general.....	04
3.1.4. Característica de la variedad caturra.....	05
3.1.5. Caracterización y absorción de nutrientes por los frutos..	06
3.1.6. Características de los cafés orgánicos y especiales.....	06
3.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS PARA SU CULTIVO	07
3.2.1 Factores climáticos.....	07
3.2.2 Factores edáficos.....	09
3.3. LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CAFETO	11
3.4. FUNCIONES DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LA PLANTA	12
3.5. LOS ABONOS ORGÁNICOS	14
3.5.1 Importancia de los abonos orgánicos.....	14
3.5.2 Propiedades de los abonos orgánicos.....	15
3.5.2.1 Propiedades físicas.....	15
3.5.2.2 Propiedades químicas.....	15
3.5.2.3 Propiedades biológicas.....	16
3.5.3 Tipos de abonos orgánicos.....	16
3.5.3.1 Estiércol.....	16
3.5.3.2 Gallinaza.....	16
3.5.3.3 Guano de isla.....	17
3.5.3.4 Humus de lombriz.....	17
3.5.3.5 Compost.....	18

3.6. PREPARACIÓN DEL COMPOST.....	19
3.6.1 Composición química y microbiológica del compost.....	20
3.7. EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNCOS EN EL CULTIVO DE CAFETO.....	21
3.8. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA.....	21
3.8.1 Utilización de Microorganismos Benéficos en la agricultura...	22
3.9. PRINCIPALES MICROORGANISMOS EN EL ME, Y SU ACCION EN LOS SUELOS.....	25
3.10 PRODUCCION DE INÓCULOS DE MM.....	27
3.11 ACTIVACIÓN DEL INÓCULO MM (MMA).....	29
3.12 ELABORACION DE COMPOST CON MM.....	30
IV. MATERIALES Y METODOS.....	34
4.1. Características del campo Experimental.....	34
4.1.1. Ubicación del campo experimental.....	34
4.1.2. Características climáticas y edáficas.....	35
4.2.3. Dimensiones del campo experimental.....	38
4.2. Factores y tratamientos estudiados.....	39
4.3 Diseño experimental.....	41
4.4 Modelo matemático.....	41
4.5 Metodología de trabajo en campo.....	42
4.5.1 Reconocimiento del área experimental.....	42
4.5.2 Toma de muestra de suelo.....	42

4.5.4	Parámetros evaluados.....	44
4.5.5	Duración del experimento.....	48
V.	RESULTADOS	49
5.1	Numero de frutos Cosechados por tratamiento.	49
5.2	Peso de café pergamino.....	50
5.3	Rendimiento físico de café.....	52
5.4	Prueba de catación.....	53
5.5	Análisis microbiológico del inóculo.....	54
5.6	Análisis de Compost.....	55
5.7	Efecto de los abonos orgánicos sobre el suelo.....	56
5.8	Análisis económico.....	57
VI.	DISCUSIONES	59
VII.	CONCLUSIONES	67
VIII.	RECOMENDACIONES	70
IX.	BIBLIOGRAFIA	71
X.	ANEXOS	
	ANEXO N° 01: DISEÑO DEL CAMPO EXPERIMENTAL	
	ANEXO N° 02: SELECCIÓN Y CONTEO DE FRUTOS	
	ANEXO N° 03: COSECHA SELECTIVA	
	ANEXO N° 04: DESPULPADO	
	ANEXO N° 05: FERMENTADO DE LOS GRANOS	
	ANEXO N° 06: LAVADO DE LOS GRANOS	
	ANEXO N° 07: SECADO DEL CAFÉ PERGAMINO	
	ANEXO N° 08: RENDIMIENTO FÍSICO DEL CAFÉ	
	ANEXO N° 09: RENDIMIENTO ORGANOLÉPTICO DEL CAFÉ	

ANEXO N° 10: COSTO DE PRODUCCIÓN/HA PARA EL T0

ANEXO N° 11: COSTO DE PRODUCCIÓN/HA PARA EL T1

ANEXO N° 12: COSTO DE PRODUCCIÓN/HA PARA EL T2

ANEXO N° 13: COSTO DE PRODUCCIÓN/HA PARA EL T3

ANEXO N° 14: RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL
SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL

ANEXO N° 15: DATOS METEOROLÓGICOS

ANEXO N° 16: PROMEDIO DE FRUTOS COSECHADOS POR

TRATAMIENTO, PROMEDIOS DE RAMAS

PRODUCTIVAS Y TOTAL DE FRUTOS

COSECHADOS

POR HA

ANEXO N° 17: PROMEDIO DE PESO DE CAFÉ CEREZO Y

CAFÉ PERGAMINO AL 12% DE HUMEDAD

ANEXO N° 18: RESULTADO DEL PROMEDIO DE RENDIMIENTO

FÍSICO DEL CAFÉ EN BASE A LOS 300 g.

DE MUESTRA/TRATAMIENTO

ANEXO N° 19: CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LOS

CAFÉS CATADOS POR CADA TRATAMIENTO

ANEXO N° 20: ESCALA DE LA INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS

INICIAL DE SUELO

INTRODUCCIÓN

En la región San Martín, el cultivo de cafeto (*Coffea arabica* L.) ha tomado gran importancia. En los años 1996 - 1998, la recuperación de precios en el mercado internacional, ha determinado el incremento de nuevas áreas cafetaleras, posesionando a San Martín en el cuarto lugar en área y tercero en volumen de producción a nivel nacional con 47 768.00 ha. y 612 548.00 qq respectivamente (MINAG -JNC, 2009).

En la actualidad, el mercado nacional e internacional exige la producción de Cafés orgánicos y de muy buena calidad. Esta exigencia del mercado podría ser realmente cumplida, si los agricultores hicieran lo propio en la cultura del abonamiento, siendo ésta una práctica fundamental para lograr altos rendimientos. En San Martín, no se practica el abonamiento, de modo que al no abonar los caficultores ven mermar drásticamente sus rendimientos y con el tiempo abandonan sus plantaciones, ocasionando de esta manera más problemas, ya que tienen que deforestar otras áreas para establecer nuevas plantaciones, practicando una agricultura migratoria.

Con el uso de los Microorganismos de Montaña (MM), como aceleradores en la descomposición para la elaboración de abonos orgánicos en las fincas cafetaleras, se pretende dar una alternativa a la falta de cultura de abonamiento, esto a un costo relativamente bajo, ya que se utiliza insumos con el que se cuenta en las fincas y, que muchas veces se desperdician al no darle un uso adecuado.

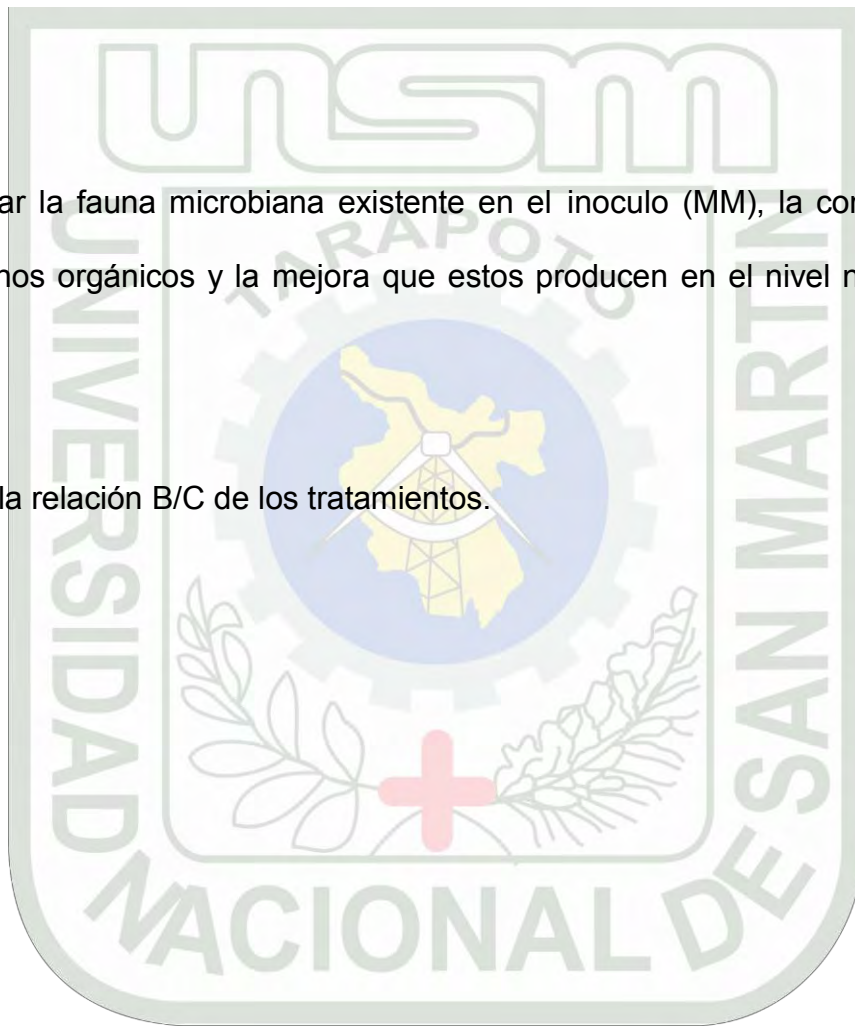
Este trabajo de investigación se realizó en el marco del Proyecto Cafés Especiales, ejecutada por la ONG Capirona, en el cual se evaluó comparativamente el efecto de la aplicación de tres fuentes de abonos orgánicos tales como: compost clásico, compost con Microorganismos de Montaña (MM) y abonos orgánicos estándar recomendado por Sánchez Escalante, con la finalidad de ver el efecto sobre el rendimiento del cultivo

y el enriquecimiento nutricional del suelo que permita su recuperación. De esta manera, se pretende ayudar a los caficultores a usar abonos orgánicos que sean los más adecuados y eficientes para elevar la producción y la calidad del café.



I. OBJETIVOS

- 2.1 Comparar el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos con y sin uso de Microorganismos de Montaña (MM), en parámetros productivos y calidad de café variedad Caturra en el distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas.
- 2.2 Identificar la fauna microbiana existente en el inoculo (MM), la composición de los abonos orgánicos y la mejora que estos producen en el nivel nutricional del suelo.
- 2.3 Evaluar la relación B/C de los tratamientos.



II. REVISIÓN LITERATURA

3.1 CARACTERÍSTICA DEL CULTIVO.

3.1.1 Origen y Distribución.

El café (*Coffea arabica* L.), es originario de las tierras altas de más de 1.000 m.s.n.m. en Etiopia y Sudán (África). En los años 575 y 890, los persas y los árabes lo llevaron a Arabia y Yemen, en tanto que los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y Madagascar. De aquí los holandeses y los portugueses, entre los años 1600 y 1700, lo trasladaron a Ceylán, posteriormente a Java y a la India, así como a otras regiones de Asia y África. Así mismo es uno de los cultivos de mayor importancia en muchos países del mundo como: Colombia, Brasil, El Salvador, Nicaragua, y muchos otros (**Blanco y Hagggar, 2003**).

3.1.2 Clasificación Botánica.

Ruiz (1979), lo clasifica de la siguiente manera:

Grupo: Fanerógamas

Clase : Angiospermas

Sub clase: Dicotiledóneas

Orden : Rubiales

Familia : Rubiaceae

Género : *Coffea*

Especie : *arabica, canephora*

3.1.3 Morfología general.

Según **Blanco y Hagggar, 2003**, mencionan lo siguiente:

La raíz que tiene el cafeto es pivotante, axilares o de sostén, laterales y raicillas; **el tallo** es leñoso, erecto y de longitud variada de acuerdo con el clima y de tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2,0 y 5,0 m de altura; posee ramas primarias, estas son opuestas y alternas y dan origen a las ramas secundarias; a su vez, pueden originar ramificaciones terciarias o palmilla; **la hoja**, mide de 12 a 24 cm. de largo por 5 a 12 cm. de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada, su tamaño no sólo varía entre especies y cultivares, sino también de acuerdo con las condiciones de sombra o plena exposición de sol a que esté sometida; **las flores**, se ubican en las axilas de las hojas, ahí se presentan las yemas florales de 1 a 3 ejes, los que se dividen en 2 ò 6 ramificaciones cortas de 2 a 4 mm coronando cada una en una flor la cual está formado por el cáliz, corola, estambres y pistilo; **el fruto** maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, cuyos tres ejes principales miden entre 12 y 18 mm de longitud, 8 y 14 mm de ancho y 7 y 10 mm de espesor; el embrión se ubica en el endospermo de la semilla.

3.1.4 Característica de la variedad caturra

Según **Fischersworing y Robkamp, (2001)**, nos mencionan que la variedad Caturra es mutante de la variedad Bourbon, es originaria de Brasil. Se caracteriza por sus entrenudos cortos, de lo cual se deriva el porte bajo de la planta, su tronco grueso, área con relación a las líneas comunes de Typica y Bourbon. En el mutante rojo de caturra los frutos adquieren un color rojo vinoso a la madurez, mientras que el mutante amarillo, un color amarillo. Este último ha mostrado algo más de

productividad, pero menor retención de los frutos maduros con relación a la caturra roja.

3.1.5 Caracterización y absorción de nutrientes por los frutos

Ramírez, Bertsch y Mora (2002), nos menciona que existe una relación muy estrecha entre la altura y diámetro de frutos verdes de caturra. Los frutos maduros se caracterizan por tener menor humedad comparada con el tamaño correspondiente en verde, y al aumentar su tamaño el número de los mismos disminuye, el cual se refleja en una purga de frutos bastante fuerte.

En Colombia se ha documentado un cuaje de 30-40% de frutos, mientras que en Costa Rica se reporta un promedio de 351 como máximo a 34 días después de la floración y 101 como mínimo de frutos de café caturra por bandola a la cosecha, obteniendo en este último promedios de 1103.4 y 1323.9 mg por fruto con condición de precipitación constantes. En esta última fase de maduración, cada fruto ha consumido N 6.04 mg, P 0.52 mg, Ca 0.87 mg, Mg 0.59 mg, K 7.95 mg y S 0.38 mg.

3.1.6 Características de los cafés orgánicos y especiales

Según la **Norma Técnica Peruana 2003**, nos menciona las siguientes características y definiciones:

A. Cafés orgánicos.

Son aquellos que se producen con arreglo a las normas de producción orgánica, y que están certificados por un organismo o autoridad de certificación debidamente constituida. La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la

salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo.

Se tiene la creencia de que los productos orgánicos pueden tener mejor sabor que los convencionales, lo cual es una afirmación no comprobada y peligrosa para un país que tiene un gran negocio en la

cafcultura convencional que debe protegerse y que no es conveniente ni desprestigiarla, ni debilitarla. Esta creencia puede llevar a generar la falsa impresión de que, en todos los casos, es conveniente cambiar la calfcultura convencional por la orgánica.

B. Cafés especiales.

Aquellos cafés que por su origen, variedad y consistencia en sus propiedades físicas, sensoriales y en sus prácticas culturales, se distinguen del común de los cafés y por los cuales son apreciados en el mercado. Se incluyen en esta definición a los cafés sustentables que son aquellos que se producen en un marco de responsabilidad medioambiental y social.

3.2 Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de café

3.2.1 Factores climáticos.

Temperatura. Según **Figuroa (1990)**, las zonas cafetaleras se caracterizan por presentar temperaturas promedios anuales entre 17 °C y 23 °C, un rango que se considera óptimo para el cafeto arábico. A su vez, **Fernández, (1963)**, menciona que la temperatura óptima para el cafeto está entre 18.5 °C – 21 °C; a temperaturas menores de 18 °C, el café madura muy lento. Descensos por debajo de 7 °C causan pérdidas

encima de 24 °C acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el llenado de los granos; **Fischersworing y Robkamp, (2001)**.

Lluvia. Benito (1996), indica que el rango de lluvias para el cultivo puede variar entre 1500 a 2500mm/año. Si las lluvias no están distribuidas convenientemente durante los 12 meses del año y no estar con prácticas de conservación de humedad en el suelo, ya requieren de irrigación adicional para evitar o reducir posibles déficits de agua **(Figueroa, 1990)**.

Por su parte **Cartagena (1999)**, nos menciona que la reducción en el contenido de agua es acompañado por la pérdida de turgencia y marchitamiento, cesación del ensanchamiento celular, cierre de los estomas, reducción de la fotosíntesis, y la interferencia con muchos otros procesos metabólicos. Por su parte, **Fischersworing y Robkamp, (2001)**. Nos mencionan que, aunque el café presenta cierta tolerancia a la sequía su producción declina considerablemente cuando las precipitaciones caen por debajo de los 1 000 mm/año según ubicación en la zona subtropical o tropical, presentando amarillamiento, fuerte defoliación y por ende vaneamiento de los frutos.

Humedad Relativa. La humedad relativa prevalece en los cafetos en el rango de 70 % al 90 %, resulta apropiada. Esta humedad baja durante la estación seca **(Figueroa, 1990)**.

Luminosidad. La cantidad de luz y horas de sol, tienen gran influencia en la producción; a mayor luminosidad, la planta produce mayor cosecha, siempre que se encuentre bien abonado. En zonas nubladas

con prácticas culturales apropiadas y oportunas es posible obtener altos rendimientos (**Benito, 1996**).

Altitud. Figueroa (1990), refiere que el cafeto se siembra desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 2000 msnm. La altura, por si no es determinante para la calidad de las cosechas. En cambio **Castañeda (1997)**, menciona que en el Perú las zonas cafetaleras van desde los 600 a 1600 msnm y tienen tres (3) zonas:

- Zona baja : 600 – 900 msnm
- Zona media : 900 – 1200 msnm
- Zona alta : 1200 – 1600 msnm

3.2.2 Factores edáficos

Coste (1978), da a conocer que el cafeto no parece tener exigencias bien definidas en cuanto a la naturaleza de los suelos, crece tanto en tierra arcillo-silíceas de origen granítico, como en los de origen volcánico (dolomitas, basaltos, cenizas, tobos, etc.). El suelo es muy importante en la producción y hay que seleccionar teniendo en cuenta su permeabilidad y drenaje, el contenido de elementos minerales y la topografía del terreno.

En cuanto a características de pH y materia orgánica se menciona lo siguiente:

pH. Una ligera acidez de pH 5.0 a 6.5 es la mejor para el establecimiento de cafetales. Los suelos alcalinos presentan problemas de deficiencia de elementos menores tales como el zinc, boro y cobre; y los suelos muy ácidos además de esas deficiencias, muestran toxicidad

de aluminio, manganeso o fierro, por lo que no son adecuados para el cultivo de café (**Benito 1996**).

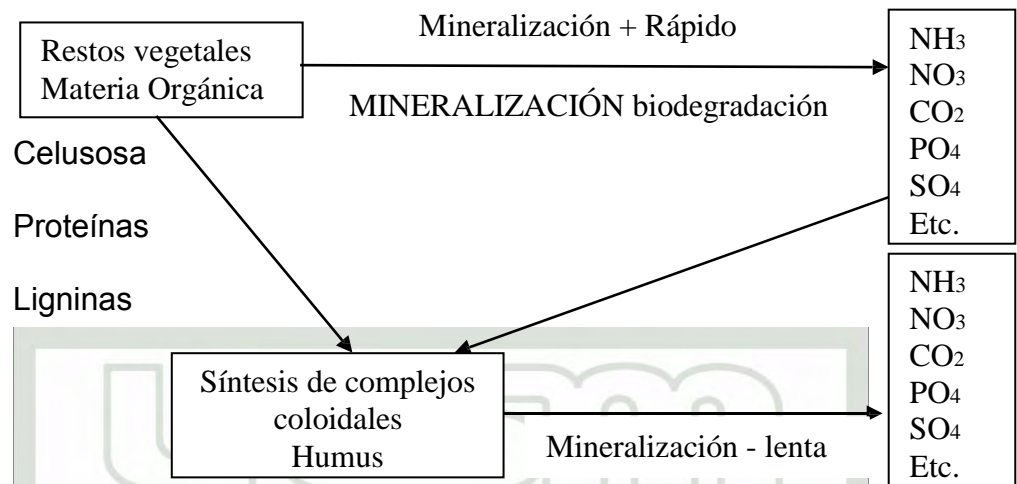
Sánchez (2009), por su parte, señala que un pH adecuado para el café varía entre 4.5 - 5.5. Además menciona que el cultivo prefiere suelos de buen drenaje (suelos) con un buen balance de agua y aire debiendo tener una buena profundidad efectiva.

Materia orgánica. El café es un cultivo que necesita desarrollarse en suelos que contengan una adecuada cantidad de materia orgánica (3.0%). El contenido de materia orgánica del suelo influye en sus condiciones físicas y biológicas, es de hecho un mejorador de las condiciones físicas, porque favorece una buena estructura del suelo y posibilita que esta se desmenuce con facilidad (**Fernández, 1983**)

El proceso de transformación de la materia orgánica se da mediante la mineralización y humificación. LA MINERALIZACIÓN o BIODEGRADACIÓN se realiza cuando la materia orgánica fresca llega al suelo por acción de los organismos, quienes degradan violentamente dando lugar a elementos solubles y gaseosos como; NH_3 , NO_3H , PO_4 , SO_4 , etc.

Por otra parte ocurre un proceso de síntesis de complejos coloidales húmicos, que son relativamente estables a la acción microbiana. Esto se conoce con el nombre de HUMIFICACIÓN.

Los compuestos húmicos formados se mineralizan a su vez pero en forma mucho más lenta o progresiva dando lugar de nuevo a elementos minerales solubles o gaseosos. (**Rengifo, 2005**)



3.3 LA FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE CAFETO.

El cultivo de cafeto, para su crecimiento y producción se abastece de nutrientes a partir de las reservas que contenga el suelo. Por tanto, si un suelo no está bien abastecido en forma natural para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo, será necesario proporcionarlo mediante la fertilización, sea con abonos orgánicos, sintéticos o minerales (**Rengifo, 1998**).

La máxima absorción de los elementos minerales se produce en la etapa de floración, en la subida de lluvias y en la etapa de llenado de grano en la bajada de lluvias. Los elementos mayores y menores que la planta absorbe en orden de importancia son: Elementos Mayores: K, N, Ca, Mg, S, P, (son aplicados directamente al suelo); elementos Menores: Cl, Fe, Zn, Mn, Mo, (se aplican por vía foliar) (**Castañeda, 1997**).

Las cantidades de nutrientes a utilizar en la formulación de fertilizantes esta en relación con la fertilidad de suelo, clima, edad de las plantas, estado nutricional y precios del café, entre otros (**Figuroa, 1990**).

La fertilización se realiza en dirección de la proyección de la copa, ya que la mayor parte del sistema radicular del cafeto se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad y cubriendo un área igual a la de la copa (**Fernández, 1963**).

La fertilización se realiza en forma de una banda circular de unos 20 cm de ancho. En caso de plantaciones ubicadas en pendientes, los fertilizantes se aplicarán en el semicírculo superior (media luna). El ancho de la banda se hace con rastrillo, los fertilizantes se aplican a una profundidad de 5 a 7 cm, luego se tapan con una capa de suelo y con resto de hojarasca del suelo **(Rengifo, 1998)**.

Una característica particular de las plantas verdes, como se ha visto anteriormente, es que las sustancias requeridas para su alimentación son exclusivamente de tipo mineral o inorgánico **(Domínguez, 1989)**.

3.4 FUNCIONES DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS NUTRITIVOS EN LAS PLANTAS.

Nitrógeno (N). Es absorbida por la planta, tanto en forma nítrica (ión nitrato NO_3), como en forma amoniacal (ión amonio NH_4), siendo ambos metabolizados por la misma. Resulta evidente, que la escasez en el abastecimiento de Nitrógeno a la planta, aunque sea ligera, tiene una notable incidencia en el desarrollo. El síntoma característico es la clorosis generalizada de la planta, comenzando por las hojas viejas, dada la gran movilidad de este elemento dentro de la misma. En los casos graves, las plantas se marchitan y mueren **(Domínguez, 1989)**.

Importante para la producción de follaje y de las ramas laterales, como desarrollo de los frutos. Su deficiencia se manifiesta con amarillamiento de las hojas más viejas que luego se generaliza en todo el follaje pudiendo llegar a defoliarse por completo. Los frutos se vuelven amarillos y pequeños se caen con facilidad. La mayor fuente de nitrógeno se encuentra en guano de isla, estiércol descompuesto, la gallinaza, harina de sangre el estiércol líquido los orines y

Fósforo (P). El fósforo se encuentra en la planta en forma de ortofosfato y, en algunos casos, como pirofosfato. La nutrición adecuada de fósforo tiene, entre otros, los siguientes efectos favorables: acelera la madurez, mejora la calidad de frutos, aumenta la resistencia a las enfermedades, etc. Sin embargo, la escasez de este elemento tiene una fuerte influencia en el desarrollo (**Domínguez, 1989**). Se encarga en la formación del sistema de raíces y flores, así como el crecimiento y la maduración de los frutos. La deficiencia de fósforo se presenta generalmente en las hojas más viejas donde se observan manchas amarillas con coloraciones rojas, mientras que las hojas nuevas (las guías) muestran menor crecimiento. Las fuentes de fósforo son el guano de islas, el fosfato natural, las escorias básicas, los fosfatos minerales, harina de pescado y la harina de huesos (**Figuerola ,1998**).

Potasio (K). Ejerce una función muy importante como osmoregulador disuelto en el jugo celular. Su acumulación en la raíz crea un gradiente osmótico que permite el movimiento del agua en la planta, operando de igual modo en las hojas (**Domínguez, 1989**).

Es requerido en grandes cantidades para el crecimiento de la planta y aún más para fructificación (frutos). Siendo este es que se encuentra en mayor proporción en el fruto. En deficiencia del potasio se presentara pocas flores y un menor número de frutos maduros de las ramas. En casos severos las ramas comienzan a secarse por las puntas y las hojas se desprenden con facilidad hasta ocasionar muerte de la rama. Los frutos no completan su desarrollo se tornan marrones y terminan negros. Se encuentra en mayor proporción en la ceniza vegetal y en menor contenido en guano de isla (**Figuerola ,1998**).

Magnesio (Mg). El magnesio es uno de los principales constituyentes de la clorofila, por lo que una parte apreciable del contenido total en la planta se halla en los cloroplastos de las células de las hojas. Se observa que el nivel de magnesio es mayor cuando el nivel de potasio es bajo (**Domínguez, 1989**).

Los cafetales que presentan deficiencias de este elemento se caracterizan por el amarillamiento de las hojas (**Figuroa, 1998**)

3.5 LOS ABONOS ORGÁNICOS.

Los abonos orgánicos, son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, químicas y biológicas (**RAAA, 2002**).

El abono orgánico es un proceso biológico en el cual la materia orgánica es degradada en un material relativamente estable parecido al humus. La mayoría de los abonos se llevan a cabo bajo condiciones anaeróbicas de manera que los problemas del olor son minimizados. Cuando se termina, el abono es de color café oscuro o negro. Tiene un ligero olor a tierra o a moho y una textura suelta. El proceso se termina cuando el montón no se recalienta cuando se voltea, es decir la temperatura es constante (**PORVENIR, 2001**).

3.5.1 Importancia de los abonos orgánicos.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, en la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee

aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (Cervantes, 1997).

3.5.2 Propiedades de los abonos orgánicos.

3.5.2.1 Propiedades físicas.

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes. A su vez, mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste, de igual disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano (Cervantes, 1997).

3.5.2.2 Propiedades químicas.

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH. de éste. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad (Cervantes, 1997).

3.5.2.3 Propiedades biológicas.

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (**Cervantes, 1997**).

3.5.3 Tipos de abonos orgánicos.

3.5.3.1 Estiércol.

Son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80 % de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados. Los estiércoles mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 toneladas/ha al año, y de preferencia de manera diversificada **RAAA (2002)**.

3.5.3.2 Gallinaza.

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos fermentados, mejora las características de la fertilidad del suelo, principalmente con Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre y Boro.

El estiércol de gallina es un fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de

nutrientes que aquellos que consume la vaca, pues esta combina su alimento con pasturas **(Moriya, 2007)**.

3.5.3.3 Guano de isla.

Es una mezcla de excrementos de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12 % de nitrógeno, 11 % de P y 2 % de K. Se utiliza principalmente en los cultivos de caña, papa y hortalizas **(RAAA, 2002)**.

3.5.3.4 Humus de lombriz.

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), se ha adaptado muy bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones del país. Además, es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo, **(RAAA, 2002)**.

3.5.3.5 Compost.

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04 % de N, 0,8 % P y 1,5 % K. Puede tener elementos contaminantes si se ha utilizado basura urbana. Cuando se usa estiércol de vacuno estabulado (leche o engorde) existen riesgos de problemas por sales. En estos casos se debe utilizar una cantidad reducida de estiércol y abundante paja. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de chacra que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles (RAAA, 2002).

3.5.3.6 Abonos orgánicos minerales.

Sánchez (2009), nos menciona que los abonos orgánicos son aquellos de origen orgánico y minerales que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano, cuyos sus usos están permitidos por las normas de producción orgánica previo. A continuación se presenta una lista de abonos orgánicos minerales recomendados para la producción de cafés especiales:

- Roca fosfórica, conteniendo 31% de P y 46% de Ca.
- Sulfato de potasio, con 50% de K

- Sulfato de Magnesio, con 22% de Mg y 24% de S.
- Ulexita, con 2% de K, 2% de Mg, 6% de S y 15% de B.
- Sulfato de cobre, con 25% de Cu.
- Sulfato de zin, con 47% de Zn.
- Manganeso, con 99% de Mn.
- Dolomita, con 26% de Ca y 22% de Mg.
- Yeso Agrícola, con 46% de Ca y 40% de S.

3.6 PREPARACIÓN DEL COMPOST.

Aubert (1998), reporta que la técnica más conocida, es la de compostaje en montón, es la técnica más conocida y se basa en la construcción de un montón formado por las diferentes materias primas. Es importante que la relación C/N esté equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables.

La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno es aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes y los restos de animales de mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posible, material pobre y rico en nitrógeno, y material seco y húmedo. Se amontonará en lugar fresco y fuera del sol directo y lluvias. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme. La humedad debe mantenerse entre

mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas **Gómez (2000)**.

3.6.1 Composición química y microbiológica del compost.

Gómez (2000), sostiene que la composición de la composta es variable, dependiendo de los materiales que le dieron origen. Una composición promedia puede ser:

- ◆ 0.43 a 0.85 % N , pudiendo llegar hasta 2.10 %
- ◆ 0.15 a 0.99 % P₂O₅ , pudiendo llegar hasta 2.47 %
- ◆ 0.24 a 0.43 % K₂O , pudiendo llegar hasta 1.96 %
- ◆ 45.00 a 55.00 % C
- ◆ 0.58 % Ca, caso que se añada material calcáreo puede llegar hasta 6.6 %
- ◆ 0.16 a 0.21 % Mg , al igual que el calcio puede llegar hasta 0.80%
- ◆ 0.23 a 0.35 % S₀₄
- ◆ 10 a 35 ppm de B
- ◆ 13 000 ppm de Fe
- ◆ 478 a 2020 ppm de Mn
- ◆ 96 a 160 ppm de Zn

- ◆ 7.8 de pH
- ◆ 16.0 de C/N
- ◆ 29 x 10³ Bacterias ufc
- ◆ 9 x 10³ Hongos ufc
- ◆ 44 x 10³ Actinomicetos ufc

3.7 EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICO EN EL CULTIVO DE CAFETO

Según **Parra (1959)**, determinó que aplicaciones de pulpa descompuesta en

crecimiento de plantas de almácigo en comparación con plantas en donde no se aplicaba la pulpa, mientras que en Colombia, **Machado (1952)** utilizando varios tratamientos con abono orgánico; obtuvo rendimientos tres veces más que el testigo, utilizando pulpa de café descompuesta. Similar resultado obtuvo **Franco (1958)**, quien realizó 9 ensayos regionales en Colombia y comprobó que el compost de pulpa aumentó las cosechas de café en una proporción cercana al 22%, en relación al testigo.

Además, **Sotelo y Téllez (2007)**, menciona que un residuo orgánico es transformado en una extraordinaria enmienda fertilizadora. Actúan sobre los nutrientes macromoleculares, llevándolos a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores y mejor resistencia a los agentes patógenos.

La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos.

3.8 MICROORGANISMOS DE MONTAÑA.

En el monte alto, todos los nutrientes del suelo se reciclan, ya que las hojas, ramas y palos que se caen se van descomponiendo y devuelven al suelo los nutrientes que los árboles han extraído para crecer. El suelo está lleno de diminutos seres que permiten que toda esta materia se vaya descomponiendo rápidamente. Entre ellos tenemos hongos, bacterias y levaduras. Cuando deforestamos y quemamos los campos de cultivo, esos microorganismos se van perdiendo. Si los ingresamos a nuestros compost y bioles, estos se van a transformar en abono mucho más rápidamente y sin causar malos olores (**Gallusser, 2009**)

Los MM también son llamados como microorganismos efectivos (ME) son una cultura mixta de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas y productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que a su vez aumenta el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos. Aunque la tecnología que soporta el concepto de los microorganismos efectivos y sus aplicaciones prácticas fueron desarrolladas por el profesor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, con sede en Okinawa, Japón. El ME no contiene ningún microorganismo modificado genéticamente. ME se compone de culturas mixtas de distintas especies de microorganismos que pueden hallarse en la naturaleza a lo largo de todo el mundo **(Teruo y James, 1996)**.

3.8.1 UTILIZACION DE MICROORGANISMOS BENEFICOS EN LA AGRICULTURA.

El rango máximo de aprovechamiento de la energía solar en las plantas ha sido calculado entre el 10 y el 20%. Pero en la actualidad y en general suele ser menos del 1%. En presencia de materia orgánica, la bacteria fotosintética y las algas pueden utilizar longitudes de onda en el rango que va de los 700 a los 1.200 nm (nanómetros). Estas longitudes de onda no son utilizadas por las plantas verdes. Los microorganismos fermentativos pueden descomponer también materia orgánica liberando compuestos complejos como ser aminoácidos para ser usados por las plantas.

Esto incrementa la eficiencia de la materia orgánica en la producción de

cultivos es la disponibilidad de materia orgánica que se ha desarrollado por la utilización de la energía solar y la presencia de microbios eficientes para descomponer estos materiales. Todo ello incrementa la eficiencia de la utilización de la energía solar (**Teruo y James, 1996**).

El mismo autor menciona que los beneficios de la aplicación de ME en la agricultura son:

- a) Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- b) Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, y suprime los patógenos y plagas que promueven enfermedades.
- c) Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- d) Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- e) Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.

Como consecuencia de estos efectos beneficiosos del ME, se incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Uribe y otros (2001), evaluando microorganismos eficaces (M.E.), en la producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Se evaluó la mezcla de aserrín más gallinaza y gallinaza, aserrín + ME (1:1 + ME), obtuvo diferencia significativa para la mezcla donde se adicionó ME, así mismo obtuvo un rápido descenso del PH, por debajo de 8,5 lo cual indica una aceleración en el proceso de estabilización del compost. Las pruebas físico-químicas realizadas muestran mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de gallinaza con ME.

INIAP. 2003, con el objetivo de determinar la influencia de los abonos líquidos fermentados purín, caldo microbiológico y biol, sobre la

económicos del empleo de abonaduras orgánicas. Aplicaron estos abonos líquidos en una concentración de 20% a cafetales de la variedad Caturra rojo de seis años de edad en una densidad de 3000 plantas/hectáreas. El uso de biol en una concentración del 20%, aplicado al follaje de los cafetos por tres veces, a una frecuencia mensual, a partir del inicio de la época lluviosa, tuvo un efecto significativo en el incremento del rendimiento de los cafetales, equivalente al 48% comparado con el testigo.

El uso del caldo microbiológico, al igual que el biol, tuvo un efecto positivo sobre la producción, elevando un 22% en relación al testigo. Mediante el análisis de varianza por rangos de Friedman se determinó que los rangos más altos correspondieron a los tratamientos purin + caldo microbiológico + biol y caldo microbiológico + biol, con los rangos 15 y 12, respectivamente. Considerando que los análisis químicos del biol y del caldo microbiológico tienden a ser similares, se estima conveniente usar las mismas dosis, esperando parecidos resultados productivos. El purín no se debe aplicar a los cafetales en producción por su bajo efecto sobre el rendimiento.

En términos económicos, el caldo microbiológico o el biol, aplicados solos o en combinación, posibilitan obtener los mayores beneficios netos en café convencional y orgánico.

3.9 PRINCIPALES MICROORGANISMOS EN EL ME, Y SU ACCION EN LOS SUELOS.

Teruo y James, 1996, nos mencionan los siguientes grupos de microorganismos:

Bacteria Fotosintética (bacteria Fototrófica). Son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas está compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Los substratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) mycorrhiza se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los substratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética.

Bacterias Acido Lácticas (Lactic Acid Bacteria). Las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Esta es la razón por la que ciertas comidas o bebidas, tales como el yoghurt o los pickles se fabrican utilizando éstas bacterias lácticas desde hace un largo tiempo. El ácido láctico es un potente esterilizador y actúa contra el complejo fusarium-nemátodos.

Levaduras. Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los Actinomyces.

Actinomyces. La estructura de los Actinomyces, intermedia entre la de las

aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas.

Hongos de Fermentación. Los hongos de fermentación como el *Aspergillus spp.* y el *Penicillium spp.*, actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.

Martín 1980, sostiene que una gran variedad de actinomicetes, bacterias y hongos en el suelo, son capaces de sintetizar antibióticos, muchas de estas sustancias son quimioterapéuticas entre ellos: estreptomina, cloramfenicol, cicloheximida y clortetraciclina. La antibiosis es común, especialmente en cepas *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micronospora*, *Bacillus* y cepas de *Pseudomonas*. Las especies de *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Fusarium* y otros hongos también secretan sustancias antibióticas.

Teruo y James, 1996, también mencionan que, cada una de las especies contenidas en el ME (Bacterias Fotosintéticas, Acido Lácticas, Levaduras, Actinomicetes y hongos de Fermentación) tiene su propia e importante función. Sin embargo podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pivote de la tecnología ME, pues soportan las actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias sustancias producidas por otros microorganismos. Este el fenómeno que llamamos coexistencia y coprosperidad. Durante este proceso ellos segregan también sustancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas. Por esta razón en estos suelos los microorganismos eficientes y

otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la Rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas.

3.10 PRODUCCION DE INÓCULOS DE MM

Gallusser, 2009. Menciona el siguiente procedimiento para la producción de inóculos de MM.

a) Materiales

- ◆ 1 timbo de 80 lts

b) Insumos

- ◆ 2 Sacos de Mantillo o hojarasca de bosque
- ◆ 2 sacos de Polvillo de arroz
- ◆ 2 galones de Melaza (o 2 atados de chancaca)

c) Preparación:

- ◆ Extender los 2 sacos de hojarasca de montaña y mezclar bien con el polvillo de arroz.
- ◆ Agregar el agua con melaza, chancaca, u otra fuente de azúcar.
- ◆ Batir el preparado hasta tener una mezcla homogénea agregando agua hasta poder realizar la prueba del puño (al apretar la mezcla en la mano, no tiene que escurrir agua y se tiene que formar un terrón que se rompe fácilmente).

d) Preparado anaeróbico:

- ◆ Llenar el timbo de 80 lt con la mezcla, taqueando cada 20 cm. para evitar la presencia de aire. No llenar totalmente, dejar unos 15 cm. de espacio entre la tapa y la mezcla (si no el timbo puede reventar). Recuerde, para ese proceso no necesitamos respirador.

e) Preparado aeróbico:

- ◆ Dejar lo que sobró de la mezcla en un sitio bajo techo y evitar los rayos del sol directo.
- ◆ Tapar la mezcla con una manta las primeras 24 horas.
- ◆ Mover la mezcla 1 vez al día durante 8 días para evitar que esa recaliente.
- ◆ Al cabo de 8 días esparcir la mezcla bajo sombra, dejarla secar y almacenarla en un saco.

Ambos inóculos (aeróbico y anaeróbico) pueden guardarse durante varios meses.

f) Aplicación:

Tanto el inóculo anaeróbico como el aeróbico necesitarán ser activados para usarlos en compost, bioles y otros (ver activación).

No se aplican directamente ni a los cultivos ni al compost y bioles.

Recuerden que la idea de los inóculos es tener los microorganismos a disposición para poder activarlos y reproducirlos, lo que nos evita ir al bosque con mucha frecuencia. La idea de esa tecnología no es arrasar con todo el mantillo de bosque si no tomar lo que uno necesita respetando al bosque.

3.11 ACTIVACIÓN DEL INÓCULO MM (MMA).

Gallusser, 2009, menciona que para la activación de los MM se procede de la siguiente manera:

a) Materiales

- ◆ 1 timbo de 80 lts
- ◆ 1 Manguera delgada

- ◆ 1 Botella plástica descartable
- ◆ 1 Trapo delgado limpio

b) Insumos

- ◆ 2 Kgs de MM anaeróbico o aeróbico
- ◆ 1 Galón de Melaza o 1 atado de chancaca
- ◆ 70 Lts de Agua (sin cloro)

c) Preparación:

Para el anaeróbico

- ◆ Colocar de 2 kgs de MM anaeróbico en un trapo y amarrarlo (se hace una “bolsa de té”).
- ◆ Se disuelve la melaza o la chancaca raspada en 80 lts de agua.
- ◆ Se adiciona la bolsa de té al agua.
- ◆ Colocar la tapa con el respirador al timbo y dejar fermentar.

La mezcla puede utilizarse a partir del 4to día.

De 4 a 10 días obtenemos hongos.

De 10 a 15 días obtenemos bacterias.

De 15 días en adelante solamente levaduras.

Para el aeróbico

Se sigue el procedimiento antes mencionado pero se obvia la bolsita de té y colocar el inóculo directamente en el timbo. Se deja reposar media hora y está listo para usarse.

d) Uso:

El activado aeróbico se usará de preferencia en el compost (proceso aeróbico) mientras que el anaeróbico en los bioles (proceso anaeróbico).

Permitirán acelerar los procesos de descomposición y mineralización, favorecer la asimilación de los nutrientes por la planta y evitar malos olores. Se le puede aplicar en las letrinas (1 litro de activado por semana) para evitar el mal olor.

3.12 ELABORACION DE COMPOST CON MM.

Gallusser, 2009, menciona lo siguiente, para la elaboración de compost con MM se procede de la siguiente manera.

a) Materiales

- ◆ 02 palanas
- ◆ 01 Manta de 4 *8 metros
- ◆ 01 Balde

b) Insumos para demostración

- sacos de Estiércol de cuy, ganado o gallina
- 1 saco de Carbón
- 4 Sacos de Tierra suelta
- 10 Sacos Rastrojos secos
- 8 Sacos de Pulpa de café, cáscara de cacao u otros materiales verdes (ej. deshechos de cocina)
- 5 kg de ceniza
- 10lts de Melaza o aguas mieles
- 1 kg de MM aeróbico

c) Preparación:

- ◆ Se disuelve el 1 kilo de MM aeróbico en 10 lts de aguas mieles y se le deja media hora que se active.

Se van extendiendo los materiales por capas para ayudar a mezclar mejor. Ojo: la ceniza es en el compost como la sal en la comida: hay que echar un poco pero no demasiado.

- ◆ Una vez que se hayan hechos los dos juegos de capas, remover bien toda la pila de compost y controlar la humedad: tiene que estar húmedo pero no desprender agua cuando se hace la prueba del puño.
- ◆ Dejar la ruma a 1 metro de altura
- ◆ Tapar durante 24 horas con una manta para que se inicie el proceso de fermentación (produce calor). En caso que no arranque, dejar tapado un par de días más (en climas fríos el proceso es más lento).
- ◆ Mover la pila todos los días la primera semana, pasando un día la segunda semana y después 2 veces a la semana.
- ◆ Al cabo de 30 o 45 días (según el clima) el abono deja de calentar y está listo.

El compost tiene que estar en un sitio protegido de la lluvia y de los rayos del sol directos.

El calor no tiene que superar los 55° o 60°C. Se le prueba colocando un machete durante 5 minutos en la ruma, si quema al tocarlo cuando se le saca, hay que remover la ruma.

Se puede almacenar hasta seis meses.

d) Uso:

El compost es una fuente de nutrientes para las plantas y se aplica en el suelo, alrededor de la planta.

Frecuencia de abonamiento para café: lo ideal son tres aplicaciones en:

Descanso

Inicio de floración

Llenado de granos.

Así mismo **Gallusser, 2009**, también nos menciona los diferentes beneficios de los diferentes ingredientes que forman el compost como son:

Tierra común: Ocupa una tercera parte del volumen total del abono. Entre muchos aportes, tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y, consecuentemente, lograr una buena fermentación.

Excreta de gallinas ponedoras u otros. Es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos fermentados. 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. Puede ser sustituida por cualquier estiércol.

Carbón vegetal: Mejora las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía).

Pulido 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 de fogón: Desecho de hornilla o ladrillera; que regula la acidez del abono orgánico y aporta minerales útiles para las plantas; substituye a la cal agrícola.

Melaza o caña de azúcar o piloncillo: Generalmente es la principal fuente

multiplicación de la actividad microbiológica. Es rica en potasio, calcio, magnesio y boro. Puede ser parcialmente sustituida por aguas mieles que además de azúcares también contienen fermentos.

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.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Características del Campo Experimental

4.1.1 Ubicación del Campo Experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Alonso de Alvarado Roque, localidad de Perlamayo, fundo “El Papayal” propiedad aproximadamente a 4.5 Km del distrito, el camino de acceso es a través de trocha carrosable.

a. Ubicación Geográfica.

Longitud Oeste : 18° 36' 54.79”

Latitud Sur : 83° 26' 50.62”

Altitud : 1249 msnm

b. Ubicación Política.

Distrito : Alonso de Alvarado Roque

Provincia : Lamas

Región : San Martín

c. Historia de campo experimental

El campo experimental comprende un área dedicada netamente al cultivo de cafetos, con sombras de especies del género Inga en la mayoría de la finca. Este campo cuenta con plantaciones de cafeto que tienen una edad de 6 - 8 años y la producción en la campaña anterior fue de 40 qq/ha. La plantación está establecida bajo un sistema cuadrado a un distanciamiento de 1.7 m x 1.7 m.

4.1.2. Características Climáticas y Edáficas

a. Clima.

Ecológicamente el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo premontano tropical (bh-pt) en la Selva Alta del Perú (**ESCOVEDO Y RABANAL, 2009**). Las condiciones climáticas referidas a temperaturas y precipitaciones mensuales registradas durante el período experimental en la zona de estudio, se indica en el Cuadro N° 01 y gráfico N 01

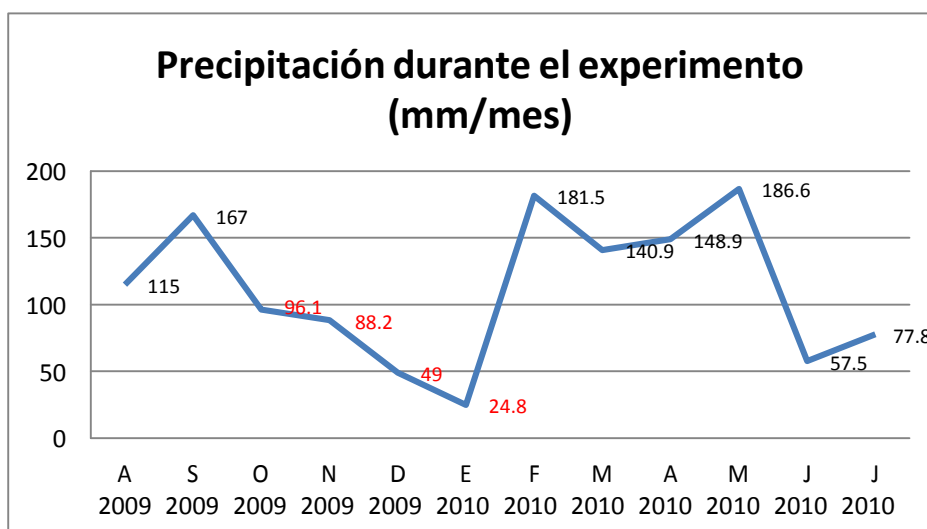
Cuadro N° 01: Datos de temperatura tomadas durante la realización del trabajo de investigación en una altitud de **1249 msnm**.

Meses	TEMPERATURA °C		
	Máxima	Mínima	
Octubre 2009	25.63	19.45	22.5
Noviembre 2009	25.08	20.33	22.70
Diciembre 2009	26.36	21.56	23.96
Enero 2010	27.62	21.23	24.42
Febrero 2010	27.20	19.96	23.58
Marzo 2010	26.95	20.63	23.79
Abril 2010	25.56	19.47	22.51
Mayo 2010	26.41	19.03	22.72
Junio 2010	25.52	19.38	22.45
Julio 2010	27.52	20.14	23.83
Total	263.85	201.18	232.46
Promedio	26.385	20.118	23.246

Fuente: Temperatura Elaboración Propia

La metodología empleada para la toma de la temperatura fue: se tomó los datos todos los días durante el tiempo que duró el experimento, comenzando a las 6:00 am, luego de 12 – 1:00 pm y finalmente a las 6:00 pm. Esto utilizando un termómetro ambiental. Finalmente estos datos se promediaron teniendo así un resultado por mes.

Gráfico 01. Precipitación durante los meses del experimento



Fuente: Precipitación Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Se registró una precipitación total de 1051.3 mm durante los 10 meses que duró el trabajo en campo, 1951.9 mm durante el 2009 y 1483.8 mm en el 2010 (Ver anexo N° 15)

b. Características del Suelo

Las características físicas del suelo donde se ubicó el presente trabajo de investigación presentó una fisiografía donde el relieve alrededor del experimento fue accidentada, con laderas y emergencias de las rocas madres por la constante erosión del suelo, esto por la casi nula presencia de árboles nativos de la zona debido a la deforestación. La pendiente del campo experimental fue de 5% en la mayor parte y un 9% como mínimo en el resto del campo. En cuanto a la porosidad, está dada por el espacio del suelo no ocupado por sólidos, denominado espacio poroso donde se pueden distinguir macroporos y microporos. En este caso, como el suelo es de textura arcillosa existe mayor cantidad de microporos, y por ende poseen más porosidad total que los arenosos, facilitando la retención de agua y el crecimiento de las raíces. Y, para conocer las características físico-químicas del suelo del área experimental, como punto de partida se tomó una muestra compuesta de

todo el campo experimental, cuyo análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Tarapoto. Las determinaciones realizadas y métodos empleados para las mismas se indican a continuación:

Determinaciones	Métodos	Resultados	ESCALA
Textura	: Hidrómetro		
pH	:Potenciómetro suspensión suelo–agua	relac1:2.5	
Conduct. Eléctrica	:Conductímetro suspensión suelo – agua	1:2:5	
Carbonatos	:Gas –volumetría		
Fosforo disponible	:Olsen modificado Extract NaHCO_3 0.5m , pH 8.5		
Potasio disponib	:Olsen modificado “ Esp. Vis absorción atómica		
Materia orgánica	:Walkley y Black		
Calcio y Magnesio	:Extract kcl 0.1 N Espect. Absorción atómica		
Acidez intercambiable	:Extract kcl 1N, volumetría		
Elementos Menores: Extracción con bicarbonato y determinación por absorción atómica			
Fierro		“	
Cobre		“	
Zinc		“	
Manganeso		“	
Boro		“	
Sulfato		“	

Los resultados analíticos encontrados se presentan en el Cuadro N° 02

Clase Textural	Arcilloso	----
pH	5.64	Moderadamente ácido
C.E (dS/m)	0.17	No salino
Materia Orgánica (%)	4.40	Alto
P disponible (ppm)	5.08	Bajo
K disponible (ppm)	113.00	Medio
Ca cambiable (me/100g)	23.90	Alto
Mg cambiable (me/100g)	4.18	Alto
K cambiable (me/100g)	0.29	Bajo
Al + H intercambiable (me/100g)	0.90	Bajo
Fierro (ppm)	96.40	Muy Alto
Cobre (ppm)	2.90	Alto
Zinc (ppm)	5.00	Moderadamente bajo
Manganeso (ppm)	9.00	Muy bajo
Boro (ppm)	1.21	Medio
Sulfato (ppm)	0.01	Muy bajo

Fuente: ICT - Tarapoto

4.1.3 Dimensiones del campo experimental

Área total del campo	:	1200 m ²
Número de bloques (b)	:	03
Número de tratamientos (t)	:	04
Número Total de unidades experimentales	:	12
Largo de las Parcelas	:	10 m.
Ancho de las Parcelas	:	10 m.
Área de Parcelas	:	100 m ²
Distanciamiento entre hileras	:	1.7 m
Distanciamiento entre plantas	:	1.7 m
Número de plantas evaluadas/tratamiento	:	8 plantas

A. Factores

a) Abonos orgánicos

Se estudió tres tipos de abonos orgánicos:

a.1 Compost enriquecido con Microorganismos de Montaña (MM)

a.2 Compost Clásico

a.3 Abono Orgánico Estándar.

La composición volumétrica de estos abonos fueron los siguientes:

a.1 Compost con MM

Pulpa de café	saco	6
Estiércol de cuy	saco	1
Rastrojo y hojarasca desmenuzada	saco	1
Tallos de plátanos	tallo	1
Tierra agrícola	saco	1
Ceniza	kg	0.200
Chancaca	atado	1
ME activado aeróbico	kg	1
Agua	litros	según humedad

El origen del matillo de bosque para la elaboración del inóculo, el cual nos sirvió para poder multiplicar los Microorganismos de Montaña (MM), se recolectó del terreno del Sr. Fidel Bustamante Alejandría, quién cuenta con 7 ha de bosque virgen, y está a una altitud de 1209 m.s.n.m. de suelo arcilloso y ácido. Está ubicado a 5 km aproximadamente del Distrito de Alonso Alvarado Roque.

a.2 Compost Clásico

Pulpa de café	sacos	6
Estiércol de cuy	sacos	1
Rastrojo y hojarasca desmenuzada	sacos	1
Tallos de plátanos	tallos	1
Tierra agrícola	sacos	1
Ceniza	Kg.	0.200
Agua		según humedad

a.3 Abono Orgánico Estándar (Datos por aplicación)

Roca fosfórica	g.	29.25
Guano de Isla	g.	68.0
Sulfato de Potasio	g.	26.47
Ulexita	g.	9.0
Magnocal	g.	17.30
Sulfato Cobre	g.	0.5
Sulfato de Zinc	g.	0.5
Sulfato de Manganeso.	g.	0.5
Mezcla		151.52 g.

b) **Cultivo.** Café (*Coffea arabica L*), variedad "Caturra"

B. Tratamientos

Los tratamientos estudiados se muestran en el Cuadro 03.

Cuadro 03: Tratamientos estudiados

CLAVE	TRATAMIENTOS
T0	Cultivo de Café+ sin aplicación (Testigo)
T1	Cultivo de Café+ Compost con MM
T2	Cultivo de Café+ Compost clásico
T3	Cultivo de Café+ Abono orgánico Stand.

4.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con 3 repeticiones y 4 tratamientos, haciendo un total de 12 unidades experimentales, donde se estudió el efecto de la aplicación de 03 abonos orgánicos en el cultivo de café variedad caturra, en comparación con un testigo, sin aplicación.

Cada una de las variables estudiadas se sometió a un Análisis de Variancia (ANVA) y la Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad. En el Cuadro 04 se presenta las características del ANVA.

Cuadro N° 04: Análisis de varianza del experimento

F.V	G.L
Bloques	r - 1
Tratamientos	t - 1
Error	(r - 1) (t - 1)
Total	r x t - 1

4.4 Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

$$\mu = \text{Media general}$$

$$B_j = \text{Efecto del } i\text{-ésimo bloque}$$

$$T_i = \text{Efecto en el } i\text{-ésimo tratamiento}$$

$$E_{ij} = \text{Efecto aleatorio del error}$$

4.5 Metodología de trabajo en campo

4.5.1 Reconocimiento del área experimental

Para el reconocimiento y definición del área experimental, se eligió plantaciones de cafeto de la variedad Caturra que no fueron abonados en ningún momento desde su siembra, es decir que cumplían las condiciones previstas para realizar el experimento.



Foto N°1: Plantaciones del experimento



Foto N°2: Plantaciones del experimento

4.5.2 Toma de muestra de suelo.

Para la toma de muestra de suelo de este experimento se utilizó la técnica del zig -zag, haciendo uso de una palana a una profundidad de 20 cm y en forma de "V" de todo el área experimental como muestra inicial y de cada unidad experimental como muestra final. Este muestreo se realizó antes y al final de la aplicación de los abonos los cuales fueron colocados en fundas de polietileno con su respectiva etiqueta de identificación, para luego ser llevado al laboratorio de suelo del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) para su respectivo análisis y de esta manera poder comparar los cambios que se produjeron por la aplicación de los productos empleados.



Foto N°3: Muestreo de suelo inicial

Foto N° 4: Muestreo de suelo final por tratamiento.

4.5.3 Aplicación de los abonos

Para la aplicación de los abonos, primero se tuvo que preparar los compost tanto con Microorganismos de Montaña (MM) como sin MM, de igual manera el abono orgánico estándar y el inóculo para obtener los MM. Esto se efectuó siguiendo la composición antes indicada y las recomendaciones reportadas por **Gallusser (2009)**. La aplicación se realizó de acuerdo a los tratamientos ya mencionados. Este se hizo bajo la copa de la planta, retirando las hojarascas que contenía y posteriormente tapándolos con las mismas. Se aplicó el primer abonamiento el día 02/10/2009 en floración, segundo abonamiento se aplicó el 04/12/2009 en llenado de granos y la tercera y última aplicación se realizó el día 03/02/2010 a final de llenado de granos. Para cada aplicación se empleó una cantidad de 1 kg/planta de compost, tanto con MM y sin MM, para el caso de los abonos minerales se aplicó 151.52 g/planta. Estas aplicaciones se hicieron siguiendo las recomendaciones de **Sánchez (2009)**.



Foto N°5: Aplicación de Abonos

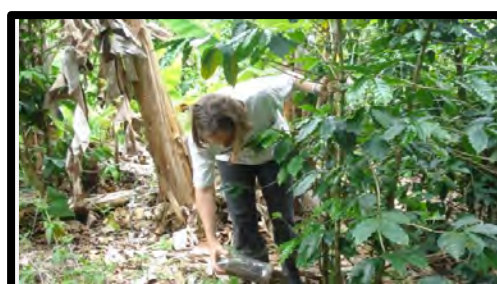


Foto N°6: Aplicación de Abonos

4.5.4 Parámetros evaluados.

Los parámetros evaluados fueron:

A) En el cultivo y producto cosechado

a.1 Cantidad de frutos cosechados por tratamiento.

Se seleccionó 8 plantas al azar dentro de cada tratamiento, se eligió 10 ramas productivas de la parte media de las mismas. De cada rama se contabilizó sólo 8 nudos siendo estos también de la parte media de la rama, de igual modo se contabilizó las ramas productivas de toda la planta que cumplan con tener los 8 nudos. A estos se contó el total de frutos por nudo de cada rama seleccionada/planta y se obtuvo un total de frutos por tratamiento al final de la cosecha.

a.2 Peso de café pergamino al 12% de humedad

Los frutos cosechados fueron contabilizados y pesados antes de ser despulpados, esta actividad se realizó con el total de frutos cosechados por cada planta. El fermentado se realizó con los frutos obtenidos por cada tratamiento (10 - 12 horas de fermentado). Posteriormente después del fermentado y lavado, se volvió a pesar el café pergamino fresco por tratamiento. Y finalmente, se pesó el café pergamino al 12% de humedad en gramos por tratamiento.

a.3 Rendimiento físico del café.

La evaluación del rendimiento físico del café, representa la proporción en peso entre el café pergamino con cáscara y el café pilado debidamente seleccionado como grano de primera calidad. Esto se realizó siguiendo el procedimiento que se indica a

continuación:

a. Se pesó 300 gramos de café pergamino al 12% de humedad.

b. Seguidamente se procedió al pilado.

- c. Se pesó el café pilado y tomo nota del peso, esta cantidad se restó de los 300 g anteriores y la diferencia es la cáscara.
- d. Se sacó el porcentaje de la cáscara.
- e. Luego se pasó el café pilado por la malla N° 15 que es la más pequeña, lo que se considera como café de segunda. Del café que no pasó la malla se seleccionó, quitando cafés deformes, brocados, chancados y cafés de otro color. A estos cafés se les conoce como café de descarte.
- f. Terminada la selección se pesó el café de segunda y los cafés de descarte, indicando el resultado en términos de porcentaje
- g. Finalmente, se pesó el café que quedó en perfectas condiciones evaluándolo en porcentaje y este representa el rendimiento físico del café.

a.4 Características organolépticas del producto

Para la determinación de las características organolépticas del café, se tuvo que enviar las muestras de cada tratamiento a la Ciudad de Lima, específicamente a la empresa de SUSTAINABLE HARVEST, que como parte del proyecto Cafés Especiales es la encargada de realizar la catación de las muestras enviadas.

Para poder realizar la determinación se siguió los siguientes pasos, según la **SCAA (2008)**:

- La muestra se envió en grano oro al 12% de humedad.
- La muestra se tostó a 200°C con una antelación máxima de 24 horas a la sesión de cata y posteriormente se le dejó reposar (el reposo debe ser como mínimo 8 horas).
- La relación óptima utilizada fue de 8.25 gramos por 150 ml de agua.
- La muestra fue molida inmediatamente antes de catar, máximo

15 minutos antes de la infusión con agua.

- La muestra fue pesado en grano tostado utilizando la cantidad que corresponde a la relación predeterminada.
- El agua utilizada, fue limpia e inodora y alcanzando los 92°C cuando se vierte sobre el café molido y, para esto se utilizó pírex de porcelana con la medida de 150 ml.

El proceso de catación se inicia percibiendo la fragancia cuando el café fue recién molido, al agregarse el agua se percibe el aroma y después de 5 minutos se empieza a determinar el sabor, sabor de boca, acidez y cuerpo. Para cada una de estas características se va dando un puntaje y que al final se suma el total, todo mediante los estándares de puntuación siguientes: <80 puntos debajo de la calidad especial, de 80-84.99 puntos son cafés muy buenos o cafés especiales, de 85-89.99 puntos son cafés excelentes de origen especial y 90-100 puntos son cafés excepcionales o

B) En el inóculo y Compost:

b.1 Diversidad y densidad de MM en el inóculo:

Una vez listo el inóculo para ser usado (a un mes de preparado), se realizó el análisis de diversidad y densidad de microorganismos presentes (bacterias, nematodos, hongos), el mismo que se efectuó en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), donde se determinó los diversos géneros de bacterias y hongos presentes.

b.2 Calidad nutritiva en macro y micronutrientes del compost.

Se realizó el análisis de la calidad nutritiva del compost con MM y el compost sin MM. Este se efectuó en el Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes del ICT-Tarapoto.

C) En el Suelo.

c.1 Efecto de los abonos orgánicos sobre el suelo

Para ver el efecto de la aplicación de los abonos en el suelo, se tomaron muestras antes y después de dicha aplicación. El primer muestreo se realizó al empezar el trabajo de investigación, tomando una muestra compuesta del área experimental a 20 cm de profundidad obtenida de todas las parcelas. El siguiente muestreo se realizó al final del experimento, de cada uno de los tratamientos donde se hizo aplicación de abonos orgánicos (T1, T2, T3) por separado. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de suelos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).

D) Análisis Económico

El análisis económico se realizó en base a los costos de producción obtenido por tratamiento y proyectado a una hectárea. Se calculó así mismo el valor bruto de la producción por cada tratamiento, es decir, el rendimiento en quintales (56 kg) de café pergamino seco obtenidos/tratamiento, porcentaje de rendimiento físico en base a los 300 g de muestra por tratamiento y el precio por quintal, para luego establecer la relación beneficio/costo de los mismos en base a esos tres componentes y de esa manera determinar cuál de los tratamientos es rentable para el caficultor.

4.5.5 Duración del experimento

El trabajo de investigación se comenzó el 8 de agosto del 2009 con la preparación de los compost, tanto con Microorganismos de Montaña (MM) y sin ello. Una vez listos los compost, se procedió con la aplicación de los mismos, teniendo como primera aplicación el día 02/10/2009, segunda

aplicación 04/12/2009 y tercera aplicación el día 03/02/2010. Posteriormente se comenzó con las cosechas, realizando un total de 8 cosechas cada 15 días, el cual se comenzó el 10/03/2010 y se finalizó el día 01/07/2010.

El tiempo total que duró el trabajo de investigación fue de 12 meses, culminando todo el trabajo en campo y en laboratorios el día 16/07/2010.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las evaluaciones efectuadas en el cultivo, se analizaron estadísticamente mediante el Análisis de Variancia (ANVA) y la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad, los cuales se presentan en cuadros y gráficos realizándose el análisis para cada parámetro evaluado.

5.1 Numero de frutos Cosechados por tratamiento.

Cuadro 05: Análisis de varianza para número de frutos cosechados/tratamiento

		S.C.	C.M.	F	S
Bloques	2	351743.15	175871.58	0.459	N.S.
Tratamiento	3	4662135.57	1554045.19	4.059	N.S.
Error	6	2297282.18	382880.36		
	11	7311160.9			

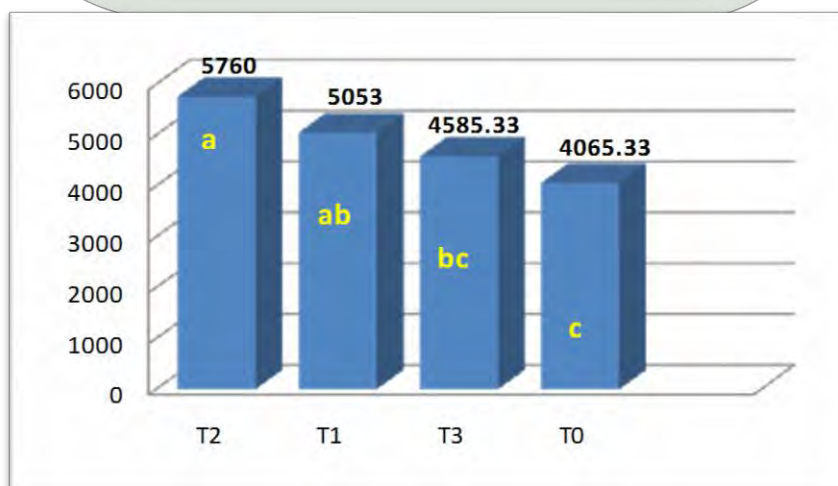
N. S.= No Significativo

$R^2 = 68.58\%$

C.V. = 12.72%

$\bar{X} = 4865.92$

Gráfico 02. Prueba de Duncan para número de frutos cosechados/tratamiento.



Los

resultados obtenidos por los tratamientos y sus interacciones en el análisis de varianza resultaron no significativos. Sin embargo, la Prueba de Duncan (Gráfico N° 02), muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el T2 (café + compost clásico), obtuvo el mayor número de frutos cosechados con un promedio de 5760 frutos por tratamiento (promedio obtenido en las 10 ramas evaluadas por planta). Le siguen, los tratamientos T1 y T3, que lograron obtener 5053 y 4585.3 frutos en promedio, respectivamente, siendo estadísticamente similares a T2. El tratamiento que obtuvo el menor número de frutos fue el testigo T0, con 4065.33 frutos en promedio, que estadísticamente difiere de T2

5.2 Peso de café pergamino

Cuadro 06: Análisis de varianza para peso de café pergamino al 12 % de humedad

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Significancia
Tratamiento	2	24033.885	12016.9425	0.64	N.S.
Error	3	396432.186	132144.062	7.08	**
Total	6	112052.648	18675.441		
Total	11	532518.720			

N. S.= No Significativo

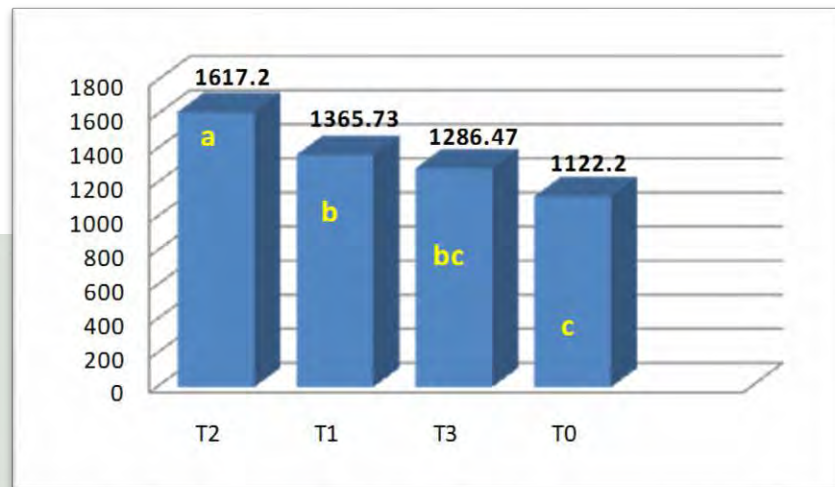
** = Altamente Significativo

$R^2 = 78,958\%$

C.V. = 10.157%

$\bar{X} = 1345.40$

Gráfico 03. Duncan para Peso de café pergamino al 12 % de humedad.



Los resultados obtenidos en este parámetro, tal como se aprecia en el cuadro N° 06 y gráfico N° 03, nos indican que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo cual es corroborado en la prueba de Duncan con la existencia de diferencias estadísticas entre tratamientos. Allí se puede observar que el tratamiento T2 (café + compost clásico) tuvo el más alto valor en peso de café pergamino con 1617.2 gramos en promedio por tratamiento, le sigue T1 (café + compost con MM), que logró un peso de 1365,7 gramos, siendo similar estadísticamente al anterior. Luego vienen T3 (M. O Estándar) y el testigo T0 que tuvieron pesos de 1286.5 y 1112.2 gramos, respectivamente, este último fue el más bajo pues no tuvo ningún abonamiento.

5.3 Rendimiento físico del café.

Cuadro 07: Análisis de varianza para rendimiento físico de café

Bloques	2	0.486666	0.243333	0.01	N.S.
Tratamiento	3	97.28250	32.42750	1.41	N.S
Error	6	137.5600	22.926667		
	11	235.32916			

N. S.= No Significativo

$R^2 = 41,545\%$

C.V. = 8.11%

$\bar{X} = 59.042$

Gráfico 04. Prueba de Duncan para rendimiento físico del café



Los resultados de Análisis de varianza y Prueba de Duncan (cuadro N°07 y Gráfico N° 04) se puede apreciar que no existe diferencias significativas para los bloques ni para los tratamientos, mientras que en la prueba de Duncan sí hubo diferencias estadísticas principalmente entre el tratamiento T1 (Café + compost con MM) y el tratamiento testigo T0 (sin aplicación), mas no con los otros tratamientos que tuvieron aplicación de abono orgánico.

5.4 Prueba de catación.

Cuadro 08: Análisis de varianza para puntaje de catación

Bloques	2	0.07291667	0.03645833	1.24	N.S.
Tratamiento	3	0.18229167	0.06076389	2.06	N.S
Error	6	0.17708333	0.02951389		
	11	0.43229167			

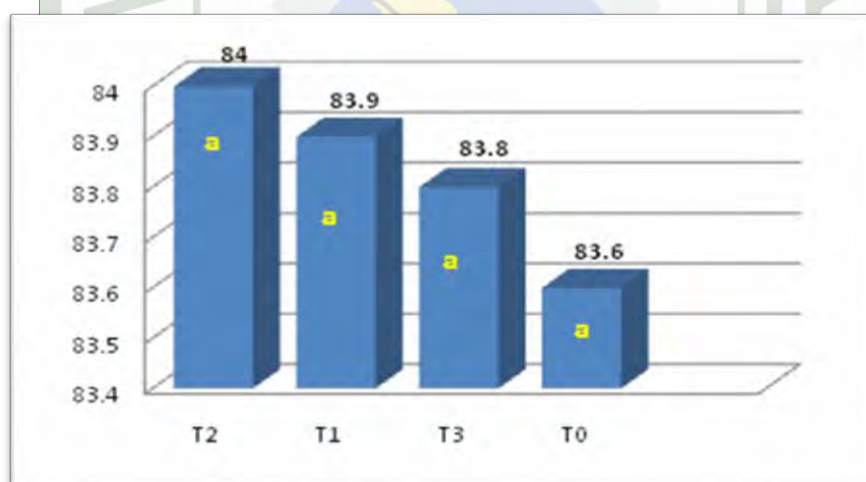
N. S.= No Significativo

$R^2 = 60.01\%$

C.V. = **20.48 5%**

$\bar{X} = 83.85$

Gráfico 05: Prueba de Duncan para Puntos de catación



Para este parámetro el resultado obtenido en el cuadro N° 08, muestra el análisis de varianza, donde se aprecia que no existe diferencia significativa ni entre bloques ni entre tratamientos. Por su parte en el Gráfico N° 05 de la prueba de Duncan, también muestra que todos los tratamientos fueron estadísticamente similares y obtuvieron resultados parecidos. Los valores de catación en orden de mérito de mayor a menor fueron: 84 puntos (T2), 83.9 puntos (T1), 83.8 puntos (T3) y 83.6 puntos (T0), respectivamente.

5.5 Análisis microbiológico del inóculo.

Cuadro 09. Presencia de bacterias Aeróbicas y Anaeróbicas en inóculos aeróbico y anaeróbico.

Tipo de Inóculo	Tipo de bacteria	Ufc. g s ⁻¹
Inoculo aeróbico	Aeróbica	2,4 x 10 ⁷
	Anaeróbica	1,9 x 10 ⁸
Inoculo anaeróbico	Aeróbica	1 x 10 ⁶
	Anaeróbica	6 x 10 ⁶

Fuente: Lab. de fitopatología ICT

Cuadro 10. Presencia de Nemátodos en inóculos aeróbico y anaeróbico.

Tipo de Inóculo	Géneros	Indv. 100 cc s ⁻¹
Inoculo aeróbico	Ninguno	0
Inoculo anaeróbico	Ninguno	0

Fuente: Lab. de fitopatología ICT

Cuadro 11. Presencia de hongos en inóculos aeróbico y anaeróbico.

Tipo de Inóculo	Géneros	Ufc. g s ⁻¹
Inoculo aeróbico	<i>Rhizopus</i> sp.	6,8 x 10 ⁴
	<i>Absidia</i> sp.	1,2 x 10 ⁵
	<i>Aspergillus</i> sp.	2,7 x 10 ⁵
	<i>Paecilomyces</i> sp,	4,8 x 10 ⁴
Inoculo anaeróbico	<i>Aspergillus</i> sp.	4,8 x 10 ⁴
	<i>Penicillium</i> sp.	4,8 x 10 ⁴
	<i>Absidia</i> sp.	1,5 x 10 ⁴

Fuente: Lab. de fitopatología ICT

El resultado obtenido en el cuadro N° 09, muestra que hubo predominio de bacterias aeróbicas en el inoculo aeróbico y bacterias anaeróbicas en el inoculo anaeróbico, con valores de 2.4 x 10⁷ Ufc. g s⁻¹ bacterias aeróbicas y 6 x 10⁶ Ufc. g s⁻¹ bacterias anaeróbicas.

Por su parte el Cuadro N° 10, da cuenta que no se encontró nematodos en ninguno de los inóculos analizados.

A su vez el cuadro N° 11, muestra el análisis de hongos a nivel de género para cada tipo de inoculo, donde se aprecia que hubo una diversidad de

de los géneros *Rhizopus* sp. y *Paecilomyces* sp. en el inóculo aeróbico y predominio de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. en el inóculo anaeróbico. Por otro lado, hongos de los géneros *Absidia* sp y *Aspergillus* sp se encontraron en ambos inóculos.

5.6 Análisis de compost.

Para el caso de evaluación del inóculo (MM), composición del compost con y sin MM, y efecto de los abonos sobre el suelo, solo se presenta los resultados de análisis de laboratorio realizados.

Cuadro 12. Análisis de compost con microorganismos de montaña y compost sin microorganismos de montaña.

Parámetros	Compost con MM	Compost sin MM
pH	9,17	9,19
C.E. (dS/m)	7,10	7,32
N %	1,36	1,37
P %	0,26	0,22
S-SO ₄ ²⁻ %	0,01	0,01
Potasio %	4,12	3,49
Calcio %	1,08	0,95
Magnesio %	0,43	0,42
Sodio %	0,10	0,07
Zinc ppm	86,97	85,18
Cobre ppm	28,99	29,71
Manganeso ppm	407,81	307,05
Hierro %	1,65	1,59
Boro ppm	304,2	234,5
M.O. %	30,07	30,44
Humedad %	49,31	60,73

Fuente: Lab. Suelos, plantas, agua y fertilizantes ICT

El resultado que se muestra en el cuadro N° 12, se aprecia que el compost con la aplicación de MM tuvo ligeros incrementos en contenidos de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y fierro. A su vez sustanciales aumentos de manganeso y boro. Los aumentos logrados fueron: en Fósforo de 0.22 % a

Magnesio de 0.42% a 0.43%, en Zinc de 85.18 % a 86.97 % y en Fierro de 1.59 % a 1.65 %. Para el caso de Manganeso fue de 307.05 ppm a 407.81 ppm y del Boro de 234.5 ppm a 304.2 ppm.

5.7 Efecto de los abonos orgánicos sobre el suelo

Cuadro N° 13: Resultados del análisis Físico-Químico del suelo por tratamientos al inicio y al final del experimento en determinaciones mayores

Determinaciones	Tratamientos			
	T0 Inicial	T1 Final	T2 Final	T3 Final
Clase Textural	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
pH	5.64	6.43	6.58	6.14
C.E (dS/m)	0.17	0.16	0.13	0.14
Materia Orgánica (%)	4.40	6.24	4.71	7.08
P disponible (ppm)	5.08	5.79	4.73	12.20
K disponible (ppm)	113	150.0	124.0	115.0
Ca cambiante (me/100g)	23.90	48.20	43.90	47.40
Mg cambiante (me/100g)	4.18	4.06	4.85	4.60
K cambiante (me/100g)	0.29	0.38	0.32	0.29
Al + H intercambiable (me/100g)	0.90	--	--	--

Fuente: Lab. Suelos, plantas, agua y fertilizantes ICT, Tarapoto

Cuadro N° 14: Resultados del análisis químico por tratamientos al inicio y final del experimento en cuanto a elementos menores

Determinaciones	Tratamientos			
	T0 Inicial	T1 Final	T2 Final	T3 Final
Fierro (ppm)	96.40	50.90	45.40	61.20
Cobre (ppm)	2.90	7.70	1.50	1.60
Zinc (ppm)	5.00	4.20	2.70	5.60
Manganeso (ppm)	9.00	4.10	3.80	4.90
Boro (ppm)	1.21	0.00	0.00	0.92
Sulfato (ppm)	0.01	9.88	8.23	13.17

Fuente: Lab. Suelos, plantas, agua y fertilizantes ICT, Tarapoto

Los resultados que muestran en los cuadros N° 13 y 14 de los análisis de suelos efectuados al inicio y final del experimento, se observa que hubo un

aumento de pH en el suelo de 5.64 (Testigo) a 6.43 (T1), 6.58 (T2) y 6.14 (T3)

Así mismo, los contenidos de materia orgánica aumentaron siendo mayores en los tratamientos T1 y T3 que subieron de 4.4 % (T0) a 6.24% (T1), 4.71% (T2) y 7.08% (T3). El P disponible subió de 5.08 ppm en T0 a 12.2 ppm en T3, este último por contener Roca Fosfórica. En cuanto a cationes cambiabiles solo calcio se incrementó significativamente 23.9 me/100g en T0 a 48.2 (T1), 43.9 (T2) y 47.4 (T3) en me/100g. El aluminio por su parte, con la aplicación de los abonos desapareció.

Respecto a elementos menores, el cuadro 14 muestra que la aplicación de los abonos provoco una disminucion del contenido de fierro y de manganeso. Por su parte, el cobre aumento significativamente en el tratamiento T1 y en los demás disminuyo, mientras que el boro en general tuvo una disminucion. Finalmente el azufre mostro un aumento significativo con la aplicación de los abonos orgánicos.

5.8 Análisis Económico

Para el análisis económico, se realizó basándonos en los tres resultados primordiales obtenidos por tratamiento los cuales fueron quintales obtenidos por hectarea de café pergamino seco, porcentaje del rendimiento físico por tratamiento en base a los 300 g de muestra según **SCAA (2008)** y precio/quintal del producto de acuerdo al rendimiento obtenido, que pasados a hectáreas y de acuerdo al costo de producción obtenido por tratamiento/ha.se determinó el análisis económico el cual se detalla en resumen en el presente cuadro:

Cuadro 15: Resumen de análisis económico

Trat	Rndto Físico%	Rdto/ha (qq)	Precio/qq S/	Valor bruto de Producción S/	Costo de producción S/	Saldo/ha S/	Relación B/C
T0	54.73	35.09	260.00	9123.40	4259.43	4863.97	2.11
T1	62.68	49.27	320.00	15766.40	7165.57	8600.83	2.20
T2	59.1	55.84	290.00	16193.60	8570.66	7622.94	1.88
T3	59.55	45.91	292.00	13405.72	7165.71	6240.01	1.87



V. DISCUSIONES

6.1 Numero de frutos Cosechados por tratamiento.

Los mayores resultados con la aplicación de compost y materia orgánica como es el caso del T2 (café + compost clásico), se puede atribuir a la mejora en la fertilidad del suelo dado que estos incorporaron nutrientes disponibles para las plantas, tal como se puede verificar en los cuadros de Análisis de suelo realizados (Cuadro 13 y Cuadro 14). En estos se aprecia que después de la aplicación de los compuestos orgánicos hubo un aumento del pH del suelo, mayores contenidos de materia orgánica y con ello mayor contenido de nitrógeno mineral disponible y a la vez de fósforo y de azufre. **Según Chuquiruna (1989)** determinó que el compost tiene un beneficio directo en las propiedades físicas del suelo, el cual se pone de manifiesto en los primeros 60 días, incrementando la estabilidad de los agregados del suelo en un 22.3% y la porosidad en un 12 %. De igual manera la capacidad de intercambio catiónico se incrementa hasta en un 52% y por ende el incrementa los rendimientos del cultivo.

Esto da muestra que la aplicación del compost y abono orgánico, en todos los casos tuvieron un efecto positivo en cuanto a aumentar la producción de frutos del café, ya que numéricamente superaron al testigo. Por su parte, **Ramírez, Bertsch y Mora (2002)**, en Colombia menciona que la cantidad de frutos disminuyen al aumentar su tamaño y se ha documentado un cuaje de 30-40%, esto en evaluaciones de frutos variedad caturra. Mientras que en Costa Rica se reporta un promedio de 101 frutos de café caturra por bandola con un promedio de peso de 1103.4 y 1323.9 mg por fruto a la cosecha en condiciones de precipitaciones constantes, esto al

evaluar la caracterización y absorción de nutrientes por los frutos en plantas podadas sin abonamiento.

6.2 Peso de café pergamino

El resultado en el análisis de varianza para este parámetro obtenido en el tratamiento T2, obtuvieron una media de 1345.40 g, con un coeficiente de variabilidad de 10.157% y un coeficiente de determinación de 78.958% resultados que están dentro del rango de dispersión aceptable según **Calzada (1982)** lo que se demuestra la eficiencia en la conducción del trabajo.

Relacionando los mejores tratamientos con el testigo, se puede ver que el T2 (café + compost clásico) obtuvo un incremento de peso de 31,23% más que el testigo (T0) y el tratamiento T1 (Café + compost con MM) obtuvo un incremento de peso de 18,56% más que el testigo T0. Es evidente que estos incrementos se debieron al aporte de nutrientes y mejora de las condiciones del suelo por los abonos orgánicos aplicados. En Colombia, **Uribe y Salazar (1983)** indican que aplicaciones superficiales (sin incorporar) entre 6 y 12 Kilos de pulpa descompuesta, producen rendimientos similares en cafetos que recibieron fertilizante químico. Los mismos autores mencionan que el poder residual de las aplicaciones de pulpa es a corto plazo, lo que hace necesario que se aplique todos los años. La aplicación de microorganismos de montaña (MM) en T1, parece no haber influido en la respuesta del cultivo para el parámetro evaluado.

El incremento de materia orgánica en el suelo, sí fue clave para la respuesta positiva del cultivo por los beneficios físico químicos y biológicos que este proporciona, lo cual es manifestado por **Teruo y James (1996)**,

suelo es un factor importante para incrementar el rendimiento de los cultivos en sus diversas características, por sus componentes físicos, químicos y biológicos beneficiosos que posee.

6.3 Rendimiento físico del café.

La comparación de rendimiento físico de los tratamientos que recibieron abono orgánico versus el testigo permite ver que T1(café + compost con MM) obtuvo un rendimiento de 7.95 % más que el testigo (T0), a su vez T3 (café + abono orgánico standar) rindió 4.82 % más y T2 (café + compost clásico) 4,37% más que el testigo T0. Al aplicar los MM Incrementan la eficacia de la materia orgánica como fertilizante, como consecuencia de estos efectos beneficiosos del MM, se incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos. **Teruo y James, 1996)**

Nuevamente estos resultados demuestran que los abonos orgánicos aplicados influenciaron benéficamente, en este caso sobre el rendimiento físico del café, que relaciona el café pergamino y el café pilado como grano de primera calidad. La aplicación de MM en T1 pudo haber tenido influencia sobre la mayor disponibilidad de algunos nutrientes en el compost, pues al mirar el análisis de este abono (Cuadro N° 12) se puede apreciar que hubo ligeros incrementos en contenidos de fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc, y a la vez significativos aumentos de manganeso y boro, los cuales tienen relación con el desarrollo y calidad de los frutos. La aseveración anterior se basa en la experiencia del **INIAP (2003)** en Ecuador, que haciendo uso de caldo microbiológico y Biol. aplicados a nivel foliar en épocas de lluvia tuvo un efecto positivo sobre la producción de café arábigo elevando el rendimiento físico en un 22% en relación al

6.4 Prueba de catación.

El puntaje obtenido en taza mediante la prueba de catación de todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), se puede apreciar en el gráfico N° 05 que el T2 (café + compost clásico) obtuvo el más alto puntaje con 84 puntos, seguido del T1, T3 y T0 con 83.9, 83.8 y 83.6 puntos respectivamente. En todos los casos estos valores son relativamente altos y están dentro los cafés de alta calidad, pues según **SCAA (2008)**, nos menciona que los puntajes en taza para cafés especiales son a partir de los estándares siguientes: <80 puntos debajo de la calidad especial, de 80-84.99 puntos son cafés muy buenos o cafés especiales, de 85-89.99 puntos son cafés excelentes de origen especial y 90-100 puntos son cafés excepcionales o especialidad rara.

En este caso también se observa la tendencia de que los cafés cosechados con aplicación de abonos orgánicos tuvieron un puntaje relativamente mayores en la catación del producto comparado con el testigo, lo cual sugiere que hubo alguna influencia de los abonos sobre los granos en cuanto a mejora de calidad del café. Esto es corroborado por **SOTELO R. y TÉLLEZ P. (2007)**, quienes mencionan que un residuo orgánico es transformado en una extraordinaria enmienda fertilizadora. Actúan sobre los nutrientes macromoleculares, llevándolos a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores y mejor resistencia a los agentes patógenos.

6.5 Análisis microbiológico de inóculos.

En el análisis realizado al inóculo preparado para la elaboración del compost con este contenido, fue con el propósito de ver qué tipo y qué cantidad de microorganismos contenía dicha muestra (inóculo aeróbico), y en el cuadro N° 09 se logra apreciar mayor presencia de bacterias aeróbicas con $2,4 \times 10^7$ Ufc, en el cuadro N° 10 no hay presencia de nematodos en ninguno de los inóculos. Sin embargo, en el cuadro N° 11, los hongos que más predominan son del género *Rhizopus sp.* con $6,8 \times 10^4$ Ufc y el *Paecilomyces sp.* con $4,8 \times 10^4$ Ufc. Según **Gomero y Velásquez (2005)**, los agricultores están aceptando cada vez más las ventajas comparativas de los microorganismos (*Rhizopus*, *Azotobacter*, *Absidia*, *Micorrizas*, entre otros) para mejorar la fertilidad biológica del suelo. Una prueba de ello, es que los inóculos comerciales que se vienen ofreciendo tienen una demanda creciente.

Según **Galluser (2009)**, en el bosque primario junto con la materia orgánica, el suelo está lleno de diminutos seres que permiten que la materia se vaya descomponiendo rápidamente, considerándose entre ellos: hongos, bacterias y levaduras. Con la práctica de la quema de las chacras, esos microorganismos se van perdiendo, pero si los ingresamos a nuestros compost y bioles, estos se van a transformar en abono mucho más rápidamente y sin causar malos olores.

Las bacterias y hongos encontrados en nuestro caso dan testimonio de la aseveración anterior y produjeron un abono orgánico de mayor calidad y mejor aporte de nutrientes disponibles para las plantas.

6.6 Análisis de compost.

El resultado mostrado en el cuadro N° 12, se puede apreciar que el

de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y fierro. A su vez sustanciales aumentos de manganeso y boro. Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04 % de N, 0,8 % P y 1,5 % K (**RAAA, 2002**). Estos aumentos obtenidos en el compost con MM, es precisamente por la aplicación del inóculo activado, que por contener una cultura mixta de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas y productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores) pueden incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que a su vez aumenta el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos (**Teruo y James, 1996**).

Al respecto, **Uribe y otros (2001)**, en experiencia donde evaluaron microorganismos eficaces (EM) en la producción de abono orgánico en mezclas con estiércol de aves y aserrín, encontraron resultados similares para la mezcla donde adicionaron EM, obteniendo un descenso rápido del pH y mayores valores de nitrógeno y potasio como efecto de la participación de los microorganismos eficaces.

Lo anterior da cuenta, que la incorporación de microorganismos de montaña en el compost preparado para el experimento, fue positiva y que probablemente la mineralización de la materia orgánica se vio favorecida por la presencia de un mayor número de microorganismos especialmente bacterias y hongos que se encontró en los inóculos (Cuadros 09 y 11), los cuales pudieron liberar los diferentes elementos químicos insertos en los productos orgánicos usados para el compostaje.

6.7 Efecto de los abonos orgánicos sobre el suelo

Como efecto de la aplicación de los abonos orgánicos en los tratamientos T1, T2 y T3 (cuadro N° 13) en comparación con el testigo, se tuvo incrementos en pH, M.O., P disponible por efecto de la roca fosfórica y Ca cambiante, mientras que el aluminio desapareció. Respecto a elementos menores, el cuadro N° 14 muestra que la aplicación de los abonos provocó una disminución del hierro y de manganeso. El cobre aumentó significativamente en el tratamiento T1 y en los demás disminuyó, mientras que el boro en general tuvo una disminución. Finalmente el azufre mostró un aumento significativo con la aplicación de los abonos orgánicos. El compost, al ser aplicado al suelo mejoró la disponibilidad de los nutrientes, ya que actúa aportando nutrientes directamente asimilables por la planta y que además mejora las condiciones del suelo, al aportar humus y materia orgánica que será mineralizada. **(Emison 2007)**

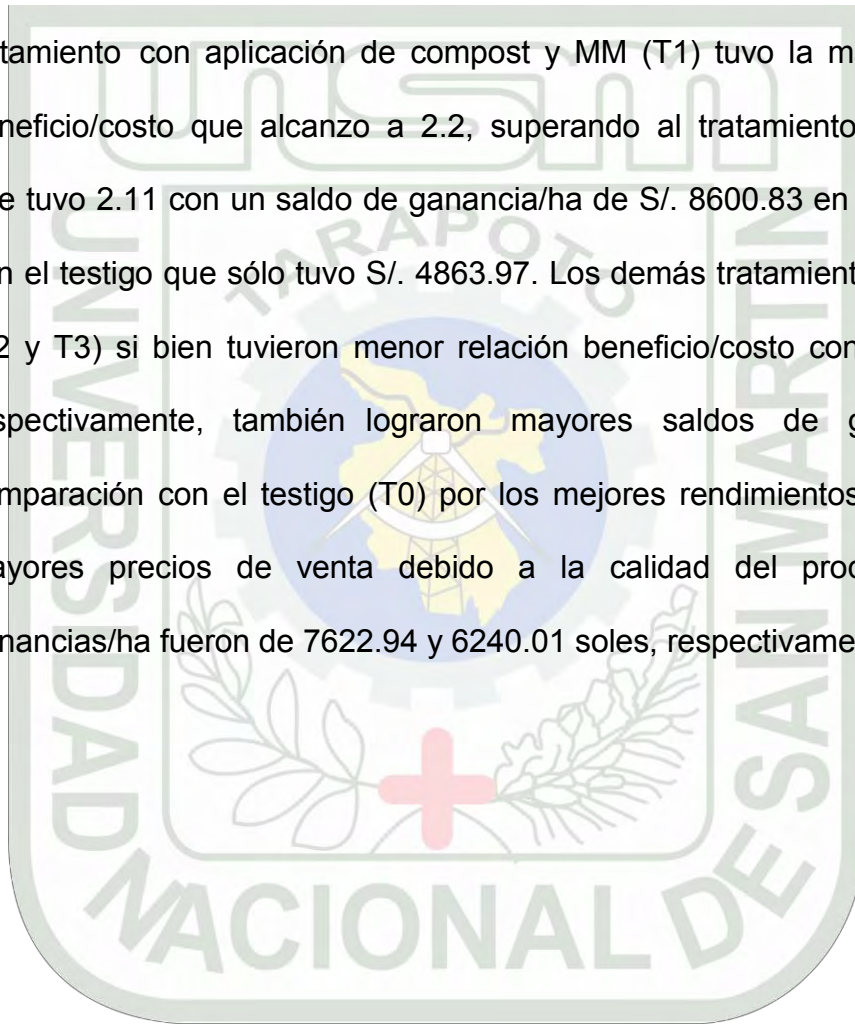
Los resultados anteriores evidencian en general el efecto benéfico de los abonos orgánicos aplicados, mejorando las características químicas del suelo que favorece tanto a las plantas como a los microorganismos allí existentes. Esto es corroborado por **Machado (1952)** en Colombia, quien manifiesta que utilizando varios tratamientos con abono orgánico; obtuvo rendimientos tres veces más que el testigo, empleando pulpa de café descompuesta. Así mismo, este resultado coincide con **Franco (1958)** quien realizó 9 ensayos regionales en Colombia y comprobó que el compost de pulpa aumentó las cosechas de café en una proporción cercana al 22%, en relación al testigo.

6.8 Análisis Económico

El Cuadro N° 15 presenta el resumen del Análisis económico realizado con

obtenidos en quintales de café pergamino seco/ha, porcentaje de rendimiento físico y el costo por quintal, el cual nos determinará el beneficio/costo por tratamiento.

Al observar el cuadro indicado se puede apreciar que en todos los casos la relación beneficio/costo es positiva, variando entre 1.87 a 2.2. El tratamiento con aplicación de compost y MM (T1) tuvo la mayor relación beneficio/costo que alcanzo a 2.2, superando al tratamiento testigo (T0) que tuvo 2.11 con un saldo de ganancia/ha de S/. 8600.83 en comparación con el testigo que sólo tuvo S/. 4863.97. Los demás tratamientos abonados (T2 y T3) si bien tuvieron menor relación beneficio/costo con 1.88 y 1.87 respectivamente, también lograron mayores saldos de ganancia en comparación con el testigo (T0) por los mejores rendimientos obtenidos y mayores precios de venta debido a la calidad del producto, cuyas ganancias/ha fueron de 7622.94 y 6240.01 soles, respectivamente



VI. CONCLUSIONES

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

- 7.1** La aplicación del compost y abono orgánico con y sin microorganismos de montaña (MM) en el cultivo de café, tuvo un efecto positivo al aumentar el número de frutos producidos por tratamiento que numéricamente superaron al testigo sin aplicación de abono. El mejor tratamiento fué T2 (café + compost clásico), cuyo número de frutos /tratamiento fue 5760 frutos; le siguen T1 (café + compost con MM) y T3 (café + abono orgánico st), que lograron 5053 y 4585.3 frutos en promedio, mientras que el testigo T0 (café sin aplicación), solo logro un promedio de 4065.33 frutos/tratamiento.
- 7.2** Los abonos orgánicos con y sin microorganismos de montaña (T2 y T1) incrementaron la producción de café pergamino entre 31,23 y 18,56 % en relación al testigo sin ninguna aplicación. El tratamiento T2 (café + compost clásico) logro el más alto valor en peso de café pergamino con 1617.2 gramos, le sigue T1 (café + compost con MM), con 1365,7 gramos de peso, el testigo (T0) produjo 1112.2 gramos. La aplicación de microorganismos de montaña (MM) en T1, parece no haber influido en la respuesta del cultivo para este parámetro.
- 7.3** Los abonos orgánicos influenciaron benéficamente sobre el rendimiento físico del café, que relaciona el café pergamino y café pilado como grano de primera calidad. La comparación de rendimiento físico de tratamientos que recibieron abono orgánico versus el testigo permite ver que T1 (café + compost con MM) obtuvo un rendimiento de 7.95 % más que el testigo

(T0), T3 (café + abono orgánico standar) 4.82 % mas y T2 (café + compost clásico) 4,37% más que el testigo.

7.4 Los cafés producidos con aplicación de abonos orgánicos tuvieron mayores puntajes de catación comparado con el testigo, lo cual sugiere que hubo influencia de los abonos sobre los granos en cuanto a mejora de su calidad. Los valores de catación en orden de mérito fueron: 84 puntos (T2), 83.9 puntos (T1), 83.8 puntos (T3) y 83.6 puntos (T0),. En todos estos son valores relativamente altos y están considerados entre los cafés de alta calidad.

7.5 El análisis microbiológico de inóculos, muestra que hubo predominio de bacterias aeróbicas en el inóculo aeróbico y bacterias anaeróbicas en el inóculo anaeróbico. Por otro lado, se encontró una diversidad de hongos presentes en ambos inóculos, predominando los generos *Rhizopus* sp. y *Paecilomyces* sp. en el inóculo aeróbico y *Aspergillus* sp. y *Penicullum* sp. en el inóculo anaeróbico. No se encontró nematodos en ninguno de los inóculos analizados. .

7.6 El compost con la aplicación de MM tuvo ligeros incrementos en contenidos de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y fierro. A su vez sustanciales aumentos de manganeso y boro, en comparación con el que no se aplicó MM. Los aumentos fueron: para Fósforo de 0.22 % a 0.26%, Potasio de 3.49% a 4.12%, Calcio de 0.95 % a 1.08 % , Magnesio de 0.42% a 0.43%, Zinc de 85.18 % a 86.97 % y Fierro de 1.59 % a 1.65 %. En Manganeso fue de 307.05 ppm a 407.81 ppm y Boro de 234.5 ppm a 304.2 ppm. Esto pone de manifiesto que los microorganismos de montaña incorporados mejoraron la calidad nutritiva del compost.

7.7 El efecto de los abonos orgánicos sobre el suelo fueron que: hubo

6.14 (T3); Materia Orgánica de 4.4 % (T0) a 6.24% (T1), 4.71% (T2) y 7.08% (T3; P disponible de 5.08 ppm (T0) a 12.2 ppm en T3, (este último por contener Roca Fosfórica) y Calcio cambiable de 23.9 me/100g (T0) a 48.2 (T1), 43.9 (T2) y 47.4 (T3) me/100g. El Aluminio por su parte, desapareció del complejo de cambio.

En elementos menores, el fierro y manganeso disminuyeron significativamente, variando de 96.4 ppm (T0) a 50.9 (T1), 45.4 (T2) y 61.2 ppm (T3) para fierro, y de 9.0 ppm (T0) a 4.1 ppm (T1), 3.8 ppm (T2) y 4.9 ppm (T3) para manganeso. Por su parte, el cobre aumento en el tratamiento T1 mientras que el boro en general disminuyo. Finalmente el azufre mostro un aumento significativo con la aplicación de los abonos.

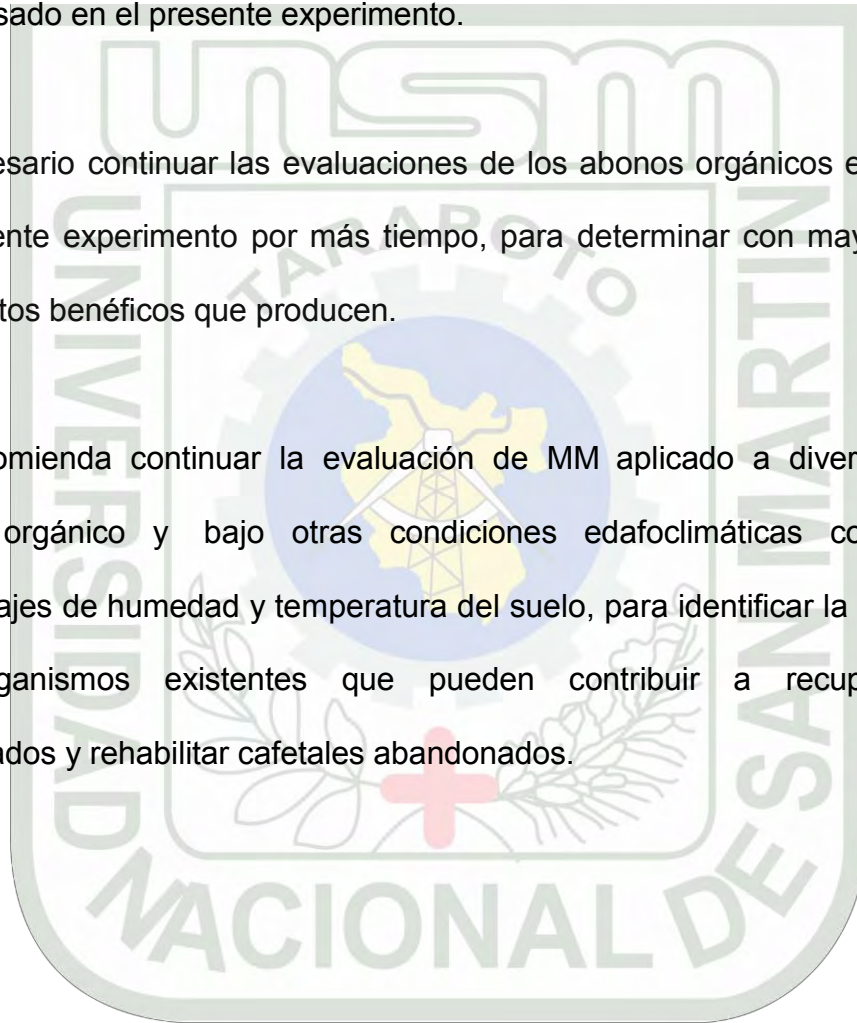
- 7.8** El tratamiento con aplicación de compost y Microorganismos de Montaña (T1) tuvo una relación B/C de 2.2, superando a los demás tratamientos que sólo lograron en el caso del testigo (T0) 2.11; T2 1.88 y T3 1.87, y con un saldo de ganancia/ha que también supera al resto (T0, T2 y T3). En los demás tratamientos con aplicación de abonos (T2 y T3), si bien no lograron mayor relación B/C, si alcanzaron mayores saldos de ganancia en comparación con el testigo (T0), por sus mejores rendimientos obtenidos y mayores precios de venta por la calidad del producto

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 Para mejorar la producción y calidad de café orgánico en el distrito de Alonso de Alvarado Roque, se recomienda la aplicación de abonos orgánicos a base de compost, de preferencia enriquecido con microorganismos de montaña, tal como se ha usado en el presente experimento.

8.2 Es necesario continuar las evaluaciones de los abonos orgánicos empleados en el presente experimento por más tiempo, para determinar con mayor seguridad los efectos benéficos que producen.

8.3 Se recomienda continuar la evaluación de MM aplicado a diversos tipos de abono orgánico y bajo otras condiciones edafoclimáticas con diferentes porcentajes de humedad y temperatura del suelo, para identificar la diversidad de microorganismos existentes que pueden contribuir a recuperar suelos degradados y rehabilitar cafetales abandonados.



IX. BIBLIOGRAFIA

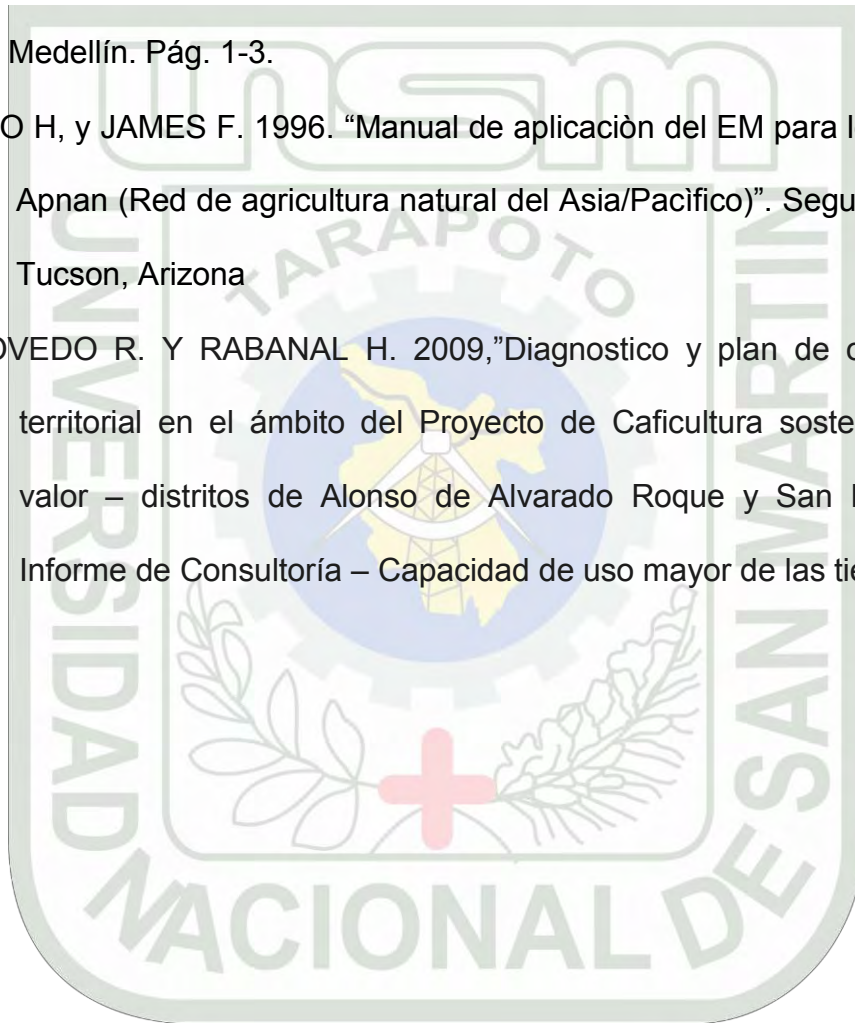
- 9.1 AUBERT, C. 1998. El huerto biológico. Ed. Integral Barcelona. Pág. 252.
- 9.2 BLANCO, M. y HAGGAR J., 2003. MORFOLOGÍA DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.), EN LOTES COMERCIALES. NICARAGUA. AGRONOMÍA MESOAMERICANA 14(1): 97-103. 2003.
- 9.3 BENITO S. J. A. 1996. "Bases técnicas para el cultivo de café". Ministerio de Agricultura INIA. Tarapoto – Perú. 44p.
- 9.4 CASTAÑEDA, P. E. 1997. "Manual técnico cafetalero". MSP – ADEX – USAID. Lima – Perú. Pág. 162.
- 9.5 CARTAGENA V., J. R. 1999. "El agua en las plantas" 2 pp.
- 9.6 Calzada, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 p.
- 9.7 CERVANTES F, A. 1997. Abonos orgánicos (en línea). Perú. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
- 9.8 COSTE, R. 1978, "El café". Editorial Blume Barcelona – España. Pág. 63.
- 9.9 Chuquiruna, S. 1989. Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa (*S. tuberosum* L. cv Revolución). Lima – Perú. 130 pp.
- 9.10 DAMARYS G, L. 2008. Animales y producción (en línea). Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en http://www.mundo-pecuario.com/tema60/monogastricos/gallinaza_piso-299.html
- 9.11 DOMÍNGUEZ, V. A. 1989. "Tratado de fertilización". 2º edición revisada y ampliada – Madrid.

- 9.13 FRANCO BARBIER, ALBERTO. 1958. Los abonos orgánicos y el cafeto. En <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafes98/Cafe10.htm>
- 9.14 FERNÁNDEZ, C. E. 1963. "Prácticas usadas en el cultivo de Café Turrialba". Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- 9.15 FIGUEROA, E. R. 1990. "La Caficultura en el Perú". CONCYTEC. Lima – Perú. Pág. 234.
- 9.16 FIGUEROA, Z. R. 1998. "Guía para la caficultura ecológica"
- 9.17 FISCHERSWORRING H., B. Y ROBKA R., R. 2001. "Guía para la agricultura ecológica" Pág. 14 y 15. Editorial López – Alemania.
- 9.18 GALLUSSER, S. 2009. "Manual para producción de abonos orgánicos a base de Microorganismos de Montaña (MM)". Cooperante Volens.
- 9.19 GÓMEZ, TOVAR, LAURA. 1995. Situación y problemática de la agricultura orgánica en México. Memoria del Primer Seminario sobre agricultura ecológica en el estado de México, Chapingo, estado de México, pág. 16.
- 9.20 GOMERO y VELÁSQUEZ. 2005. El manejo alternativo de la fertilidad del suelo para el manejo integral del cultivo de papa. Pag. 19
- 9.21 INIAP. 2003. "Efectos de las abonaduras orgánicas líquidas fermentadas sobre la productividad del café arábigo". Estación Experimental Santa Catalina. Managua. Pág. 2.
- 9.22 MACHADO, A. 1952. Experimento sobre fertilizantes químicos y orgánicos en los cafetales. Colombia, Chinchiná. Boletín Informativo 3 (32): 37-39.
- 9.23 MARTÍN, ALEXANDER, 1980. "Introducción a la microbiología del suelo". Academia press. New York. Cap. 25 y 26.
- 9.24 MORIYA, K. 2007. Suplemento rural: la gallinaza (en línea). Paraguay. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en

<http://www.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=360310&BCDIGITAL=472fa60ecfb2e5ad825ebe0c51a0d26c>

- 9.25 PARRA, H.J. 1959. El valor fertilizante de la pulpa del café. Cenicafé, Colombia 10 (10) p. 441-460. También disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe10.htm>
- 9.26 PORVENIR. 2001. Suelo, abono y materiales orgánicos (en línea). Bolivia. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en <http://www.porvenir.solarquest.com/news/article.asp?id=1521&ssectionid=0>
- 9.27 RENGIFO, S. C. 1998. “Fundamentos y Recomendaciones Técnicas para la Fertilización del Cultivo de Café”. Boletín Técnico; Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.
- 9.28 RENGIFO, S. C. 2005, “Manejo Integral de suelos” – Fertilidad de suelos; Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.
- 9.29 RAMÍREZ F, BERTSCH F. y MORAL. 2002, “Consumo de nutrientes de los frutos y bandolas de café caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración en Turrialba, costa rica” pág. 8, 9 y 10
- 9.30 SCAA (Specialty Coffea Association of América) setiembre 2008. “standares para el control de calidad de cafés especiales.
- 9.31 SÁNCHEZ E., J. A. 2009. “Manual de manejo y fertilización de suelos cafetaleros en Satipo, pág. 26, 27, 36, Y 37 - Perú.
- 9.32 SOTELO R. y TÉLLEZ P. 2007 “Efecto de distintos porcentajes de humuz de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café variedad caturra” pág. 16 – Nicaragua.
- 9.33 RAAA. 2002. Abonos orgánicos (en línea). Perú. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en <http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html#top>

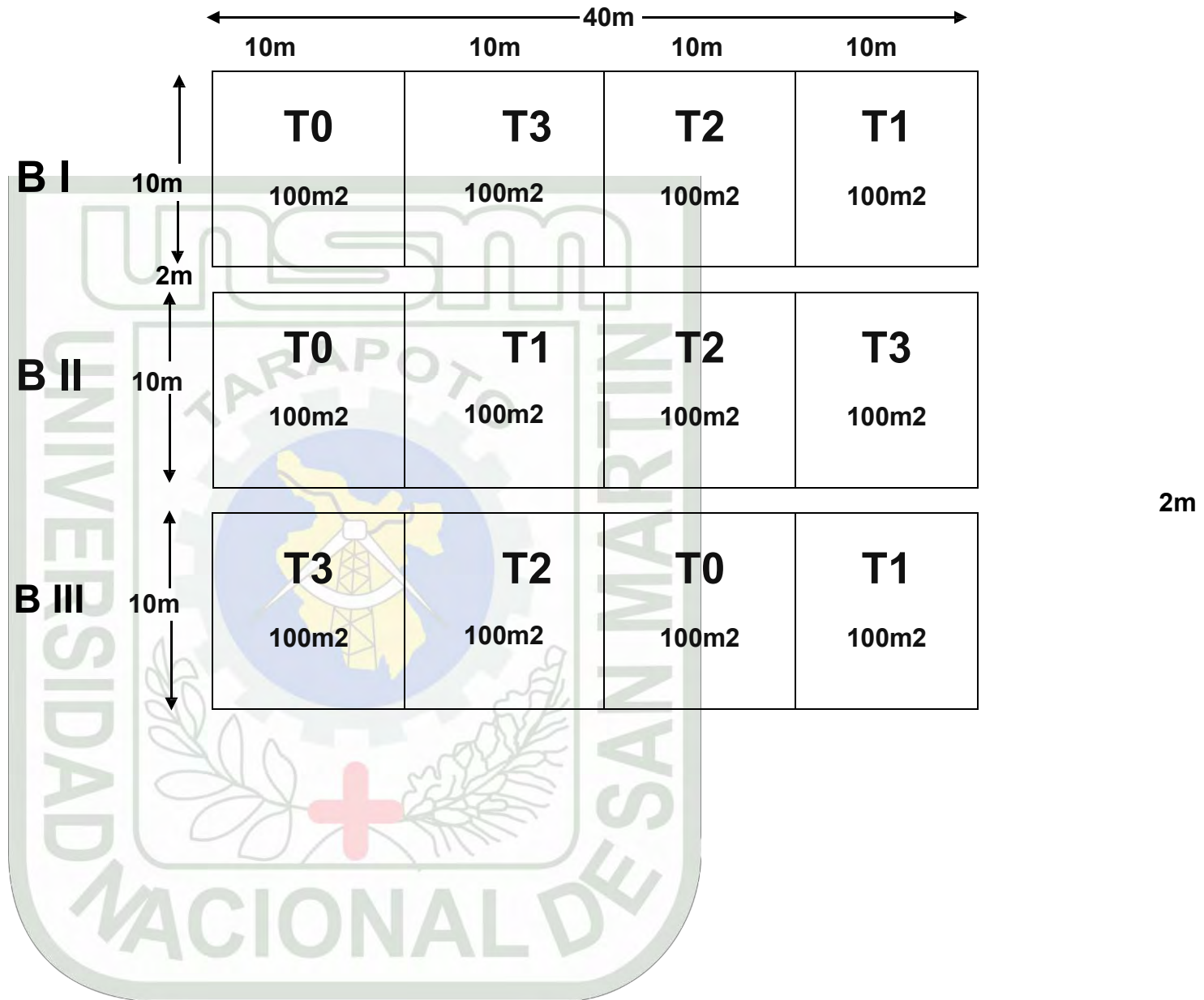
- 9.34 RUIZ C. R. 1979. "Manual Práctico para el Cultivo del Café". Centro Nacional de Investigación de Café. Colombia.
- 9.35 URIBE Y OTROS 2001. "Evaluación de los microorganismos eficaces (E.M), en la producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de Jaula". Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. Medellín. Pág. 1-3.
- 9.36 TERUO H, y JAMES F. 1996. "Manual de aplicación del EM para los países del Apnan (Red de agricultura natural del Asia/Pacífico)". Segunda edición - Tucson, Arizona
- 9.37 ESCOVEDO R. Y RABANAL H. 2009,"Diagnostico y plan de ordenamiento territorial en el ámbito del Proyecto de Caficultura sostenible de alto valor – distritos de Alonso de Alvarado Roque y San Martín Alao". Informe de Consultoría – Capacidad de uso mayor de las tierras.





X. ANEXOS

Anexo N°:01 DISEÑO DEL CAMPO EXPERIMENTAL



Anexo N°: 02

Selección y conteo de frutos



Anexo N°: 03

Cosecha selectiva



Anexo N°: 04

Despulpado



Foto N° 11: Despulpado manual



Foto N° 12: Café pergamino después del despulpado

Anexo N°: 05

Fermentado de los granos



Anexo N°: 06

Lavado de los granos



Foto N° 15: Lavado del café pergamino ya fermentado



Foto N° 16: Lavado del café pergamino ya fermentado

Anexo N°: 07

Secado del café pergamino



Foto N° 17: Secado del café pergamino



Foto N° 18: Secado del café pergamino

Anexo N°: 08

Rendimiento físico del café



Foto N° 19: Seleccionando el café pilado para el Rnto.



Foto N° 20: Seleccionando el café pilado para el Rnto

Anexo N°: 09

Rendimiento organoléptico del café



Foto N° 21: Infusión de café para catar



Foto N° 22: Percepción del aroma del café

Anexo N°: 10

Costo de producción/ha para el tratamiento testigo

Variedad : Caturra Cantidad cosechado: 35.09 qq

Distancia de siembra: 1.7 m x 1.7 m Precio/qq : S/. 260.00

Densidad de siembra: 3460 plantas/ha. Localidad: A. A. Roque.

RUBROS	Unidad	cantidad	Costo unit.	TOTAL
CONSOLIDADO				
COSOTOS DIRECTOS				
Materiales				
Rollos de rafia	unidad	1	7.5	7.50
Balanza Gramera	unidad	1/3	120	40.00
Termómetro Ambiental	unidad	1/5	20	4.00
Pintura	Unid/gln	1/4	40	10.00
Calamina plana	unidad	1/2	22	11.00
Brocha	unidad	1	3	3.00
Clavos	kg	1/2	4	2.00
Sacos	Unidad	40	1.3	52.00
Subtotal				129.50
Análisis de Laboratorio				
Análisis de suelo (macro y micro elementos)	análisis	1	140	140
Subtotal				140.00
Labores culturales				
Desmalezado	Jornal	30	20	600.00
Subtotal				600.00
Cosecha				
Cosecha	Lata (16 kg)	698.5	4.00	2794.00
Subtotal				2794.00
Transporte				
Transporte del café pergamino	Sacos (50 kg)	39.31	10.00	393.10
Sub total				393.10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4056.60
COSTOS INDIRECTOS				
Imprevisto (5% C.D.)				200.83
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				200.83
TOTAL COSTOS DE LA PRODUCCIÓN				4259.43

Anexo N°: 11

Costo de producción/ha para el tratamiento 1

Variedad : Caturra **Cantidad cosechado:** 49.27 qq

Distancia de siembra : 1.7 m x 1.7 m **Precio/qq** : S/. 320.00

Densidad de siembra : 3460 plantas/ha. **Localidad** : A. A. Roque.

RUBROS	Unidad	cantidad	Costo unit.	TOTAL
CONSOLIDADO				
COSTOS DIRECTOS				
Materiales				
Rollos de rafia	unidad	1	7.5	7.50
Balanza Gramera	unidad	1/3	120	40.00
Termómetro Ambiental	unidad	1/5	20	4.00
Pintura	Unid/gln	1/4	40	10.00
Calamina plana	unidad	1/2	22	11.00
Brocha	unidad	1	3	3.00
Clavos	kg	1/2	4	2.00
Timbo de 80 litros	unidad	1/3	45	15.00
Mantas	unidad	6/2	26	78.00
Mangueras para respirador	metros	1/2	2	1.00
Tapones de jebe para respirador	unidad	1/3	5	1.60
Tubito de vidrio	unidad	2	2	4.00
Sacos	unidad	60	1,3	78.00
Subtotal				255.10
Insumos				
Pulpa de café	Sacos de 40 Kg	200	0.0	0.0
Estiércol de cuy	Sacos de 60 Kg	33.33	1.00	33.33
Rastrojo y hojarasca desmenuada	Sacos de 40 kg	33.33	0.0	0.0
Tallos de plátano	Unidad	33.33	0.0	0.0
Tierra agrícola	Sacos de 40 kg	33.33	0.0	0.0
Ceniza	kg	6.6	0.0	0.0
Chancaca	Unidad	35.33	4.00	141.32
ME Activado aeróbico	kg	33.33	0.0	0.0
agua	Según humedad	--	0.0	0.0
Polvillo de Arroz	Saco 40 kg	1	9	9.00
Mantillo de bosque	Saco 40 kg	1	0.0	0.0
Subtotal				183.65
Preparación del inóculo				
Preparación del inóculo	Jornal	4	20	80.00

Subtotal					80.00
Preparación del compost					
Preparación del compost con MM	Jornal	12	20	240.00	
Subtotal					240.00
Análisis de Laboratorio					
Análisis de suelo (macro y micro elementos)	análisis	1	140	140.00	
Análisis de nutrientes en compost	análisis	1	140	140,00	
Análisis microbiológicos del inóculo	análisis	1	100	100,00	
Subtotal					380.00
Labores culturales					
Desmalezado	Jornal	30	20	600.00	
Abonamiento					
1ra aplicación	Jornal	20	20	400	
2da aplicación	Jornal	20	20	400	
3ra aplicación	Jornal	20	20	400	
Subtotal					1800.00
Cosecha					
Cosecha	Latas (16 kg)	883.45	4.00	3533.8	
Subtotal					3533.8
Transporte					
Transporte del café pergamino seco	Sacos (50 kg)	55.18	10.00	551.80	
Subtotal					551.80
TOTAL COSTOS DIRECTOS					824.35
COSTOS INDIRECTOS Imprevisto (5% C.D.)					41.22
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					341.22
TOTAL COSTOS DE LA PRODUCCIÓN					7 165.57

Abonamiento				
1ra aplicación	Jornal	20	20	400
2da aplicación	Jornal	20	20	400
3ra aplicación	Jornal	20	20	400
Subtotal				1800.00
Cosecha				
Cosecha	Latas (16 kg)	1255.45	4.00	5021.8
Subtotal				5021.8
Transporte				
Transporte del café pergamino	Sacos (50 kg)	62.54	10.00	625.40
Subtotal				625.40
TOTAL COSTOS DIRECTOS				162.53
COSTOS INDIRECTOS Imprevisto (5% C.D.)				108.13
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				408.13
TOTAL COSTOS DE LA PRODUCCIÓN				8 570.66



Anexo N°: 13

Costo de producción/ha para el tratamiento 3

Variedad : Caturra Cantidad cosechado: 45.91qq

Distancia de siembra : 1.7 m x 1.7 m Precio/qq : S/. 292.00

Densidad de siembra : 3460 plantas/ha. Localidad : A. A. Roque.

RUBROS	Unidad	cantidad	Costo unit.	TOTAL
CONSOLIDADO				
COSTOS DIRECTOS				
Materiales				
Rollos de rafia	unidad	1	7.5	7.50
Balanza Gramera	unidad	1/3	120	40.00
Termómetro Ambiental	unidad	1/5	20	4.00
Pintura	Unid/gln	1/4	40	10.00
Calamina plana	unidad	1/2	22	11.00
Brocha	unidad	1	3	3.00
Clavos	kg	1/2	4	2.00
Sacos	Unidad	53	1.3	68.90
Subtotal				146.40
Insumos				
Guano de Isla	Kg	235.28	1.38	324.67
Roca Fosfórica	Kg	101.21	0.60	60.73
Sulfato de Potasio	kg	91.66	2.52	230.98
Ulexita	kg	31.14	3.60	112.10
Magnocal	kg	59.86	0.76	45.49
Sulfato de Cobre	kg	1.73	16.00	27.68
Sulfato de Manganeso	kg	1.73	8.00	13.84
Sulfato de Zinc	kg	1.73	8.00	13.84
Subtotal				829.33
Análisis de Laboratorio				
Análisis de suelo (macro y micro elementos)	análisis	1	140	140
Subtotal				140.00
Labores culturales				
Desmalezado	Jornal	30	20	600.00
Abonamiento				
1ra aplicación	Jornal	20	20	400
2da aplicación	Jornal	20	20	400

3ra aplicación	Jornal	20	20	400
Subtotal				1800.00
Cosecha				
Subtotal				3394.56
Transporte				
Transporte del café pergamino	Sacos (50 kg)	51.42	10.00	514.20
Subtotal				514.20
TOTAL COSTOS DIRECTOS				824.49
COSTOS INDIRECTOS Imprevisto (5% C.D.)				41.22
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				341.22
TOTAL COSTOS DE LA PRODUCCIÓN				7 165.71



Anexo N° 14: Resultados del análisis Físico Químico del suelo del campo experimental al inicio y al final del experimento

Fuente: Laboratorio de suelos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Tarapoto.

TRATAMIENTOS	pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO				CIC	CATIONES CAMBIABLES					Suma de Base	% Sat de Bases
								Arena	Limo	Arcilla	CLASE TEXTURA		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺		
								%					meq/100						
T0	5.64	0.17	0.00	4.40	0.20	5.08	113	15.52	30.72	53.76	Arc	29.27	23.90	4.18	0.29		0.90	28.37	96.92

a) Análisis inicial

TRATAMIENTOS	pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO				CIC	CATIONES CAMBIABLES					Suma de Base	% Sat de Bases
								Arena	Limo	Arcilla	CLASE TEXTURA		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺		
								%					meq/100						
T1	6.43	0.16	0.00	6.24	0.28	5.79	150	16.24	32.00	51.76	Arc	52.64	48.20	4.06	0.38		0.00	52.64	100.00
T2	6.58	0.13	0.00	4.71	0.21	4.73	124	16.24	32.00	51.76	Arc	49.06	43.90	4.85	0.32		0.00	49.06	100.00
T3	6.14	0.14	0.00	7.08	0.32	12.20	115	16.24	32.00	51.76	Arc	52.29	47.40	4.60	0.29		0.00	52.29	100.00

b) Análisis final

MÉTODOS:

TEXTURA	:	HIDROMETRO
pH	:	POTENCIOMETRO SUSPENSIÓN SUELO – AGUA RELACION 1 :2:5
CONDUCT. ELECTRICA	:	CONDUCTIMETRO SUSPENSIÓN SUELO – AGUA 1:2:5
CARBONATOS	:	GAS - VOLUMETRICO
FOSFORO	:	OLSEN MODIFICADO EXTRACT NaHCO ₃ =0.5M , pH 8.5 Esp. Vis
POTASIO	:	OLSEN MODIFICADO EXTRACT NaHCO ₃ =0.5M , pH 8.5 Esp. Vis Absorción Atómica
MATERIA ORGÁNICA	:	WALKLEY y BLACK
CALCIO Y MAGNESIO	:	EXTRACT KCL 0.1 N ESPECT. Absorción Atómica
ACIDES INTERCAMBIABLE	:	EXTRACT KCL 1N, VOLUMETRIA

Anexo N° 15. Datos meteorológicos

Datos de precipitación total (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2009	271.0	159.9	272.2	383.0	93.9	162.8	93.2	115.0	167.0	96.1	88.2	49.2	1951.9
2010	24.8	181.5	140.0	148.9	186.6	57.5	77.8	74.4	149.9	93.0	205.5	143.9	1483.8

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI – Estación: PLU “PACAYZAPA” :

Anexo N° 16. Promedio de frutos cosechados por tratamiento, promedios de ramas productivas y total de frutos cosechados por ha.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DE FRUTOS/RAMA	PROMEDIO DE FRUTOS/NUDO	PROMEDIO DE RAMAS PRODUCTIVAS	TOTAL DE FRUTOS COSECHADO/PLANTA	TOTAL FRUTOS COSECHADOS POR TRATAMIENTO	TOTAL DE FRUTOS/HA.
T 0	58.36	7.35	43.5	2 210.54	17 684.32	7 648 468.4
T 1	71.52	9.01	46.63	2 945.29	23 562.32	10 190 703.4
T 2	82.73	10.37	56.21	4 047.12	32 376.96	14 003 035.2
T 3	68.39	8.63	46.21	2 648.62	21 188.96	9 164 225.2

Anexo N° 17: Promedio de peso de café cerezo y café pergamino al 12% de humedad.

Cerezo

Tratamiento	Peso cerezo/tratamiento (g)	Peso cerezo/Planta (kg)	Peso cerezo/ha. (kg)
TO	6120.07	3.33	11 521.8
T1	7228.43	4.21	14 566.6
T2	8486.33	5.96	20 621.6
T3	7005.93	4.05	14 013.0

Pergamino al 12% H°

Tratamiento	Peso pergamino/tratamiento (g)	Peso pergamino/Planta (kg)	Peso pergamino/ha. (kg)	N° de quintales (56 kg) por ha.
TO	1112.20	0.570	1972.20	35.09
T1	1365.73	0.796	2754.16	49.27
T2	1617.20	0.905	3131.3	55.84
T3	1286.47	0.743	2570.78	45.91

Anexo N° 18: Resultado del promedio de rendimiento físico del café en base a los 300 g. de muestra/tratamiento.

TRATAMIENTOS	CASCARA		CAFÉ DE SEGUNDA		EXPORTABLE	
	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
T0	61.36	20.45	74.53	24.84	164.20	54.73
T1	62.76	20.92	49.20	16.40	188.30	62.68
T2	63.20	21.06	59.50	19.83	177.30	59.10
T3	63.73	21.27	57.10	19.03	179.16	59.55

Anexo N° 19: Características organolépticas de los cafés catados por cada tratamiento.

N°	CÓDIGO	AROMA	NOTAS	ACIDEZ	NOTAS	CUERPO	NOTAS	SABOR	NOTAS	SABOR DE BOCA	NOTAS	PUNTAJE
1	B-II / T-3	7.00	Fruta madura, miel canela	6.75	Cítrica jugosa	6.75	Marcado sutil	6.75	Pulpa de café	6.75	Fruta marcada pulpa de café	84
2	B-I / T-2	6,75	Tabaco dulce miel naranja	6,75	Cítrica a maracuyá marcada	7,00	Dulce brillante	6,75	Frutas jugosas expresivo	6,75	Mieles en frutas secas maracuyá	84
3	B-I / T-3	6,75	Ahumado fruta seca dulce	6,75	Citrica jugosa	6.75	Malta ligero amargo firme	6.75	Fruta madura	6.50	Frutas secas ligero amargo al final de boca	83.5
4	B-III / T-3	7.00	Frutas secas caña malta	6.75	Maracuyá jugosa	6.75	Firme marcado ligero amargo	6.75	Fruta seca malta	6.50	Toques de hoja de naranja	83.75
5	B-I / T-0	7.00	Malta chocolate malta Ahumado	6.75	Frutas jugosas	6.75	Malta expresivo asentado	6.75	Frutas pintonas mieles	6.75	Miel chocolate expresivo	84
6	B-III / T-1	6.75	Chocolate madera dulce	6.75	Jugosa fruta pintones	6.75	Sutil	6.75	Malta brillante	6.75	Madera dulce asentada	83.75
7	B-II / T-2	7.00	Fruta seca dulce malta chocolate	6.75	Jugosa Brillante	6.75	Brillante malta	6.75	Brillantes a frutas marcadas	6.75	Melosa, miel	84
8	B-II / T-1	7.00	Floral chocolate dulce miel	6.75	Cítrico toronja jugosa	6.75	Sutil brillante	6.75	Malte dulce brillante	6.75	Duradera malta mieles chocolate	84
9	B-III / T-0	6.75	Ahumado	6.75	Jugosa	6.50	sutil	6.75	Toque de	6.75	Brillante, en	83.5

			dulce, malta maní		ligero frescor				madera dulce		final de boca dulce acentuado miees expresivas	
10	B-III / T-2	7.00	Herbal chocolate, pimienta malta	6.75	Jugosa brillante	6.75	Sutil malta miel	6.75	Miel jugosa	6.75	Miel expresivo asentado	84
11	B-II / T-0	7.00	Fruta miel malta	6.75	Jugosa ligero lima dulce	6.75	Brillante malta	6.75	Melaza malta	6.75	Malta miees marcada	84
12	B-I / T-1	7.00	Chocolate malta miel	6.75	Jugosa brillante	6.75	Ligero sutil	6.75	Fruta seca malta	6.75	Dulce expresiva duradero mieles malta	84

Fuente: SUSTAINABLE HARVERST - Lima



Anexo: N° Escala de la interpretación del análisis inicial de suelo

Determinaciones	Resultados	ESCALA	CLASIFICACIÓN
Clase Textural	Arcilloso	----	-----
pH	5.64	Moderadamente ácido	<ul style="list-style-type: none"> • < 5.5 Fuertemente ácido • 5.6 – 6.0 Moderadamente ácido • 6.1 – 6.5 Ligeramente ácido • 7.0 Neutro • 7.1 – 7.8 Ligeramente alcalino • 7.9 – 8.4 Moderadamente alcalino • > 8.5 Fuertemente alcalino
C.E (dS/m)	0.17	No salino	<ul style="list-style-type: none"> • < 2 No salino • 2 - 4 Ligeramente salino • 4 – 8 Ligeramente salino • 8 – 16 Fuertemente salino • > 16 Extremadamente salino
Materia Orgánica (%)	4.40	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 2 Bajo • 2 - 4 Medio • > 4 Alto
P disponible (ppm)	5.08	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • < 7.0 Bajo • 7.0 – 14.0 Medio • > 14.0 Alto
K disponible (ppm)	113.00	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • < 100 Bajo • 100 - 240 Medio • > 240 Alto
Ca cambiable (me/100g)	23.90	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 5 Bajo • 5-10 Medio • >10 Alto
Mg cambiable (me/100g)	4.18	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 0.5 Bajo • 0.5-1.5 Medio • >1.5 alto
K cambiable (me/100g)	0.29	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • < 0.4 Bajo • 0.4 – 0.6 Medio

			<ul style="list-style-type: none"> • 0.6 – 2.0 Alto • > 2.0 Muy alto
Al + H intercambiable (me/100g) interpretada en % de saturación	0.90 3.07	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • < 1.09 Muy bajo • 1.10 – 3.09 Bajo • 3.10 – 6.09 Medio • 6.10 – 12.09 alto • > 12.10 Muy alto
Fierro (ppm)	96.40	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 0 – 2.5 Bajo • 2.6 – 4.5 Medio • > 4.5 Alto
Cobre (ppm)	2.90	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 0.6 Bajo • > 2.0 Alto
Zinc (ppm)	5.00	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • < 1.0 Bajo • > 1.5 Alto
Manganeso (ppm)	9.00	Ato	<ul style="list-style-type: none"> • < 0.6 Bajo • > 2.0 Alto
Boro (ppm)	1.21	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • < 0.5 Bajo • 0.5 – 2.0 Medio • > 2.0 Alto
Sulfato (ppm)	0.01	Muy bajo	<ul style="list-style-type: none"> • < 2.0 Bajo • 2.0 – 10 Medio • > 10 Alto

Fuente: Laboratorio ICT - Tarapoto

