

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EVALUACIÓN DE TRES FORMAS DE PREPARACIÓN Y CUATRO
PROPORCIONES DE PULPA DE CAFÉ PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO
ORGANICO TIPO BOCASHI, PARA LA REGION CAFETALERA DEL MUNICIPIO DE
PALIN, ESCUINTLA.**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS

POR

JUAN CARLOS GALEANO FERNÁNDEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, Noviembre del 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Prof.	Jacobo Bolvito Ramos.
VOCAL QUINTO	Br.	José Baldomero Sandoval Arriaza.
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada.

Guatemala, Noviembre del 2,000.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**EVALUACIÓN DE TRES FORMAS DE PREPARACIÓN Y CUATRO
PROPORCIONES DE PULPA DE CAFÉ PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO
ORGANICO TIPO BOCASHI, PARA LA REGION CAFETALERA DEL MUNICIPIO DE
PALIN, ESCUINTLA.**

Presentado como requisito previo a optar el Titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente


JUAN CARLOS GALEANO FERNANDEZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por estar presente en mi vida y guiarme a lo largo de mi carrera, concediéndome voluntad para alcanzar todas las metas trazadas, a el primordialmente dedico mi trabajo.

MIS PADRES: **Perla Fernández y Héctor Galeano Meza**, como reconocimiento a su invaluable labor como padres y mi más grande agradecimiento por su apoyo, confianza y ejemplo, digno de seguir.

MIS ABUELOS: **José Pedro Fernández (Q.U.P.D.),
María Dolores Bendfelth (Q.U.P.D.),
Jesús Galeano (Q.U.P.D.),
María de la Luz Meza (Q.U.P.D.)**, un pequeño tributo a su memoria.

MI NOVIA: **Guadalupe Gómez González**, por su amor, comprensión y aliento.

MIS HERMANOS: **Mario y Luis**. Por el afecto que nos une, y que sea este logro un incentivo para la realización de sus futuras metas.

MIS SOBRINAS: **Perla María y Carla Fernanda**, pequeñas luces que han iluminado mi vida, con todo mi amor.

MIS TIOS: **Rubí, Ramiro, Oto**, mis segundos padres.

MIS PRIMOS: Con aprecio.

A LAS FAMILIAS: **Moya Fernández, Fernández Valdez, Fernández Mendoza, Estrada Estrada y Gómez González**.

La señora **Martha González, Luis José, Alejandro y Jorge**, por su apoyo incondicional.

MIS CUÑADAS: Con aprecio.

MIS AMIGOS: **Douglas, Werner, Wilson, Oscar**.

MIS PROFESORES: En reconocimiento a su entrega diaria, por forjar ciudadanos útiles al país.

TESIS QUE DEDICO

A:

Rabinal, Baja Verapaz.

Por su progreso y desarrollo y el gran cariño que me une a mi tierra.

Los agricultores de Guatemala.

Por su tecnificación y mejoras en su trabajo.

Mis centros de estudio.

Aulas sagradas donde formé mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

A: Mis asesores, **Ing. Agr. Edgar E. López de León e Ing. Agr. Gilberto D. Alvarado,** por su incondicional apoyo en la realización de esta investigación y por la amistad brindada.

**ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ,
FACULTAD DE AGRONOMIA,
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
COOPERATIVA INTEGRAL DE AHORRO Y CREDITO PALINECO,**
Instituciones que contribuyeron para la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Humberto Jiménez, Héctor Eliseo López, Fidel Raxcacó, Héctor, Ciriaco Pirique, Tranquilino Pérez, Alejandro Cojom, Juan Guillermo, por su altruista labor y cooperación prestada.

Comité Agrícola de COODEPA.

Escuela "José Domingo Guzmán".

Centro bilingüe Qawinaquel.

Al pueblo de Palín, agradecimiento por su apoyo en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

CONTENIDO GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	4
3.1. DESCRIPCIÓN DEL FRUTO DEL CAFÉ	4
3.2. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ	4
3.3. POSIBILIDADES DEL USO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ	4
3.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ	4
3.4.1. Mucílago del café	4
3.4.2. Pergamino del café	6
3.4.3. Pulpa de café	6
3.5. USOS DE LA PULPA DEL CAFÉ	7
3.5.1. Crecimiento de microorganismos	7
3.5.2. Producción de gas biológico	8
3.5.3. Alimentación animal	8
3.5.4. Producción de melaza	8
3.5.5. Producción de alcohol	9
3.5.6. Control de nemátodos	9
3.5.7. Control de la mancha de hierro	9
3.5.8. La pulpa de café como abono orgánico	9
3.6. GENERALIDADES DE LOS ABONOS FERMENTADOS O BOCASHI	11
3.6.1 Definición de Bocashi	11
3.6.2. Efecto que tiene el Bocashi	12
A. Mejoramiento de la fertilidad del suelo	12
B. Reducción de las enfermedades	12

C. Activación de la planta	12
D. Durabilidad del efecto	12
3.6.3. La fuente del efecto especial del bocashi	12
A. Enzima	12
B. Hormona Vegetal	13
C. Vitamina	13
3.6.4. La preparación del bocashi	13
3.6.5. Principales factores que afectan el proceso de fabricación de los abonos orgánicos	15
A. La humedad	15
B. La aireación	15
C. Relación carbono-nitrógeno	16
D. El pH	16
E. El tamaño de partícula de los ingredientes	16
3.6.6. Principales aportes de los abonos orgánicos fermentados y algunas recomendaciones	16
A. El carbón	16
B. La gallinaza	17
C. La cascarilla de arroz	17
D. Miel de purga o melaza de caña	18
E. Levadura/ tierra de floresta virgen/ Bocashi	18
F. Tierra común	18
G. Carbonato de calcio o cal agrícola	19
3.7. MARCO REFERENCIAL	19
3.7.1. Localización	19
3.7.2. Climatología	19
3.7.3. Zona de Vida	19
3.7.4. Suelos	19
4. OBJETIVOS	20
4.1. GENERAL	20

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 1.	Usos de los subproductos del café	5
CUADRO 2.	Composición química del mucilago del café	5
CUADRO 3.	Composición química del pergamino de café comparado con olote de maíz y cascarilla de algodón.	6
CUADRO 4.	Composición química de la pulpa de café.	7
CUADRO 5.	Contenido de nutrientes en pulpa de café según ANACAFE.	7
CUADRO 6.	Componentes del abono orgánico tipo Bocashi a base de subproductos del café.	23
CUADRO 7.	Descripción de los tratamientos evaluados expresados en porcentaje.	24
CUADRO 8.	Metodología y determinación química efectuada en el abono fermentado.	26
CUADRO 9.	Requerimientos nutricionales del cultivo del café	28
CUADRO 10	Cálculo de aportes nutricionales (N-P-K) al cultivo del café con los abonos orgánicos comparados.	28
CUADRO 11	Cálculo de complementos con fertilizantes minerales.	29

4.2. ESPECIFICOS	20
5. HIPÓTESIS	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1. Diseño experimental	22
6.2. Descripción de los tratamientos	23
6.3. Modelo estadístico	24
6.4. Descripción de la unidad experimental	25
6.5. Manejo del experimento	25
6.6. Toma de datos	25
6.7. Variables a medir	26
6.8. Análisis de la información	26
6.8.1. Análisis Estadístico	26
6.8.2. Análisis comparativo	27
6.8.3. Análisis Económico	27
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAFÉ	28
7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
7.3. ANÁLISIS ECONOMICO	45
8. CONCLUSIONES	48
9. RECOMENDACIONES	50
10. BIBLIOGRAFÍA	51
11. ANEXO	53

CUADRO 12	Contenido de Nitrógeno Total en (%) para cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.	30
CUADRO 13	pH de cada uno de los tratamientos evaluados en la Preparación de Bocashi.	31
CUADRO 14	Relación C / N de los tratamientos evaluados en la elaboración de bocashi.	32
CUADRO 15	Contenido de CaO (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	33
CUADRO 16	Contenido de Carbono Orgánico (%) de cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi	34
CUADRO 17	Contenido de K ₂ O de cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	35
CUADRO 18	Contenido de Materia Orgánica (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	37
CUADRO 19	Contenido de MgO (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	38
CUADRO 20	Contenido de P ₂ O ₅ (%) de cada uno de los tratamientos en la preparación de bocashi.	39
CUADRO 21	Contenido de Cobre (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	40

CUADRO 22	Contenido de Hierro (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	41
CUADRO 23	Contenido de Manganeso (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	42
CUADRO 24	Contenido de Zinc (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	43
CUADRO 25	Contenido de ceniza (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	44
CUADRO 26	Costos de los ingredientes de los abonos fermentados tipo "Bocashi" evaluados, y otros insumos.	45
CUADRO 27	Cuadro comparativo de costos de abonos accesibles en el municipio de Palín, expresado en Quetzales.	45
CUADRO 28	Medias de las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos y análisis químico de la pulpa de café y gallinaza.	46
CUADRO 1A.	Registro diario de temperatura para cada uno de los Tratamientos evaluados en la preparación de bocashi.	54
CUADRO 2A.	Resultados de análisis de laboratorio de cada uno de los Tratamientos evaluados en la preparación de bocashi	58
CUADRO 3A.	Resultados de análisis de laboratorio de pulpa de café y Gallinaza.	59

INDICE DE TABLAS

		Página.
TABLA 1.	Análisis de Varianza para la variable Nitrógeno total (%)	30
TABLA 2.	Prueba de Tukey para la variable Nitrógeno total (%)	30
TABLA 3.	Prueba Tukey para la forma de preparación	30
TABLA 4.	Análisis de Varianza para pH.	31
TABLA 5.	Prueba de Tukey para pH.	32
TABLA 6.	Prueba de Tukey para forma de preparación.	32
TABLA 7.	Análisis de Varianza para C / N.	33
TABLA 8.	Análisis de Varianza para la variable CaO (%)	34
TABLA 9.	Análisis de Varianza para la variable Carbono Orgánico (%)	34
TABLA 10.	Prueba de Tukey para la variable Carbono Orgánico.	35
TABLA 11.	Prueba de Tukey para forma de preparación.	35
TABLA 12.	Análisis de Varianza para la variable K ₂ O (%)	36
TABLA 13.	Prueba de Tukey para la variable K ₂ O (%)	36
TABLA 14.	Prueba de Tukey para forma de preparación	36

TABLA 15.	Análisis de Varianza para la variable contenido Materia Orgánica (%)	37
TABLA 16.	Prueba de Tukey para la variable Materia Orgánica.	37
TABLA 17.	Prueba de Tukey para forma de preparación.	37
TABLA 18.	Análisis de Varianza para la variable MgO.	38
TABLA 19.	Prueba de Tukey para la variable MgO.	39
TABLA 20.	Prueba de Tukey para forma de preparación.	39
TABLA 21.	Análisis de Varianza para la variable P_2O_5 (%).	40
TABLA 22.	Análisis de Varianza para la variable Cobre (ppm).	41
TABLA 23.	Análisis de Varianza para la variable Hierro (ppm).	41
TABLA 24.	Análisis de Varianza para la variable Mn (ppm)	42
TABLA 25.	Análisis de Varianza para la variable Zinc (ppm).	43
TABLA 26.	Prueba de Tukey para la variable Zinc (ppm)	43
TABLA 27.	Análisis de Varianza para la variable Ceniza (%).	44
TABLA 28.	Prueba de Tukey para la variable Ceniza (%)	44

INDICE DE FIGURAS

		Página.
FIGURA 1.	Tendencia de los elementos N-P-K en función del porcentaje de pulpa de café.	47
FIGURA 1A.	Forma uno de preparar Bocashi.	55
FIGURA 2A.	Forma dos de preparar Bocashi.	56
FIGURA 3A.	Forma tres de preparar Bocashi.	57
FIGURA 4A.	Ubicación del municipio de Palín, Escuintla.	60

EVALUACIÓN DE TRES FORMAS DE PREPARACIÓN Y CUATRO PROPORCIONES DE PULPA DE CAFÉ, PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI, PARA LA REGIÓN CAFETALERA DEL MUNICIPIO DE PALÍN, ESCUINTLA.

EVALUATION OF THREE FORMS OF PREPARATION AND FOUR PROPORTIONS OF COFFE PULPA TO PREPARE BOCASHI ORGANIC FERTILIZER, IN PALIN, ESCUINTLA.

RESUMEN

Se ha buscado por años darle utilidad al exceso de subproductos provenientes del beneficiado del café, sobre todo a la pulpa. En la presente investigación se plantea una alternativa más, que consiste en evaluar cuatro proporciones de pulpa de café, (10%,20%, 30%,40%), como componentes de un abono orgánico fermentado a fin de determinar la proporción que aporta el mejor contenido de nutrientes asimilables por las plantas.

Así mismo se probaron tres formas distintas de preparar el abono, es decir, el proceso de homogenizado de las distintas capas lo componen y el momento de humedecer la mezcla con una disolución compuesta por rapadura quebrantada disuelta en agua.

Para el análisis estadístico se trabajó con cuatro tratamientos, consistente en abonos preparados con varios componentes en las mismas proporciones variando únicamente la proporción de pulpa de café, y tres repeticiones, de las cuales cada una era una forma de preparar el abono. Para el efecto, el arreglo del experimento fue en bloques completos al azar y se tomó una muestra por tratamiento a los treinta días de preparados los mismos, generando datos a los cuales se les efectuó un análisis de varianza.

Con los datos obtenidos se calculó para cada tratamiento la dosis para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo del café y la complementación mineral con otros fertilizantes, el mismo análisis se aplicó a la pulpa de café sola y a la gallinaza para realizar comparaciones. Se describen también los costos de los insumos utilizados lo que conduce al costo del abono Q 17.00; con ello se comparó con respecto al precio de otros abonos orgánicos y comerciales utilizados en la región.

Al final, se determinó que utilizando una proporción de 40% de pulpa de café se obtiene el mayor contenido de nutrientes, mejor que la pulpa de café sola y un poco menor que la gallinaza, pero con ventajas físicas con respecto a la ésta.

Referente a la forma de preparación no se detectaron diferencias estadísticas entre las tres, pero la forma No 1, además de ser la más sencilla, presenta la mejor tendencia arimética por lo que se recomienda aplicarla.

De los costos, los tres tratamientos tienen el mismo; similar al de otras alternativas orgánicas de la región, pero con mejores características físicas y nutricionales, y mucho menor al costo de un fertilizante químico comercial equivalente.

1. INTRODUCCION.

El cultivo del café es uno de los principales cultivos agrícolas en cuanto a producción y rentabilidad. Debido a ello, se invierten en la actualidad abundantes recursos humanos y monetarios, para mejorar las técnicas de cultivo y los sistemas de beneficiado en húmedo buscando la utilización integral de los subproductos (8, 11).

Con el incremento de la producción se han establecido en Guatemala más de 5,000 beneficios húmedos con diferente grado de tecnología. Estos procesan alrededor de 6 millones de quintales oro al año, los que a su vez generan 14.4 millones de quintales de pulpa (11).

La pulpa de café está constituida químicamente por elementos que pueden ser aprovechados de muy diversas maneras, una de ellas es como abono orgánico, debido a que contiene buena proporción de nutrientes esenciales para las plantas. En la actualidad, con el incremento en los precios de los productos químicos y el mal manejo de los mismos, la agricultura torna a utilizar los materiales naturales como los abonos orgánicos, de los cuales surgen diversas modalidades, como el composteo, la lombricultura y los abonos fermentados.

El abono orgánico, llamado bocashi, ha demostrado , además de utilizar los subproductos de cosecha, que proporciona a los cafetos un buen desarrollo en sus primeros días, así como aumentos considerables en el rendimiento de productos hortícolas (13, 19). En la búsqueda de alternativas para aprovechar la pulpa de café que se obtiene del beneficio húmedo, propiedad de la federación de cooperativas productoras de café (FEDECOCAGUA), en el municipio de Palín se pretende combinar diferentes proporciones de pulpa mezcladas con otros materiales orgánicos para determinar cual de ellas proporciona mayor nivel de elementos minerales para las necesidades nutricionales del cultivo del café. Además en América latina se reportan diversas formas de preparación de bocashi, (agregar agua más melaza y homogenizar) de las cuales serán evaluadas tres, con fines de determinar el efecto que tiene el factor forma de preparación en la calidad del abono.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se estima que en Guatemala existen mas de 5,000 beneficios húmedos de café con diferente grado de tecnología. Estos procesan alrededor de 6 millones de quintales oro al año, los que a su vez generan 14.6 millones de quintales de pulpa (11).

En el beneficio de la Federación de Cooperativas productoras de café, FEDECOCAGUA, ubicado en el municipio de Palin se procesan en cada temporada aproximadamente 14,000 quintales. Se ha estimado que en el procesamiento industrial del café, el 40% de la producción constituye la pulpa, el mucilago el 20%, el agua de secado el 15% y la cascarilla un 5% (8).

Sin embargo, en época del beneficiado del café, en las zonas cafetaleras del país, los volúmenes de desecho como la pulpa se incrementan anualmente.

En la actualidad es necesario darle un adecuado tratamiento a los subproductos provenientes del beneficiado en húmedo del café, sustituyendo la palabra "desecho" por la de "recurso", buscando tecnologías funcionales que permitan aprovechar al máximo los elementos, como la pulpa del café.

Según análisis químicos realizados por diversas instituciones como: ANACAFE (1), la pulpa del café presenta un buen nivel de algunos nutrientes asimilables por las plantas. El INCAP (8), reporta diferentes usos que puede dársele a la pulpa, entre ellos, raciones para animales, producción industrial de alcoholes, producción energética a base de digestores y utilidad agrícola como compuestos o abonos orgánicos. Esta última forma de utilización de la pulpa ha dado buenos resultados en caficultura; Suárez de Castro, citado por Toledo, J. (17), reporta que en experimentos realizados en Colombia, Brasil y Centro América, se han registrado aumentos significativos del 80 al 300%, sobre los correspondientes testigos, en la producción de los cafetos, su efecto ha sido mayor que la aplicación de algunos fertilizantes químicos.

Medina, B. (11), propone la utilización integral de la pulpa del café como abono orgánico, material que se debe transformar y descomponer para convertirse en un material liviano y de fácil aprovechamiento para las plantas. En tal sentido se han aplicado diferentes modalidades para descomponer los materiales, como el composteo, la lombricultura, la degradación enzimática y otras (9, 11,12).

Los abonos orgánicos fermentados tipo , Bocashi, en la actualidad presentan una alternativa eficaz para fertilizar a menor costo y con buenos aportes minerales al suelo, presentando una forma de aprovechamiento de los desechos agrícolas. En horticultura se observan incrementos en el rendimiento de varios cultivos, reportándose diferencias significativas respecto a los abonos orgánicos tradicionales

(12). En almácigo de café, el desarrollo de la plántula es mejor al aplicar bocashi, existiendo un adecuado desarrollo radicular (19).

La utilización de la pulpa y la cascarilla del café como componente del abono fermentado sería una forma de aprovechar tan valioso recurso. Es importante entonces evaluar diferentes proporciones de pulpa en la mezcla del abono, determinando la proporción que aporte un buen nivel de nutrientes requeridos por la planta del café, a menor costo, aprovechando al máximo los recursos. Además, en varios países se reportan diferentes formas de preparación del abono fermentado, por lo que es importante evaluar el mecanismo de elaborar las mezclas, observando el que nos rinda los mejores resultados para adecuarse a las condiciones del lugar.

3. MARCO TEORICO

3.1. DESCRIPCION DEL FRUTO DEL CAFE:

El fruto del café es una drupa y se cosecha al llegar a su madurez , y ello se observa cuando toma un color marrón intenso en algunas variedades y amarillo en otras (8). Cuando se corta longitudinalmente el fruto se observan sus fracciones anatómicas que son: El endospermo que constituye el grano, la cáscara o endocarpio, una capa mucilaginososa o mesocarpio y la pulpa o esocarpio (12).

La semilla presenta una superficie plana que se encuentra con otra parte igual dentro del fruto y a la vez estas mitades se encuentran recubiertas por una fina película de tejido, ambas fracciones se sostienen dentro del endocarpio o pergamino que es duro y quebradizo al secarse, esta rodea a cada una de las fracciones individualmente que constituyen el grano.

Por otra parte la cascarilla esta cubierta por una capa de células que forman la pulpa. Esta tiene un espesor aproximado de 5 mm. Y a consecuencia de la consistencia viscosa del mucílago una leve presión es suficiente para expulsar fuera de el las dos mitades, (semillas), que constituyen el grano (9).

3.2. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL CAFE:

Durante el proceso de beneficiado ocurre una separación de las partes que componen el grano del café . De donde se obtiene como producto final el café en oro en 20 por ciento; y como subproductos la pulpa en un 40 por ciento, el mucílago 20 por ciento, el agua de secado 15 por ciento y la cascarilla en un 5 por ciento (8).

3.3. POSIBILIDADES DEL USO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFE:

Algunos de los usos que se les ha dado a estos subproductos del café se observan en el Cuadro 1.

3.4. COMPOSICION QUIMICA DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFE:

3.4.1. Mucílago del café:

Según Elías, 1,978, citado por Lee Pazos, J.E. (8), la composición química el mucílago contiene agua, pectina , azúcares y ácidos orgánicos. Durante la maduración del grano del café, el pectato de calcio localizado en la laminilla media y la protopectina de la pared celular, son convertidos en pectinas. Las sustancias pépticas totales pueden alcanzar valores de hasta 39 por ciento, con un valor

promedio de 35.8 por ciento. Las celulosas más las cenizas alcanzan un 17 por ciento y el total de azúcares en su forma reductora alcanzan 90 por ciento.

Cuadro 1. Usos de los subproductos del café.

Subproducto	Aprovechamiento	producto y uso.
PULPA	agrícola	abono, compuesto de abono, etc.
	-alimentación	proteínas y forrajes.
MUCILAGO	industrial	cafeína, tanino, alcohol, etc.
	- alimentación	levaduras y azúcares.
	- industrial	pectinas, ácido péctico, melaza, alcohol, etc.
PERGAMINO O	- industrial	furfural, celulosa, plásticos, etc.
CASCARILLA.	- alimentación	raciones balanceadas para alimento de Ganado y aves.

Fuente: INCAP, citado por Lee Pazos, J. E. (8).

Aparentemente, el mucílago no contiene taninos ni cafeína, pero contiene enzimas pectinolíticas, las cuales no han sido perfectamente identificadas, pero parecen ser muy importantes en la fermentación que ocurre durante el procesamiento del café. (Wilbaux, 1956, citado por Elías, citado por Lee Pazos).

Cuadro 2. Composición Química del mucílago del café.

COMPUESTO	PORCENTAJE
Sustancias pécticas totales	35.8
Azúcares totales	45.8
Azúcares reductores	30.0
Azúcares no reductores	20.0
Celulosa + Cenizas	17.00

Fuente: Elías, citado por Lee Pazos, J.E. (8).

Cuadro 4. Composición química de la pulpa del café.

ELEMENTO	CONTENIDO (%)
Humedad	74- 78
Materia Orgánica	90-92
Nitrógeno total	1.4-1.9
Fósforo total	0.3-0.35
Potasio	3.5-3.7

Fuente: Suárez de Castro (1,960) Tomado de Toledo G., J. A. (17).

Cuadro 5. Contenido de nutrientes en pulpa de café según ANACAFE (1)

ELEMENTO	CONTENIDO (%)
Nitrógeno	0.70
Fósforo	0.15
Potasio	1.40
Calcio	0.40
Magnesio	0.17

Fuente: Hernandez de Paz (1,988)

3.5. USOS DE LA PULPA DEL CAFÉ:

La pulpa y los subproductos del café ofrece variadas posibilidades para su utilización tanto en la industria como en la agricultura, a través de sus diferentes estados de descomposición. Debido a falta de promoción, de estudio y de recursos, es poco aprovechada en nuestro país. Se han realizado varios estudios para la utilización de la pulpa de café como materia prima.

3.5.1. Crecimiento de microorganismos:

Elias, citado por Lee Pazos, J. E. (8), describe a la pulpa de café como un material rico en azúcares, se ha investigado en Colombia como medio para la producción de levaduras. Inoculando con Torulopsis itulis, la pulpa fresca hervida por una hora , filtrada y ajustando el pH a 4.5; luego de 24 horas la producción de levadura ascendió a 7.5mg (base seca) por cc de jugo, el cual contenía originalmente alrededor de 1.2 por ciento de azúcar. En el INCAP se ha sugerido que la pulpa de café también es un buen sustrato para Aspergillus oryzae, Bacillus megatherium y Sacharomyces carevisae (8).

3.4.2. Pergamino del café:

El pergamino representa alrededor del doce por ciento del grano de café en base seca. Su composición comparada con el olote de maíz y la cascarilla de algodón se ve su gran contenido de fibra cruda (8).

Cuadro 3. Composición química del pergamino del café comparado con olote de maíz y cascarilla de algodón. (En porcentaje)

COMPONENTE	PERGAMINO DE CAFÉ	OLOTE DE MAIZ	CASCARILLA DE SEMILLA DE ALGODÓN.
Humedad	7.6	8.1	10.4
Materia seca	92.4	91.9	89.6
Grasa	0.6	0.9	1.1
Nitrógeno	0.39	0.39	0.58
Cenizas	0.5	1.6	2.5
Extracto libre de N	18.9	48.1	56.7
Ca, Mg.	150.0	765.0	160.0
P, Mg.	28.0	274.0	80.

Fuente: Elías, citado por Lee Pazos, J. E. (8).

3.4.3. Pulpa de café:

Según Elías, citado por Lee Pazos, J. E. (8), la pulpa de café posee un alto porcentaje de agua lo que dificulta su utilización desde el punto de vista de transporte, manejo, procesamiento y su uso directo en la alimentación animal; pero ya deshidratada contiene cerca del 10 por ciento de proteína cruda, 21 por ciento de fibra cruda, 8 por ciento de cenizas y 4 por ciento de extracto libre de nitrógeno.

Toledo G., J.A. (17), presenta varios análisis efectuados en Colombia y Centroamérica por Suárez de Castro, los cuales dan cifras indicativas de la composición química de la pulpa de café. (Ver cuadro 4).

ALTERTEC, 1,994, citado por ANACAFE, (1), presenta resultados en los que el contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio son mayores a los del abono de establo y compost, a excepción del abono de aves y gallinaza en el que el nitrógeno es superior al de la pulpa de café.

En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis químico de la pulpa de café, según los análisis de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE) (1).

También se ha investigado el uso de la pulpa de café como sustrato para el crecimiento de hongos comestibles (8), como el Pleutorus ostreatus. Para ello, la pulpa primero se fermenta, luego se pasteuriza y después se inocula el hongo, el cual es una masa algodonosa desarrollada sobre semillas de trigo. Se preparan mas o menos 10 kg de pulpa ya inoculada por bolsa. De los cuales se obtiene aproximadamente una producción de 1.5 a 2.0 kg de hongo por bolsa, o sea, 113 a 175.8 kg de hongos frescos por tonelada de pulpa de café. (peso húmedo).

3.5.2. Producción de gas biológico:

La pulpa de café ofrece materia prima de calidad para la producción de gas biológico, Elias, citado por Lee Pazos,(8), informa sobre la producción de 670 litros de metano en 72 días, a partir de 30 kilogramos de pulpa de café mezclada con estiércol de vaca; además , el desecho demostró ser rico en nitrógeno y muy adecuado como fertilizante orgánico.

3.5.3. Alimentación animal:

Braham, J.E., Bressani, R. (12), señalan que los estudios de carácter económico indican que el uso de la pulpa en alimentación de animales produce una relación beneficio-costo favorable para el productor. Se han hecho varios estudios para determinar la aceptabilidad de la pulpa y si los animales pueden engordar y crecer igual que si lo hacen sin la adición de la pulpa en su alimentación.

En rumiantes se observó que el nivel de palatabilidad de la pulpa por si sola es bajo, aumentando al mezclarla con suplementos de mayor palatabilidad. Este factor aumenta al ensilar la pulpa de café debido a la baja concentración de cafeína y taninos.

En cerdos conlleva a ciertas limitaciones debido al contenido relativamente alto en fibra, sin embargo, la fracción proteica de la pulpa muestra un patrón de aminoácidos comparable con la harina de torta de soya y la harina de algodón. La aceptación del animal al ingerirla, puede ser mejorada mediante la incorporación de melaza (18).

En pollos, la pulpa de café no ha sido muy estudiada, parece ser no muy promisorio debido a su alto contenido de fibra (3).

3.5.4. Producción de melaza:

La melaza, se ha producido por medio de hidrólisis de la pulpa de café por 4-6 horas con una solución de ácido clorhídrico al 6% a 121° C y 15 libras sobre pulgada cuadrada de presión. Luego se

ha incorporado hasta en un 30% en la dieta de los cerdos, y los resultados sugieren que es tan bueno como la melaza de caña de azúcar (8).

3.5.5. Producción de alcohol:

Se cuenta con poca información acerca de la producción de alcohol a partir de la pulpa de café, se sabe que la fermentación alcohólica es un proceso químico de gran importancia que puede producirse a partir de cualquier azúcar fermentable a través de las levaduras, en condiciones favorables (8).

3.5.6 Control de nemátodos:

Suárez de Castro, citado por Toledo (17), explica que la reducción de nemátodos a niveles no perjudiciales para la planta, se debe a que a través de la pulpa posiblemente se inocula gran cantidad de microorganismos que se alimentan de parásitos. García, C.A. (5), encontró que la pulpa de café mezclada con la torta deshidratada de higuero ejerce un adecuado control sobre nemátodos en almácigo de café.

3.5.7. Control de la mancha de hierro:

Chevez, O.;Guharay, F., citado por Toledo, J. A. (17), encontraron que usando una relación de pulpa de café-suelo de 60:40, se presenta un menor índice de la enfermedad y mayor vigor en las plantas, en comparación a utilizar suelo con fertilizante o solo suelo.

3.5.8. La pulpa de café como abono orgánico:

La pulpa de café como fuente de materia orgánica, mejora las condiciones físicas y químicas de los suelos con texturas pesadas y arenosas. También incrementa el contenido de la mayoría de nutrientes esenciales para la planta del café (1).

Braham J. E., Bressani R., citado por Orellana P., J. O. (12), indican que el mantenimiento de materia orgánica en los suelos tropicales ha sido considerado particularmente importante debido a que dichos suelos se agotan muy rápidamente por la actividad bacteriológica que mantienen durante todo el año. Por esta razón y para evitar los problemas ambientales que causa la pulpa de café cuando se acumula, ésta se utiliza como fertilizante orgánico en las plantaciones de café. Se han estudiado diferentes métodos de utilización de la pulpa de café como abono orgánico. La manera mas sencilla es la aplicación de la pulpa fresca directamente sobre el cafetal, lo que no es muy adecuado, ya que al respecto Leiva, J.R. (9), señala que estos desechos constituyen centro de contaminación por plagas,

(moscas y zancudos) y malos olores. Es necesario entonces, para lograr un mejor aprovechamiento de la misma, que la pulpa sufra un adecuado nivel de bioestabilización, la cual se logra a través de la regulación de la temperatura y la actividad microbiana por medio de aireación (12).

Medina B., (11), propone la utilización integral de la pulpa como abono orgánico a través de la descomposición natural o composteo. Para facilitar el manejo de la pulpa, esta debe descomponerse y transformarse para convertirse en un material liviano y de fácil aprovechamiento para las plantas. Esta descomposición se efectúa con facilidad depositándola bajo techo y realizando volteos periódicos que aceleran el proceso de transformación.

Se ha investigado sobre diferentes formas para acelerar el proceso de descomposición de la pulpa, sin afectar la disponibilidad de nutrientes; una de ellas es el uso del activador enzimático, (Stubble Digester.), el cual es un producto biológico, que influye sobre la actividad microbiana, rompiendo grandes moléculas de proteína al igual que celulosas, grasas y carbohidratos. Esto se consigue por la actuación de la enzima respectiva, que logra descomponer en medio húmedo, la materia orgánica, aun bajo límites de baja presión de oxígeno, disminuyendo los olores desagradables causados por la degradación del sustrato (1, 8, 9,).

Leiva Pérez, J.R. (9), concluye que puede aplicarse dosis de 150 c.c. de degradador / galón de agua / tonelada de pulpa, ya que se alcanzan buenos resultados en la degradación, en cuanto al tiempo de descomposición, ausencia de malos olores y niveles aceptables de nutrientes. Así mismo Lee Pazos, J.E., (8) señala que la pulpa tratada con el digestor enzimático presenta menos pérdida en el nivel de los elementos comparada con pulpa sujeta solamente a volteos. Orellana Palomo, J.O. (12), determinó que a diferentes altitudes cambia la dosis de aplicación del producto y en el caso de volteos el número de veces y de aplicación de agua también debe variar.

Medina B. (11), indica que otro procedimiento efectivo para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico, es el uso de la lombricultura, a través de la lombriz de tierra californiana, "Coqueta roja", (Eisenia foetida), la cual acelera el proceso de descomposición, obteniéndose un producto de alta calidad.

Se ha comparado la composición química porcentual de la pulpa de café con otros materiales como diferentes estiércoles y compost de residuos agrícolas, donde se observa que la materia orgánica de la pulpa de café contiene más nitrógeno y potasio que otros materiales. El contenido de nitrógeno se ha estimado que es tres veces más alto que el estiércol de bovinos, y de 2 a 7 veces en potasio (8).

Otras investigaciones realizadas por ANACAFE (1, 6), en las cuales se hacen combinaciones de suelo y pulpa descompuesta, para utilización en almácigos, concluyen que para obtener mayor altura

de planta, diámetro basal, número de cruces por planta, mejor desarrollo de tallo y hojas, además de un 5% de ahorro en fertilización disuelta, es bueno combinar 30 o 50 % de pulpa con 70 o 50% de suelo. También se ha detectado que en plantas adultas aumenta el rendimiento y se obtiene un ahorro en fertilización química al abonar con pulpa de café, lo que es observable a partir del tercer año de vida de la planta. Suárez de Castro, citado por Toledo, J. A. (17), indica que en experimentos realizados en Colombia, Brasil y Centroamérica, se han encontrado aumentos significativos del 80 al 300% , sobre los respectivos testigos, en la producción de cafetos a los cuales se les ha aplicado entre 5 a 10 kilos de pulpa por año, su efecto ha sido mayor que la aplicación de varios fertilizantes químicos.

3.6. GENERALIDADES DE LOS ABONOS FERMENTADOS O BOCASHI:

3.6.1. Definición de Bocashi:

Es fertilizante orgánico fermentado. La palabra bocashi es de idioma japonés que significa para este caso, esfumación del efecto directo del abono de materia orgánica cruda o cocer al vapor los materiales, aprovechando el calor producido mediante la fermentación. El Bocashi puede prepararse a nivel personal fácilmente sin necesidad de invertir mucho dinero, y además de su bajo costo económico, el bocashi funciona muy bien y puede sustituir al químico. Es un fertilizante pero distinto al químico (19).

La fabricación de los fertilizantes orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de descomposición aeróbica y termofílica de residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos, que existen en los propios residuos, bajo condiciones controladas, que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables (13).

Las ventajas que presenta el proceso de fabricación del abono orgánico fermentado son:

- a) La no formación de gases tóxicos y malos olores.
- b) El manejo del volumen, facilitando su almacenamiento, transporte y la disposición de los materiales para fabricarlo.
- c) La desactivación de los agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales a los cultivos.
- d) La posibilidad de utilización del producto final en los cultivos en un período de tiempo muy corto y a costos muy bajos (19).

3.6.2 Efecto que tiene el Bocashi:

A. Mejoramiento de la fertilidad del suelo:

Igual que el químico la planta desarrolla bien por la aplicación del bocashi. Sin embargo la forma del crecimiento es diferente. Por ejemplo, la planta echa la raíz mas fina , en cuanto al tamaño, la planta crece mas pequeña pero mas robusta, crea la presencia, no solo de macro elementos sino también de micro elementos.

B. Reducción de las enfermedades:

El cultivo abonado con el bocashi no se enferma fácilmente. Porque la planta se vigoriza por las sustancias activas fisiológicas producidas por los microorganismos, como hormonas vegetales, vitaminas y enzimas.

C. Activación de la planta:

El crecimiento robusto de la planta-. Se hace bocashi a través de la fermentación , en la cual siempre existen microorganismos que realizan un trabajo específico en la degradación de sustancias. En el caso del bocashi ellos descomponen la materia orgánica y producen sustancias fisiológicamente activas. Éstas sustancias tienen mucha influencia al activar o vigorizar la planta, a pesar que se necesitan en cantidad mínima. Un buen bocashi se obtiene por la presencia de sustancias fisiológicamente activas.

D. Durabilidad del efecto:

El bocashi no tiene un efecto inmediato como el fertilizante químico. Este es lento pero durable. En la preparación de bocashi se utiliza el humus o suelo virgen, que nunca ha sido cultivado, mitad del total del material, esta tierra tiene la capacidad de retener el nutriente que se pierde con el vapor. La raíz de la planta absorbe el nutriente retenido poco a poco. Así tarda el efecto del bocashi (19).

3.6.3 La fuente del efecto especial del bocashi.

A. ENZIMA:

La función de la enzima: Es una sustancia química hecha de proteína, que actúa como catalizador en los procesos de metabolismo.

Al seguir masticando, por ejemplo arroz por unos minutos, se empieza a sentir el sabor dulce que no era dulce. Esto se debe a una enzima amilasa que existe en la saliva. Amilasa descompone al almidón del arroz y lo convierte en maltosa y azúcar de uva. Así es que la enzima es la que promueve la reacción química u orgánica. En el procedimiento del bocashi, muchas clases de la enzima se producen por microorganismos. Las enzimas producidas por los microorganismos, descomponen la materia orgánica y sintetizan otros componentes efectivos.

El mecanismo de la reacción:

La forma de la enzima es esférica. Tiene la parte hundida que se llama el centro activo. Aquí se pega la sustancia específica para reaccionar. La sustancia que se pega a esta parte hundida es únicamente una clase. Es decir que una clase de la enzima reacciona con solo una clase de sustancia. Es la relación de llave y candado.

B. HORMONA VEGETAL:

Es la sustancia que controla todos los fenómenos fisiológicos de la planta, tales como el crecimiento de la planta, la germinación, la dormancia y otros. Con concentración muy baja, la hormona vegetal se produce por la planta misma y por los microorganismos también. En el caso bocashi, la citocinina tiene mucha influencia al crecimiento particular que se observa en la planta cuando se aplica el abono. Sin embargo la hormona vegetal no actúa por una clase, sino actúa sinérgicamente (con efecto multiplicado por varias clases de hormonas.)

C. VITAMINA:

Tiene el papel de lubricante para que el nutriente pueda funcionar y ser absorbido fácilmente. Ayuda a la activación de la enzima. Sin vitamina, la enzima no funciona bien y el nutriente no es absorbido eficientemente por la planta (19).

3.6.4 La preparación del Bocashi:

En el proceso de fabricación del abono orgánico fermentado casi se puede decir que existen dos etapas bien definidas:

La primera etapa por donde pasa la fermentación del abono es la estabilización donde la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente entre 70 y 75°C debido al incremento de la actividad microbiana. Posteriormente la temperatura del abono empieza a decaer nuevamente, debido al

agotamiento o disminución de la fuente energética que retroalimentaba el proceso. En este momento el abono comienza su estabilización y solamente sobresalen los materiales que presentan una mayor dificultad para su degradación a corto plazo. A partir de este momento el abono pasa a la segunda etapa que es la maduración, donde la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es mas lenta, para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización (13).

El método y los materiales para preparar el bocashi no son únicos sino variables. Sin embargo, hay cinco reglas que cumplir para obtener el bocashi de buena calidad.

A. La mitad de todos los materiales son humus (broza cernida) o barro.

El humus tiene la capacidad de retener los nutrientes que se pierden en forma de gas que se produce al voltearla. El olor desagradable, al voltear, indica la pérdida de los nutrientes. El humus tiene mucho mas retención que el barro. Gracias a ellos, el efecto bocashi tarda mas. La planta absorbe los nutrientes retenidos poco a poco. Cuanto menos es la tierra que se usa en la mezcla, el efecto bocashi es mas inmediato.

B. Punto de humedad de la mezcla.

La humedad de la mezcla debe ser la adecuada. No debe ser excesiva ni escasa. La humedad adecuada es al apretar un pedazo de la mezcla con la fuerza de la mano, apenas salen gotas de agua entre los dedos y al extender la mano se queda formando ese pedazo. Si sale demasiada agua de entre los dedos, existe exceso de agua. Si no sale agua ni se forma el pedazo, es falta de agua.. Con exceso de humedad se pudre el bocashi. Si hace falta agua se quema el bocashi. La humedad tiene que ser la adecuada.

C. Se da vuelta antes de 50°C.

Hay que voltear la mezcla cuando la temperatura rebase los 50°C. El rango adecuado de temperatura para la propagación de los microorganismos efectivos es de 40°C – 50°C. Se mide la temperatura a profundidades de 10 a 20 centímetros de la superficie. Es importante mantener la temperatura adecuada, de lo contrario empiezan a morir microorganismos benéficos y a tener mal olor la mezcla. La temperatura se puede regular por volteos o al bajar la altura de la mezcla, existiendo una relación directa de la altura de la mezcla con la temperatura.

D. Se fabrica bocashi bajo techo.

Hay que evitar el contacto con la lluvia, por lo tanto tiene que prepararse el bocashi bajo techo. Aunque sea rústico y temporal, es mejor construir una galera. Para poder almacenar bocashi, es necesario secarlo a la sombra también. Se prepara bocashi preferiblemente sobre suelo mojado para que el suelo no absorba la humedad de la mezcla, pero también se puede hacer sobre piso de cemento. Antes de preparar bocashi tiene que asegurarse un lugar adecuado (18).

E. Los materiales tienen que estar secos y ser polvo.

Para poder hacer la mezcla pareja, el material tiene que estar seco y arenoso. Si el material es húmedo y sólido es mejor utilizarlo en abonera mejorada o lombricompost.

3.6.5. Principales factores que afectan el proceso de fabricación de abonos orgánicos.

Esta en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza luego de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de 14 horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperaturas que pueden superar fácilmente los 50° C, lo que es una buena señal, para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbiológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y humedad.

A. La humedad:

La humedad óptima, para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono oscila entre un 60 y 50% (en peso). Abajo del 40% de humedad, hay una descomposición aeróbica muy lenta de los materiales orgánicos que hacen parte del compuesto. Por otro lado, cuando la humedad supera el 60% , la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación de la fermentación, resultando un proceso anaeróbico, que no es lo que se quiere ni lo ideal para obtener un abono de calidad.

B. La aireación:

La presencia del oxígeno es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se calcula que en lo mínimo debe existir entre un 5 a un 10% de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa. Sin embargo, cuando los microporos se encuentran en estado anaeróbico por un exceso de humedad, pueden perjudicar la aireación del proceso y consecuentemente obtener un producto de mala calidad.

C. Relación carbono-nitrógeno:

La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que sea entre 25 a 35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, por otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación mas lenta.

D. El pH.:

La fabricación de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un 6 y 7.5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales.

E. El tamaño de partícula de los ingredientes:

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, pueden preservar la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica de los mismos. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas pueden llevar fácilmente a una compactación favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un abono orgánico fermentado. En algunos casos, este fenómeno se corrige mezclando al abono materiales de relleno de partículas mayores, como son pedazos picados de madera, carbón vegetal grueso, etc. Por otro lado, la forma de preparar el bocashi es variada y se ajusta a las condiciones y a los materiales que cada campesino dispone en su finca o comunidad; o sea, no existe una receta única para hacer el biofertilizante (13).

3.6.6. Principales aportes de los ingredientes de los abonos orgánicos fermentados y algunas recomendaciones.

A. El Carbón:

Mejora las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo funciona con el efecto tipo esponja sólida, el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.

La uniformidad de las partículas influenciará sobre la buena calidad del abono que se utilizará en el campo, por la practica se recomienda que las partículas o pedazos de carbón no sean muy grandes, las medidas de una pulgada de largo por media pulgada de diámetro da una aproximación del tamaño ideal

de las mismas. Cuando se desea trabajar con hortalizas en el sistema de almácigos con bandejas, las partículas del carbón a utilizarse en la fabricación del abono fermentado deben ser menores (semipulverizadas) para facilitar llenar las bandejas y permitir sacar las plántulas sin estropear sus raíces, antes del trasplante definitivo en el campo.

B. La gallinaza:

Es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados. Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor y menor cantidad, los cuales mejoraran las condiciones físicas del suelo.

La experiencia desarrollada por algunos agricultores en Centroamérica y Brasil viene demostrando que la mejor gallinaza para la fabricación de los abonos orgánicos es la que se origina de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. Evitando el uso de la gallinaza que se origina a partir de la crianza de pollos de engorde, dado que este material presenta una mayor cantidad de agua y residuos de coccidiostáticos y antibióticos que irán a interferir en el proceso de fermentación de los abonos. Algunos agricultores vienen experimentando con éxito, la utilización de otros estiércoles de: conejos, caballos, ovejas, cabras, cerdos vacas y patos. Y hasta ser sustituido en algunos casos, por harinas de sangre, hueso y pescado.

C. La cascarilla de arroz:

Mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y filtraje de nutrientes. Beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que favorece a los vegetales para darle una mayor resistencia contra insectos y microorganismos. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus. En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo y potasio, al mismo tiempo que ayuda a corregir la acidez de los suelos.

La cascarilla de arroz puede ocupar, en muchos casos, hasta un tercio del volumen total de los ingredientes de los abonos orgánicos. Es recomendable para controlar los excesos de humedad cuando se están preparando los abonos fermentados. Puede ser sustituida por cascarilla de café y pajas bien

secas y trituradas. En algunos casos en menor proporción, los pedazos de madera pueden sustituirla en alguna proporción.

D. Miel de purga o melaza de caña:

Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos, favoreciendo la multiplicación de la actividad microbiológica. Es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes principalmente el boro.

Para conseguir una aplicación homogénea de la melaza durante la fabricación de los abonos orgánicos fermentados, se recomienda diluirla en una parte del volumen de agua que se utilizara al inicio de la preparación de los abonos.

E. Levadura/tierra de floresta virgen/ Bocashi:

Estos tres ingredientes se constituyen en la principal fuente de inoculación microbiológica para la fabricación de abonos fermentados. Los agricultores centroamericanos, inicialmente para desarrollar su primera experiencia en la fabricación de los abonos fermentados, utilizaron con éxito la levadura para pan, tierra de floresta o los dos ingredientes al mismo tiempo. Después de algún tiempo seleccionaron una buena cantidad de su mejor abono curtido, tipo bocashi, para utilizarlo constantemente como su principal fuente de inoculación, acompañada de una cantidad de levadura.

Después de haber logrado fabricar el primer abono fermentado y ensayarlo con éxito en los cultivos, es recomendable separar un poco para utilizarlo como fuente de inoculación en la elaboración de un nuevo abono, el cual puede ir acompañado de levadura para acelerar el proceso de fermentación. Se recomienda utilizar levadura granulada, que muestra facilidad para conservarla.

F. Tierra común:

En muchos casos, ocupa hasta una tercera parte del volumen total del abono que se desea fabricar. Entre muchos aportes, tiene la función de darle homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y consecuentemente, lograr una buena fermentación. Por otro lado, funciona como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo con sus necesidades. Dependiendo de su origen puede aportar variados tipos de arcillas, inoculación microbiológica y otros elementos indispensables para el desarrollo normal de los vegetales.

En algunos casos es conveniente seleccionar la tierra con la finalidad de liberarla de piedras, grandes terrones y maderas.

G. Carbonato de calcio o cal agrícola:

Su función principal es regular la acidez que presenta durante todo el proceso de fermentación, cuando se esta elaborando el abono orgánico, dependiendo de su origen, natural o fabricada puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas (13).

3.7.MARCO REFERENCIAL.

3.7.1. Localización:

El municipio de Palín, pertenece al departamento de Escuintla, ubicado a 40 kilómetros de la ciudad capital. Sus coordenadas son 14° 24' 14" de latitud y una longitud de 90° 41' 55". A una altitud de 1,048 m.s.n.m. El municipio cuenta con una extensión de 88 Km² de área total (15).

3.7.2. Climatología:

El clima de Palín esta caracterizado por dos estaciones, severamente seca y muy húmeda, de casi igual duración. La época de sequía se extiende desde noviembre hasta abril y hay por lo general bastante lluvia entre los meses de Julio a Octubre, existiendo un promedio anual total de 1,588.1 mm. (datos de INSIVUMEH).

La temperatura es moderada en general agradable, las variaciones de temperatura oscilan entre los 18°C y 24°C.

Por lo general existen vientos intensos que aumentan de Noviembre a Febrero. Existe una humedad relativa promedio de 80% (15).

3.7.3. Zona de Vida:

En general según sus características climáticas y vegetativas se ubican según el sistema de clasificación de Holdrige, citado por De la Cruz (4), como bosque húmedo Subtropical templado.

3.7.4. Suelos:

De acuerdo al sistema de clasificación de Simons, Tarano y Pinto (15), los suelos de Palín son en su mayoría profundos sobre materiales volcánicos de color oscuro y existe una pequeña parte de suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados.

Los suelos del municipio pertenecen a la serie Palín (PI), sentados sobre toba volcánica como material madre, el relieve es muy inclinado y el drenaje interno es muy rápido.

4. OBJETIVOS

- 4.1. General: Obtener información sobre la disponibilidad de elementos minerales esenciales para las plantas provenientes de diferentes mezclas y formas de preparación del abono orgánico tipo bocashi a base de pulpa de café.**

- 4.2. Específicos:**
 - 4.2.1. Determinar la proporción de pulpa de café que aporte a la mezcla el mejor contenido de nutrientes asimilables para las plantas.**

 - 4.2.2. Cuantificar, materia orgánica, relación C/N, carbono orgánico, pH y temperatura del abono preparado.**

 - 4.2.3. Comparar el contenido de nutrientes de cada una de las mezclas del abono preparado con la gallinaza y pulpa de café sola.**

 - 4.2.4. Seleccionar de las alternativas que se presentan del abono preparado, la que más se ajusten a los requerimientos nutricionales del café.**

 - 4.2.5. Cuantificar costos de producción de la preparación del bocashi.**

5. HIPÓTESIS

- 5.1. A mayor proporción de pulpa de café en el abono tipo bocashi, aumenta el contenido en por lo menos un elemento comparado con la pulpa de café sola.
- 5.2. La forma de preparación del abono orgánico tipo bocashi no influye en el contenido de elementos minerales.
- 5.3. Al menos uno de los tratamientos llena los requerimientos nutricionales de la planta del cafeto.
- 5.4. Los costos de preparación de fertilizante orgánico fermentado tipo bocashi, son equivalentes a los de otros abonos orgánicos utilizados en la región y son menores a los de fertilizantes comerciales.

6. METODOLOGÍA

6.1. Diseño Experimental:

Se estableció un experimento dispuesto en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

Cada repetición fue una forma de preparar el abono. En América Latina los agricultores han experimentado con diversas formas de preparar las mezclas, en este caso se refiere al momento de agregar agua con rapadura y voltear las diferentes capas que conforman el abono con el fin de homogenizar. Se han generalizado tres formas de preparar bocashi, las cuales se describen en las figuras 1, 2, 3. (Ver anexo.)

Forma de preparación 1. :

Se colocaron capas de los distintos componentes una sobre la otra. Es decir se preparó una capa de gallinaza, sobre ella una capa de carbón y en forma sucesiva, capas de cascarilla de arroz, cal agrícola, tierra común seleccionada y pulpa de café. Al compuesto se le aplicó rapadura quebrantada disuelta en agua hasta humedecerlo totalmente. Seguidamente se mezclaron las capas con una pala hasta homogenizarlo completamente.

El abono así homogenizado, se extendió en forma de cama a una altura de 20 cms.

Forma de preparación 2. :

Al igual que la forma de preparación 1, se dispuso en capas los distintos componentes del abono. Seguidamente se procedió a mezclar hasta homogenizar bien los componentes del mismo; ésta se humedeció con rapadura quebrantada disuelta en agua hasta obtener una humedad adecuada. Al final se extendió el abono en forma de cama hasta una altura de 20 cms.

Como se puede apreciar, la diferencia de la forma 2 con la forma 1 es que la disolución (agua + rapadura) se vierte posteriormente, cuando todos los componentes están debidamente mezclados y homogenizados.

Forma de preparación 3.:

Es una variante de la forma 1, así: Se hicieron tres subgrupos apilando en cada grupo los componentes en forma de capas. Se homogenizaron en forma independiente, cada uno de estos subgrupos se humedeció con la disolución (agua + rapadura). Por último se unieron formando un solo

promontorio, y luego al igual que en las otras formas de preparación se extendió formando una cama de 20 cms. de altura.

Las tres formas de preparación fueron preparadas en un ambiente separado para cada uno y sobre un lienzo de polietileno de color negro de 4 mm. de grosor, con fines de evitar el contacto directo con el suelo.

Para protegerlo de lluvia, viento, polvo y acceso de aves u otros agentes extraños, se implementó un techo de polietileno negro.

6.2. Descripción de los tratamientos:

Para todos los tratamientos se utilizaron los mismos componentes en las mismas proporciones, variando únicamente las proporciones de pulpa de café y cascarilla de arroz.

Cuadro 6. Componentes del abono orgánico tipo Bocashi a base de subproductos del café

GALLINAZA
CARBON QUEBRADO EN PARTICULAS PEQUEÑAS
CASCARILLA DE ARROZ
CARBONATO DE CALCIO O CAL AGRÍCOLA
TIERRA COMUN SELECCIONADA
PULPA DE CAFÉ DESCOMPUESTA
AGUA CON RAPADURA

Cada tratamiento tuvo un peso de 100 libras pero los componentes se manejaron en porcentaje

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos evaluados expresados en porcentaje (%)

No	BLOQUE O REPERTICION	PROPORCIONES DE LOS INGREDIENTES DEL BOCASHI					
		GALLINAZA	TIERRA NEGRA	CARBON	CAL AGRICOLA	CASCARILLA	PULPA
1	Forma 1	20	20	5	5	30	20
2	Forma 1	20	20	5	5	10	40
3	Forma 1	20	20	5	5	20	30
4	Forma 1	20	20	5	5	40	10
5	Forma 2	20	20	5	5	20	30
6	Forma 2	20	20	5	5	30	20
7	Forma 2	20	20	5	5	40	10
8	Forma 2	20	20	5	5	10	40
9	Forma 3	20	20	5	5	30	20
10	Forma 3	20	20	5	5	40	10
11	Forma 3	20	20	5	5	10	40
12	Forma 3	20	20	5	5	20	30

A todos los tratamientos se les agregó agua con rapadura disuelta en una solución compuesta de 50g de rapadura / galón de agua. A cada tratamiento se le aplicó aproximadamente 0.5 galones de solución diaria.

6.3. Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + B_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta asociada a la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general.

T_j = Efecto de la j -ésima proporción de pulpa.

B_i = Efecto de la i -ésima forma de preparación.

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

6.4. Descripción de la unidad experimental:

Cada unidad experimental constó de 100 libras de la mezcla del abono orgánico fermentado preparada y homogenizada, la cual se distribuyó en forma rectangular a una altura de 20 centímetros.

6.5. Manejo del experimento:

El experimento se realizó bajo sombra, debido a que para la elaboración de bocashi se recomienda la no exposición al sol y a la lluvia. Por ello el experimento se realizó en una construcción de block con techo y piso cubierto de polietileno negro, también se cubrieron puertas y ventanas para evitar el daño por las aves y el viento. Las dimensiones de la estructura fueron de 4 metros de ancho x 2 metros de alto x 10 metros de largo.

Control de la humedad: Luego de elaborar las mezclas según la forma de preparación que le correspondía a cada tratamiento, figuras 1, 2, 3, se llevó control de la humedad diariamente la cual por las características del abono no puede ser ni excesiva ni escasa; por ello se recurrió al método del pufo evaluando el estado de humedad. Al escurrir existe exceso, si se desborona falta humedad por lo que debe aplicársele agua. La humedad de la mezcla debe estar entre un 30% a 40%. Tomando en cuenta el método descrito, se preparó una solución de rapadura y agua a razón de 50g de rapadura / galón de agua aplicando a cada tratamiento para mantener la humedad requerida 0.5 galón de solución diariamente.

Control de la temperatura: Es recomendable que para la elaboración de abonos orgánicos fermentados, la temperatura no sobrepase los 60 C . Para ello se llevó registro a través de dos lecturas diarias. También para el mantenimiento de los requerimientos de temperatura se hicieron a partir del segundo día de mezclado el abono dos volteos diarios, disminuyendo cuando se fue estabilizando este factor en la mezcla.

6.6. Toma de datos:

Al considerar que el abono orgánico se había estabilizado en su proceso de fermentación, tomando en cuenta para ello la temperatura y aspecto de la mezcla , (color negro oscuro, textura fina y homogénea y olor dulce), se tomó una muestra por tratamiento, las cuales fueron enviadas a laboratorio de suelos de ANACAFE, "Analab," analizándose también la pulpa de café y gallinaza utilizada para preparar el abono. Las determinaciones químicas realizadas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Metodología y determinación química a efectuada en el abono fermentado

DETERMINACIÓN QUÍMICA	METODOLOGÍA
Relación C / N	Incineración Seca
PH	Potenciómetro
Nitrógeno total	Microkjendhal
P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn.	Incineración seca por espectrofometría de adsorción atómica.

Fuente: Laboratorio de Suelos ANACAFE.

6.7. Variables a medir:

Las variables que se midieron son las siguientes:

Ceniza (%)

Nitrógeno total (%)

pH

Relación C / N (%)

Carbono orgánico (%)

Materia orgánica (%)

CaO, K₂O, MgO, P₂O₅, (%)

Cu, Fe, Mn, Zn , (ppm)

6.8. Análisis de la información:

6.8.1. Análisis Estadístico:

Se realizó un chequeo de supuestos para realizar análisis de varianza, con los datos obtenidos, observando que los errores tuvieran una distribución normal e independiente con media cero y varianza constante, homogeneidad de varianzas entre tratamientos y la aditividad del modelo; ello a través del sistema de análisis estadístico donde se aplicó la prueba de Kurtosis, Shapiro y Wilk, histograma de residuales y otras. Los datos de todas las variables pasaron dichas pruebas por lo que no fue necesario hacer ninguna transformación. Se aplicó un análisis de varianza a cada una de las variables N, pH,

C/N, CaO, Carbono Orgánico, K₂O, Materia Orgánica, MgO, P₂O₅, Cu, Fe, Mn, Zn., y al existir diferencias significativas entre tratamientos se desarrolló la prueba múltiple de medias de Tukey de donde se determinó los tratamientos que presentan las , mejores alternativas.

6.8.2. Análisis comparativo:

De manera independiente al análisis estadístico, al obtener los resultados del laboratorio de suelos, se comparó las variables evaluadas de los tratamientos con las variables de análisis químicos previos realizados a la gallinaza y la pulpa utilizada en la preparación del abono. Así mismo se compararon los análisis químicos; tratamientos de bocashi, gallinaza y pulpa sola, con los requerimientos nutricionales de la planta de café, donde se seleccionó a los que pueden complementar las exigencias nutricionales de la planta del cafeto.

6.8.3. Análisis Económico:

Debido a que no se cuenta con información acerca de ingresos, únicamente se realizó un análisis de costos simple, donde se evaluó el tratamientos que resultan más favorables en cuanto a los mismos, tomando en cuenta para ello la aportación mineral. Aquí también se describe el costo de cada uno de los insumos, de cada tratamiento, de la pulpa sola y de la gallinaza, con su respectiva discusión.

Se llevó registro para efectos de manejo del pH y temperatura diaria, las mismas no son variables sujetas de medición en el presente trabajo, se elaboraron gráficas para observar tendencias en el tiempo.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAFÉ.

Cuadro 9. Requerimientos nutricionales del cultivo del café.

Extracción de nutrientes kg/ha				
N	P2O5	K2O	Mg	S
258	45	528	33	25

Fuente: Inpofos, citado por ANACAFE (1).

Cuadro 10. Cálculo de aportes nutricionales (N-P-K) al cultivo del café con los abonos orgánicos comparados.

Abono	% Nutrientes			Nutrientes a ser aplicados por tonelada (kg/T)			Abono necesario para satisfacer requerimientos del cultivo (T/abono)			Nutrientes suplidos por dosis más baja (P) (kg de nutriente.)		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Gallinaza	2.59	4.35	4.70	25.9	43.5	47.0	9.96	1.03	11.23	26.677	44.9	48.41
Pulpa sola	2.06	0.76	2.56	20.6	7.6	25.6	12.52	5.92	20.63	121.95	44.9	151.55
10% pulpa	1.74	2.27	2.56	17.4	22.7	25.6	14.83	1.98	20.63	34.45	44.95	50.69
20% pulpa	1.31	1.56	1.84	13.1	15.6	18.4	19.69	2.88	28.70	37.72	44.93	52.99
30% pulpa	1.19	1.22	1.57	11.9	12.2	15.7	21.68	3.69	33.63	43.9	45.01	57.93
40% pulpa	2.29	3.05	3.98	22.9	30.5	39.8	11.27	1.48	13.27	33.89	45.14	58.90

Para escoger la dosis de abono a ser aplicada depende si se quiere maximizar, se calcula como en este caso en base a la dosis más baja de los nutrientes, que es P2O5, el cual queda cubierto con respecto a los requerimientos del cultivo, pero los otros nutrientes mayores tienen que complementarse con suplementos minerales. El problema que existe en el anterior cálculo es que existe mucha diferencia entre los requerimientos de nutrientes lo que hace que el nutriente menor quede cubierto y para los demás sea necesario complementar demasiado. Por ello es mejor utilizar un nutriente que se requiera en término intermedio y buscar un balance de manera que no exista exceso en cuanto al nutriente menos requerido ni falte mucho para complementar los nutrientes requeridos en mayor grado por el cultivo.

Cuadro 11. Cálculo de complementos con fertilizantes minerales

Abono Nutrientes Necesidad planta (Kg/ha)	Gallinaza			Pulpa sola			Pulpa 10%			Pulpa 20%			Pulpa 30%			Pulpa 40%					
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K			
258	45	280	258	45	280	258	45	280	258	45	280	258	45	280	258	45	280	258	45	280	
26.67	44.9	48.41	121.95	44.9	151.55	34.45	44.95	50.69	37.72	44.9	52.9	43.9	45.0	57.93	33.89	45.14	58.9	224.1	-0.14	221.1	
Suplemento Mineral.	231.3	0.1	231.6	136.05	0.1	128.45	223.5	0.05	228.3	0.07	227	214.1	-0.01	222	224.1	-0.14	221.1				

7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuadro 12. Contenido de Nitrógeno Total en (%) para cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	1.8	1.62	1.8	5.22	1.740
2	20 % Pulpa	1.25	1.39	1.28	3.92	1.307
3	30 % Pulpa	0.9	1.34	1.33	3.57	1.190
4	40 % Pulpa	2.9	2.4	1.67	6.97	2.290
Σ		6.85	6.75	6.08		
\bar{X}		1.71	1.687	1.520		

Tabla 1 Análisis de Varianza para la variable Nitrógeno total (%) obtenida

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	0.0748	0.0374 N.S.	0.30	10.92	5.14
TRATAM.	3	2.2375	0.7458 *	6.04	9.78	4.76
ERROR	6	0.74045	0.1234	.....	.....	.....
TOTAL	11	3.05277	.....	.....	.....	.....

C.V. = 21.52984 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 2 Prueba de Tukey para variable Nitrógeno total (%)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
4.	40% pulpa	2.290	A
1.	10% pulpa	1.740	A B
2.	20% pulpa	1.307	A B
3.	30% pulpa	1.190	B

Tabla 3 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 1	1.71	A
2	Forma 2	1.687	A
3	Forma 3	1.520	A

El resumen de ANDEVA indica que existen diferencias significativas entre las diferentes proporciones de pulpa evaluadas para la variable Nitrógeno total.

El coeficiente de variación de 21.52984 % sugiere que se efectuó un control apropiado de la variabilidad experimental.

La prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5% indica que el mayor contenido de Nitrógeno total lo posee el tratamiento No 4, con 40% de pulpa, con una media de 2.290 % de N, y es estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

La prueba de Tukey al mismo nivel anterior indica que todas las formas de preparación son estadísticamente iguales.

Aritméticamente se aprecia, que el tratamiento No 4 con la forma de preparación No 1, reportó el mayor porcentaje de nitrógeno: 2.9%, así mismo la tendencia aritmética reportó la mayor concentración de nitrógeno: 1.71%, para la forma de preparación de bocashi No 1.

Al existir mayor porcentaje de pulpa como en el tratamiento No 4, la acumulación de bacterias presentes, desdoblan las cadenas de carbono produciendo la descomposición de la misma, lo que se refleja en mayor cantidad de Nitrógeno disponible

Cuadro 13. pH de cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Formal	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	8	7.9	7.9	23.799	7.933
2	20 % Pulpa	7.9	7.7	7.9	23.499	7.833
3	30 % Pulpa	8.3	8.1	8	24.399	8.133
4	40 % Pulpa	6.1	6.1	7.10	19.299	6.433
Σ		30.3	29.8	30.9		
\bar{X}		7.575	7.45	7.725		

Tabla 4 Análisis de Varianza y prueba de Tukey para pH

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	3	0.15166	0.07583	0.76 N.S.	10.92	5.14
TRATAM.	2	5.43000	1.81000	18.25* *	9.78	4.76
ERROR	6	0.59500	0.09917	.....	.....	.....
TOTAL	11	6.17667	.....	.....	.....	.....

C.V. = 4.152625 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 5 Prueba de Tukey para pH.

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
3.	30% pulpa	8.133	A
1.	10% pulpa	7.933	A
2.	20% pulpa	7.833	A
4.	40% pulpa	6.433	B

Tabla 6 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 3	7.725	A
2	Forma 1	7.575	A
3	Forma 2	7.450	A

El Análisis de Varianza indica diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos con un coeficiente de variación que refleja buen control de la variabilidad experimental C.V. = 4.152625 %, debido a la característica especial de la variable pH. En la prueba de tukey con nivel de significancia del 5 % indica que la mejor alternativa de pH es la del tratamiento No 4 con 40% de pulpa, con una media de pH=6.433, la cual difiere estadísticamente de los demás. La prueba de Tukey para forma de preparación indica que no existen diferencias estadísticas entre las tres modalidades, son estadísticamente iguales.

Aparte de aplicar la metodología estadística se puede decir que los pH de todos los tratamientos se encuentran en un rango adecuado para los requerimientos del cultivo del café, a niveles en los que no se afecta la solubilidad de los nutrientes. Los pH de los tratamientos van de ligeramente ácido a ligeramente alcalinos.

Se observa la tendencia del pH de la pulpa a bajar de alcalino a ligeramente ácido por efecto del tiempo de descomposición y de la mezcla con otros componentes.

Cuadro 14. Relación C/N de los tratamientos evaluados en la elaboración de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	15.59	17.48	18.11	51.18	17.06
2	20 % Pulpa	17.57	16.81	16.4	50.70	16.9
3	30 % Pulpa	20.34	15.57	15.17	51.08	17.06
4	40 % Pulpa	10.34	11.22	14.5	36.06	12.02
Σ		63.84	61.08	64.18		
\bar{X}		15.960	15.270	16.045		

Tabla 7 Análisis de Varianza para la relación C / N

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	3	1.4453	0.72 N.S.	0.15	10.92	5.14
TRATAM.	2	55.9294	18.6431 N. S.	3.88	9.78	4.76
ERROR	6	28.8595	4.8099	.....	.....	.....
TOTAL	11	86.2342	.....	.....	.....	.....

C.V. = 13.91740 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable relación C / N, de los que se deduce que son estadísticamente iguales entre si. El tratamiento No 4 que posee 40% de pulpa presenta la media más baja con 12.020, y aporta la mayor cantidad de nitrógeno total con 2.29%. Las medias de los tratamientos 1, 2 y 3 de 17.06, 16.9 y 17.03 respectivamente pueden considerarse aceptables. No se detectan diferencias significativas en la forma de preparación por lo que se infiere que son estadísticamente iguales como lo muestra el análisis de varianza.

Se observa una rápida descomposición de materiales inertes sobre todo en el tratamiento No 4, y en la forma 1, específicamente, con una relación C / N de 10.34 % con un aporte de Nitrógeno total de 2.9% siendo éste el mayor dato en lo que se refiere a esta variable. Lo anterior explica que existe mayor contenido de nitrógeno con respecto al carbono, de lo que se deduce que el bocashi se encuentra en disponibilidad de ser aplicado y que para el caso del tratamiento No 4, existe nitrógeno disponible antes de 30 días, tiempo al que se tomaron los resultados finales.

Cuadro 15. Contenido de CaO (%) de los tratamientos evaluados en la Preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	2.77	2.49	2.51	7.77	2.59
2	20 % Pulpa	1.61	1.81	2.03	5.45	1.81
3	30 % Pulpa	1.86	1.72	3.65	7.23	2.41
4	40 % Pulpa	3.16	2.14	2.3	7.6	2.53
Σ		9.4	8.16	10.49		
\bar{X}		2.35	2.04	2.625		

Tabla 8 Análisis de Varianza para la variable CaO (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	0.67955	0.3397	0.86 N.S.	10.92	5.14
TRATAM.	3	1.13589	0.3786	0.96 N.S.	9.78	4.76
ERROR	6	2.37558	0.3953	.....	.....
TOTAL	11	4.19102	.....	.....	.....

C.V. = 26.91894 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

No se detectan diferencias significativas entre las proporciones de pulpa de café en cuanto al contenido en porcentaje de CaO. Todos los tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo el tratamiento No 1 reporta la media más alta: 2.590% seguido por el tratamiento 4 con una media de 2.533 %.

No se detecta diferencias significativas entre formas de preparación según el análisis de varianza. El mayor contenido en el tratamiento 1, puede considerarse debido a que en este tratamiento por tener menor porcentaje de pulpa se hace más notable la presencia de la cal agrícola y carbón utilizado en la mezcla.

Cuadro 16. Contenido de Carbono Orgánico (%) de cada uno de los tratamientos evaluados en la Preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	28.11	28.39	32.56	89.061	29.687
2	20 % Pulpa	21.94	23.44	20.94	66.321	22.107
3	30 % Pulpa	18.22	20.83	20.22	59.271	19.757
4	40 % Pulpa	28.94	26.94	24.28	80.16	26.720
Σ		97.21	99.6	98		
\bar{X}		24.30	24.9	24.5		

Tabla 9 Análisis de Varianza para la variable Carbono Orgánico (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	0.74135	0.370675 N.S.	0.08	10.92	5.14
TRATAM.	3	180.1168	60.03894 **	12.21	9.78	4.76
ERROR	6	29.5070	4.917841	.....	.....
TOTAL	11	210.3652	.....	.....	.....

C.V. = 9.026644 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 10 Prueba de Tukey para la variable Carbono Orgánico (%)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
1.	10% pulpa	29.687	A
4.	40% pulpa	26.720	A B
2.	20% pulpa	22.107	B C
3.	30% pulpa	19.757	C

Tabla 11 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 2	24.9	A
2	Forma 3	24.5	A
3	Forma 1	24.3	A

A través del análisis de Varianza se detectaron diferencias altamente significativas entre las diferentes proporciones de pulpa en cuanto a la variable Carbono Orgánico. El Coeficiente de Variación = 9.026644 % indica que hubo un adecuado control de la variabilidad experimental. La prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5% indica que la proporción de 10% es la presenta el mayor nivel con una media de 29.687% seguida del tratamiento 4 con la proporción de 40% de pulpa, el cual presenta una media de 26.720%.

Para forma de preparación no se detectaron diferencias significativas como se comprueba con la prueba de Tukey al 5%.

El tratamiento No 1, es el que posee mayor proporción de cascarilla de arroz y el tratamiento No 4 contiene la mayor proporción de pulpa, estos dos componentes del abono, están integrados de lignina, celulosa, hemicelulosa y otros tipos de material inerte que son fuente de materia orgánica y compuestos de carbono.

Cuadro 17. Contenido de K_2O (%) de cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Formal	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	2.39	2.48	2.81	7.68	2.560
2	20 % Pulpa	1.51	2.09	1.92	5.52	1.840
3	30 % Pulpa	1.74	1.50	1.46	4.701	1.567
4	40 % Pulpa	5.30	3.77	2.88	11.949	3.983
Σ		10.94	9.84	9.07		
\bar{X}		2.735	2.46	2.267		

Tabla 12 Análisis de Varianza para la variable K_2O (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	0.44165	0.22082 N.S.	0.46	10.92	5.14
TRATAM.	3	10.5298	3.50996 *	7.32	9.78	4.76
ERROR	6	2.87628	0.47938	.....	.....	.....
TOTAL	11	13.8478	.....	.....	.....	.....

C.V. = 27.83410 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativa

Tabla 13 Prueba de Tukey para la variable K_2O (%)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
4.	40% pulpa	3.983	A
1.	10% pulpa	2.560	A B
2.	20% pulpa	1.840	B
3.	30% pulpa	1.567	B

Tabla 14 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 1	2.735	A
2	Forma 2	2.460	A
3	Forma 3	2.268	A

El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre las proporciones de pulpa evaluadas en cuanto a la variable K_2O . La prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% indica que el mayor contenido de K_2O lo posee el tratamiento No 4 con 40% de pulpa, el cual presenta una media de 3.983 % de K_2O . El mismo es estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

La prueba de tukey con un nivel de significancia del 5% indica que no existen diferencias significativas entre las formas de preparación.

El tratamiento con mayor porcentaje de pulpa de café es el que contiene mayor contenido de potasio, el cual se encuentra en un rango adecuado. Se ha detectado que la pulpa del café es rica en este elemento, el cual por ser esencial es requerido por la planta en cantidades considerables, sobre todo en el cultivo del café donde favorece la calidad del grano.

Cuadro 18. Contenido de Materia Orgánica (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	50.6	51.10	58.6	160.299	53.433
2	20 % Pulpa	39.5	42.2	37.7	119.4	39.800
3	30 % Pulpa	32.8	37.5	36.4	106.701	35.567
4	40 % Pulpa	52.1	48.5	43.7	144.3	48.100
Σ		175	179.3	196.4		
\bar{X}		43.750	44.825	49.100		

Tabla 15 Análisis de Varianza para la variable contenido de Materia Orgánica (%).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	3	2.4050	1.2025 N.S.	0.08	10.92	5.14
TRATAM.	2	583.0691	194.3564 * *	12.19	9.78	4.76
ERROR	6	95.6283	15.93805	.....	.....
TOTAL	11	681.1025	.....	.....	.....

C.V. = 9.027133 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 16 Prueba de Tukey para la variable Materia Orgánica (%)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
1.	10% pulpa	53.433	A
4.	4.% pulpa	48.100	A B
2.	20% pulpa	39.800	B C
3.	30% pulpa	35.567	C

Tabla 17 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 3	49.100	A
2	Forma 2	44.825	A
3	Forma 1	43.750	A

En la tabla de ANDEVA se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La prueba de Tukey indica que el tratamiento con mayor contenido de materia orgánica es el tratamiento No 1 con 10% de pulpa, el cual es estadísticamente diferente a los demás y presenta una media de 53.433 % de materia orgánica. El siguiente tratamiento con mayor contenido de materia orgánica es el No 4 con una proporción de 40% de pulpa, con una media de 48.100 % de materia orgánica y es estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

No se detectan diferencias significativas en la forma de preparación de bocashi como se observa en la prueba de tukey con un nivel de significancia del 5%.

Los tratamientos con mayores contenidos de materia orgánica, son los que a su vez poseen mayor contenido de cascarilla de arroz, (tratamiento No 1), y pulpa de café, (tratamiento No 4). Debido a la constitución de estos materiales, la degradación es variable, lo que da origen a valores más altos de materia orgánica. Esto constituye una ventaja, ya que al ser aplicado el abono al suelo se promueve la formación de agregados, mejorando la bioestructura del mismo, lo que facilita a los microorganismos la humificación o mineralización, proceso que permite a las plantas aprovechar los nutrientes en forma asimilable.

Cuadro 19. Contenido de MgO (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Formal	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	0.73	0.81	0.75	2.2899	0.7633
2	20 % Pulpa	0.45	0.55	0.58	1.5801	0.5267
3	30 % Pulpa	0.48	0.45	0.48	1.41	0.4700
4	40 % Pulpa	0.6	0.42	0.63	1.65	0.5500
Σ		2.26	2.23	2.44		
\bar{X}		0.565	0.5575	0.61		

Tabla 18 Análisis de Varianza para la variable MgO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	0.00645	0.00322 N.S.	0.59	10.92	5.14
TRATAM.	3	0.148291	0.04943 *	9.07	9.78	4.76
ERROR	6	0.032683	0.00544	.....	.....
TOTAL	11	0.187425	.....	.....	.....

C.V. = 12.78014 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 19 Prueba de Tukey para la variable MgO, (%)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	TUKEY AL 5%
1.	10% pulpa	0.7633	A
4.	40% pulpa	0.5500	B
2.	20% pulpa	0.5267	B
3.	30% pulpa	0.4700	B

Tabla 20 Prueba de Tukey para forma de preparación

No	Formas	Medias	Grupos
1	Forma 3	0.61	A
2	Forma 1	0.565	A
3	Forma 2	0.5575	A

El resumen de ANDEVA indica que existen diferencias significativas entre las proporciones de pulpa en cuanto a la variable MgO (%). Al aplicar la prueba de diferencias de medias se detectó que el tratamiento No 1 con una proporción del 10% de pulpa es el que contiene el mayor contenido con una media de 0.7633 % de MgO, el cual es estadísticamente diferente a los demás. El segundo tratamiento con mayor contenido es el No 4 con 40% de pulpa el cual posee una media de 0.5500 % de MgO, el mismo es estadísticamente diferente al primero e igual a los otros tratamientos.

No se detectaron diferencias significativas en cuanto a la forma de preparación, todos las formas son estadísticamente iguales como se observa en la prueba de Tukey al 5% de significancia.

En el tratamiento No 1, con mayor contenido de magnesio, el cual posee la menor proporción de pulpa, el contenido de la cal agrícola se hace evidente. En términos generales, en la naturaleza el calcio casi siempre va asociado con el magnesio, por lo que al aplicar cal agrícola indirectamente se aplica magnesio.

Cuadro 20. Contenido de P₂O₅ (%) de cada uno de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	X̄
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	2.24	2.29	2.29	6.819	2.273
2	20 % Pulpa	1.47	1.51	1.69	4.671	1.557
3	30 % Pulpa	1.49	1.4	0.78	3.669	1.223
4	40 % Pulpa	4.58	2.29	2.29	9.159	3.053
Σ		9.78	7.49	7.05		
X̄		2.445	1.87	1.76		

Tabla 21 Análisis de Varianza para la variable P_2O_5 (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	1.074216	0.5371 N.S.	1.17	10.92	5.14
TRATAM.	3	509434	1.98113 N.S.	4.32	9.78	4.76
ERROR	6	2.74985	0.45831	.....	.....	.....
TOTAL	11	9.76746	.....	.....	.....	.....

C.V. = 33.40385 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

El Análisis de Varianza indica que no existen diferencias significativas entre las proporciones de pulpa evaluadas en cuanto al contenido de P_2O_5 (%). Todos los tratamientos son estadísticamente iguales. El tratamiento que posee el mayor contenido es el No 4 con proporción del 40% de pulpa el cual posee una media de 3.053 %. El segundo tratamiento con mayor contenido de P_2O_5 es el No 1 con una proporción del 10 % de pulpa, el cual posee una media de 2.273 % de P_2O_5 .

En cuanto a la forma de preparación no se detectan diferencias significativas como se observa en el análisis de varianza.

Aquí puede observarse en los tratamientos con mayor contenido de fósforo, el efecto de la gallinaza en la mezcla y de la aportación de éste elemento por parte de la pulpa. El contenido de fósforo para todos los bocashi, es mayor al de la pulpa de café sola.

Cuadro 21. Contenido de Cobre (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	35.20	40.30	26.90	102.4	34.13
2	20 % Pulpa	35.90	39.00	40.40	115.3	38.43
3	30 % Pulpa	37.30	39.40	28.60	105.3	35.10
4	40 % Pulpa	38.60	25.70	42.50	106.8	35.6
Σ		147	144.4	138.4		
\bar{X}		36.75	36.1	34.6		

Tabla 22 Análisis de Varianza para la variable Cobre (ppm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	9.7266	4.8633 N.S.	0.09	10.92	5.14
TRATAM.	3	30.723	10.2411 N.S.	0.20	9.78	4.76
ERROR	6	312.56	52.0944.	.....	.....
TOTAL	11	353.0.66	.....	.....	.....

C.V. = 20.15165 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

El Análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre las diferentes proporciones de pulpa evaluadas, todos los tratamientos son estadísticamente iguales. El tratamiento con el mayor contenido de cobre es el No 2 que posee 20 % de pulpa, con una media de 38.433 ppm de cobre, el segundo tratamiento con mayor contenido es el No 4 con proporción del 40% de pulpa el cual posee una media de 35.600 ppm de Cobre. No existen diferencias significativas para formas de preparación, las mismas son estadísticamente iguales como se observa en la tabla de ANDEVA.

En general todos los tratamientos presentan niveles adecuados de cobre. Este elemento aunque no es requerido en grandes cantidades por las plantas, es totalmente indispensable en la nutrición, ya que sin la presencia del mismo la planta no puede formar su semilla.

Cuadro 22. Contenido de Hierro (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Formal	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	3444	3356.9	3059.40	9860.3	3286.7
2	20 % Pulpa	4017.2	3904	4350.40	12271.6	4090.53
3	30 % Pulpa	4136.9	4065.8	3909.60	12112.3	4037.43
4	40 % Pulpa	3530.5	2899.10	3967.8	10397.4	3465.8
Σ		15128.6	14225.8	15287.2		
\bar{X}		3782.15	3556.45	3821.8		

Tabla 23 Análisis de Varianza para la variable Hierro (ppm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	163897.647	81948.823 N.S.	0.78	10.92	5.14
TRATAM.	3	1471102.68	490367.562 N.S.	4.67	9.78	4.76
ERROR	6	629520.733	104920.122	.....	.....
TOTAL	11	2264521.067	.....	.....	.....

C.V. = 8.707047 % * * = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

El resumen de ANDEVA indica que no existen diferencias significativas entre las proporciones de pulpa evaluadas con respecto a la variable hierro. Todos los tratamientos son estadísticamente iguales. El tratamiento que posee el mayor contenido de Fe es el No 2 con proporción de 20 % de pulpa el cual posee una media de 4090.5 ppm de Fe, el segundo tratamiento con mayor contenido es el No 3 el cual posee 30% de pulpa con una media de 4037.4 ppm de Hierro. Todos los tratamientos incluso el que presenta menor contenido comparado con los demás tiene abundante contenido de hierro.

No existen diferencias significativas en cuanto a la forma de preparación como se observa en el Análisis de Varianza a un nivel de significancia del 5 %.

Es ventajoso el tener una buena cantidad de este elemento en el abono. Casi todos los suelos contienen hierro en cantidad suficiente, pero en terrenos cultivados se convierte fácilmente en formas inaprovechables o se pierde por lavado, lo que impide ser absorbido por la planta y cumplir sus funciones fisiológicas básicas.

Cuadro 23. Contenido de Manganeso (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	242.60	251.50	230.10	724.2	241.4
2	20 % Pulpa	300.00	288.10	369.50	957.6	319.2
3	30 % Pulpa	302.60	289.10	255.70	847.4	282.46
4	40 % Pulpa	296.20	175.10	308.00	779.3	259.76
Σ		1141.4	1003.8	1163.3		
\bar{X}		285.35	250.95	290.825		

Tabla 24 Análisis de Varianza para la variable Mn (ppm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	2	3737.8016	1868.9008 N.S	0.91	10.92	5.14
TRATAM.	3	10115.1958	3368.3986 N.S	1.64	9.78	4.76
ERROR	6	12347.3716	2057.8953	.....	.....
TOTAL	11	26190.3691	.....	.....	.....

C.V. = 16.45363 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

En el análisis de varianza efectuado no se detectan diferencias significativas entre los tratamientos, todos los tratamientos son estadísticamente iguales, y sucede lo mismo con las formas de preparación.

El tratamiento con mayor contenido es el No 2 con una proporción de 20% de pulpa, el mismo posee una media de 319.20, la segunda media más alta es la del tratamiento No 3 con proporción de 30% de pulpa, la cual es de 282.47 ppm de Manganeso.

Al igual que el hierro, éste elemento la mayor parte de los suelos lo contiene en cantidades suficientes, pero suele perderse por lavado en los suelos de reacción ácida, o hacerse más o menos inaprovechable en los suelos alcalinos. Tomando en cuenta lo anterior, todos los tratamientos contienen un adecuado nivel de manganeso y poseen un pH adecuado para el efecto, lo que presenta una ventaja del abono, que al ser aplicado al suelo proporciona nutrientes fácilmente aprovechables por las plantas.

Cuadro 24. Contenido de Zinc (ppm) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi.

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	115.40	125.50	134.60	375.5	125.16
2	20 % Pulpa	73.00	79.50	102.40	254.9	84.96
3	30 % Pulpa	68.20	67.50	58.00	193.7	64.56
4	40 % Pulpa	228.70	147.40	136.60	512.7	170.9
Σ		485.3	419.9	431.6		
\bar{X}		121.325	104.975	107.9		

Tabla 25 Análisis de Varianza para la variable Zinc (ppm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
FORMAS	3	694.81167	347.4 N.S.	0.36	10.92	5.14
TRATAM.	2	18700.56	6233.52 *	6.39	9.78	4.76
ERROR	6	5853.8550	975.64250	.....	.....	.....
TOTAL	11	25249.22667	.....	.....	.....	.....

C.V. = 28.25017 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 26 Prueba de Tukey para la variable Zinc (ppm.)

No	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
4.	40% pulpa	167.57	A
1.	10% pulpa	125.17	A B
2.	20% pulpa	84.97	A B
3.	30% pulpa	64.57	B

El análisis de varianza Indica que existen diferencias significativas entre las proporciones de pulpa evaluadas para la variable Zinc. La prueba de Tukey al 5% de significancia muestra que el tratamiento con mayor contenido es el No 4 con 40% de pulpa, el cual posee una media de 167.57 ppm de Zinc. El mismo difiere estadísticamente con los demás tratamientos evaluados para dicha variable.

No existen diferencias significativas entre las diferentes formas de preparación como se observa en el análisis de varianza.

Este elemento es requerido en poca cantidad por la planta, por lo que todos los tratamientos contienen niveles que pueden cubrir la necesidad de este elemento en forma general.

Cuadro 25 Contenido de Ceniza (%) de los tratamientos evaluados en la preparación de Bocashi

No	Tratamiento	Repeticiones			Σ	\bar{X}
		Forma 1	Forma 2	Forma 3		
1	10 % Pulpa	49.40	48.90	41.40	139.7	46.56
2	20 % Pulpa	60.50	57.80	62.30	180.6	60.2
3	30 % Pulpa	67.20	62.50	63.60	193.3	64.4
4	40 % Pulpa	47.90	51.50	56.70	156.1	52.03
Σ		225	220.7	224		
\bar{X}		56.25	55.17	56		

Tabla 27 Análisis de Varianza para la variable Ceniza (%)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 1 %	F 5 %
BLOQUES	2	2.53166	1.265833 N.S.	0.08	10.92	5.14
TRATAM.	3	580.009	193.3364 **	11.70	9.78	4.76
ERROR	6	99.128	16.5214	.....	.....	.....
TOTAL	11	681.669	.....	.....	.....	.....

C.V. = 7.283233 % ** = altamente significativo * = significativo N.S. = No significativo

Tabla 28 Prueba de Tukey para la variable Ceniza (%)

No.	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS
3.	30% pulpa	64.433	A
2.	20% pulpa	60.200	A B
4.	40% pulpa	52.033	B C
1.	10% pulpa	46.567	C

El Análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas entre las proporciones de pulpa evaluadas con respecto a la variable ceniza, no así para las formas de preparación. La prueba de Tukey indica que el tratamiento con menor contenido de ceniza es el No 1 que posee 10% de pulpa

el cual presenta una media de 46.567 % de Ceniza. El segundo tratamiento con menor contenido de ceniza es el No 4, que posee una proporción de 40% de pulpa y presenta una media de 52.033%. Ambos tratamientos son estadísticamente diferentes.

7.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 26. Costos de los ingredientes de los abonos fermentados tipo "Bocashi" evaluados, y otros insumos expresado en Quetzales.

Ingrediente	Cantidad	Costo unitario	Costo Total (Q)
Gallinaza	6 sacos	6.00	36.00
Carbón	1 saco	30.00	30.00
Tierra	240 lbs.	-	-
Cascarilla de arroz	6 sacos	4.00	24.00
Cal agrícola	60 lbs	1.00	60.00
Rapadura	5 paquete	13.00	65.00
Agua	180 galones	-	-
Pulpa de café	400 lbs.	-	-
Transporte	--	-	50.00
Polietileno	12 yardas	-	60.00

Costos expresados en quetzales para fabricar 12 quintales de biofertilizante bocashi en el municipio de Palín, Escuintla.

Cuadro 27. Cuadro comparativo de costos de abonos accesibles en el municipio de Palín expresado en Quetzales.

Abono	Costo por quintal
Fertilizante promedio N-P-K	80.00
Abono tipo Bocashi	25.00
Gallinaza	16.00
Pulpa de café	00.00

Como puede observarse con el costo de un quintal de fertilizante comercial se puede comprar o fabricar varias de las otras alternativas con similitud en cuanto a la aportación de nutrientes minerales a las plantas. La diferencia entre el primero y los otros tres es básicamente en que su efecto es a corto plazo y los demás abonos, de tipo orgánico hacen efecto a largo plazo pero durante un período más prolongado de tiempo.

El abono orgánico tipo Bocashi tiene la ventaja de que cuenta en su composición con gallinaza y pulpa de café. Además todos los ingredientes que lo componen son de fácil adquisición en la región.

Cuadro 28. Medias de las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos y análisis químico de la pulpa de café y gallinaza.

Identificación	%											ppm			
	Ceniza	N	pH	C/N	CaO	Carbono Orgánico	K ₂ O	Materia Orgánica	MgO	P ₂ O ₅	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	
Gallinaza	22.40	2.59	7.50	18.63	4.24	43.11	4.70	77.60	1.83	4.35	35.60	786.70	405.60	223.30	
Pulpa sola	44.40	2.06	9.20	15.03	2.31	30.89	2.56	55.60	0.40	0.76	26.80	1689.00	216.60	74.70	
10% pulpa	46.567	1.740	7.933	17.060	2.590	29.687	2.560	53.433	0.7633	2.273	34.133	3286.8	241.40	125.17	
20% pulpa	60.200	1.307	7.833	16.927	1.817	22.107	1.840	39.800	0.5267	1.557	38.433	4090.5	319.20	84.97	
30% pulpa	64.433	1.190	8.133	17.027	2.410	19.757	1.567	35.567	0.4700	1.223	35.100	4037.4	282.47	64.57	
40% pulpa	52.033	2.290	6.433	12.020	2.533	26.720	3.983	48.100	0.5500	3.053	35.600	3465.8	259.77	167.57	
% de Ef. *		11			9.65	-15.60	55.58	-15.59	37.5	30.5	32.83	105	19.93	124.32	

*Porcentaje de incremento o eficiencia del tratamiento No 4 con respecto a la pulpa de café sola. $\%Ef = (\text{trat4} - \text{pulpa sola} / \text{trat4}) * 100$

En general puede observarse como la mezcla con otros elementos favorece en contenido de nutrientes a la pulpa de café sola. El tratamiento No 4, (con 40% de pulpa) es el que al evaluar el incremento de contenidos minerales presenta la mejor tendencia de lo que se deduce que el bocashi es más rico en cuanto a aportación mineral se refiere.

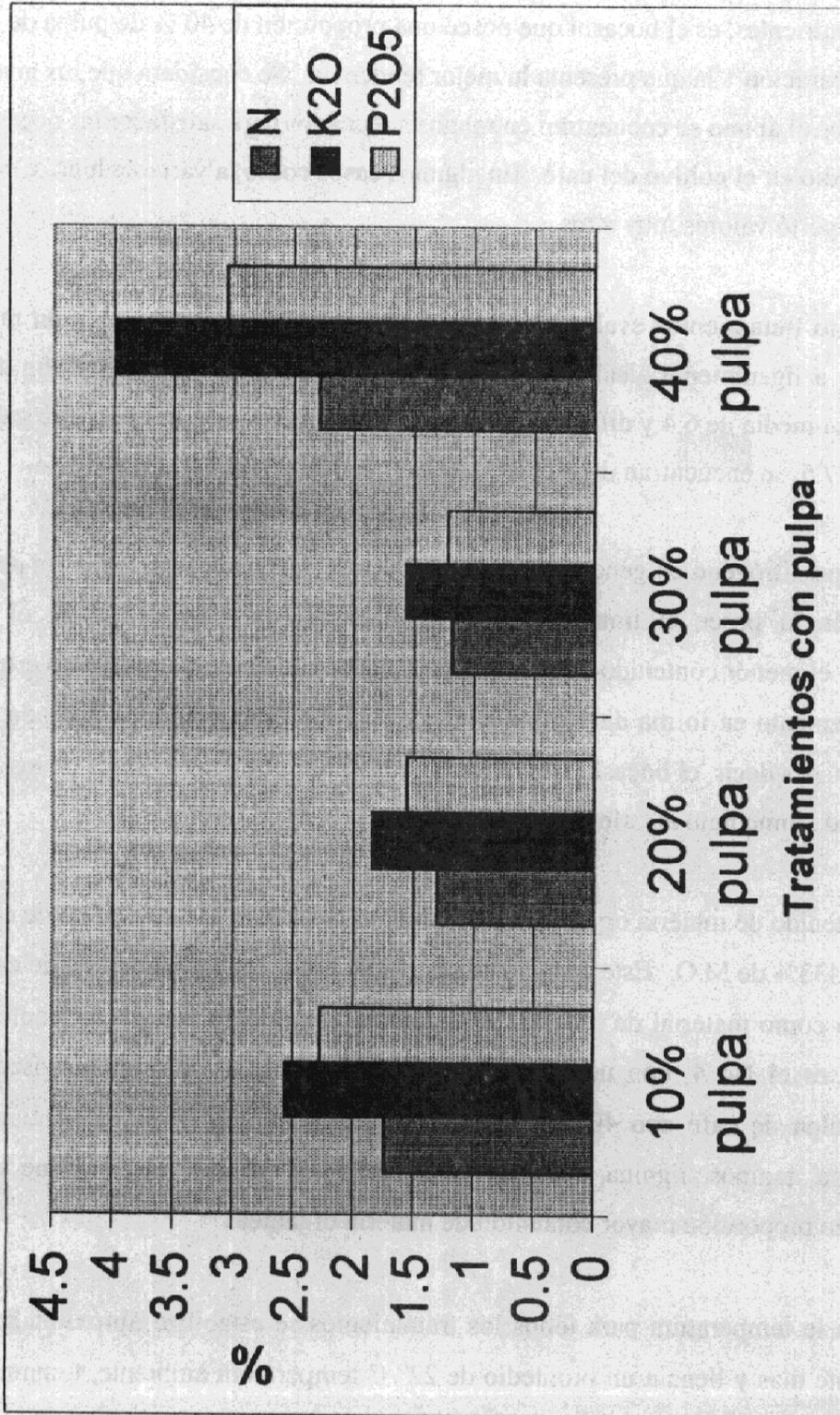


Figura 1. Tendencia de los elementos N-P-K en función del porcentaje de pulpa de café.

8. CONCLUSIONES

- De los tratamientos evaluados, el abono que en general aporta a la mezcla el mayor contenido de macro y micronutrientes, es el bocashi que posee una proporción de 40 % de pulpa de café, y es la forma de preparación 1 la que presenta la mejor tendencia. Se considera que los niveles de nutrientes que posee el abono se encuentran en rangos adecuados para satisfacer las necesidades de un suelo promedio en el cultivo del café. En algunos casos como la variable hierro, en todos los tratamientos reportó valores muy altos.
- El pH de los cuatro tratamientos evaluados se considera adecuado y se ubica en un rango de ligeramente ácido a ligeramente alcalino. El pH del tratamiento No 4, bocashi con 40% de pulpa, presenta una media de 6.4 y difiere de los otros tratamientos; éste y el pH de la gallinaza, con una media de 7.5, se encuentran dentro del rango requerido por el cultivo del café-
- La relación carbono/nitrógeno en general puede considerarse adecuada para todas las opciones. La menor relación la posee el tratamiento No 4, bocashi con 40% de pulpa, el mismo tratamiento posee el menor contenido de carbono y el mayor contenido de nitrógeno esto indica que posee este elemento en forma disponible antes del tiempo establecido, comparado con los otros tratamientos. Es decir, el bocashi con 40% de pulpa puede obtenerse antes de los 30 días, para ser aplicado de inmediato al cafeto.
- Posee mayor contenido de materia orgánica el tratamiento No 1, con 10% de pulpa de café, con una media de 53.433% de M.O. Este tratamiento es el que posee mayor contenido de cascarilla de arroz utilizada como material de relleno. El siguiente tratamiento con mayor contenido de materia orgánica es el No 4, con una media de 48.100% de M.O., el mismo posee mayor proporción de pulpa de café con 40%. Tanto la cascarilla como la pulpa contienen alto contenido de fibra, taninos, lignina, celulosa y hemicelulosa, lo que propicia que a mayor volumen, exista en proporción mayor contenido de materia orgánica.
- Se considera que la temperatura para todos los tratamientos se estabiliza aproximadamente a partir de los veinte días y llega a un promedio de 22° C temperatura ambiente, tomando como

base este parámetro se considera que el bocashi está listo para ser aplicado a los 30 días de preparado.

- Con respecto a los costos de abonos orgánicos utilizados en la región, la mejor alternativa es la pulpa sola, de la cual el único rubro es transporte. La gallinaza también es de bajo costo Q 16.00 el quintal. Pero si se quiere maximizar el uso de los anteriores abonos, cualquiera de los bocashi evaluados ofrecen buenas posibilidades, ya que con un quintal de pulpa y otro de gallinaza se obtienen cinco quintales de bocashi con características nutricionales de ambas, complementado con otros elementos, a un costo promedio inicial de Q 17.00 por quintal, sin incluir costos fijos.
- En cuanto a los requerimientos nutricionales del cultivo se tomó como base para hacer los cálculos el nutriente menos requerido por la planta, (el cultivo del café extrae del suelo 45kg/ha de P₂O₅), del cual no se necesita suplemento mineral para todos los abonos comparados. Tomando este criterio de la dosis menor, con el cual se maximiza el uso del abono en cuanto al área a fertilizar, se detectó que la pulpa sola, presenta un balance adecuado respecto a las necesidades del café y por lo mismo para éste análisis, requiere de menos suplemento mineral comparado con los otros abonos. Por otro lado tanto la gallinaza como el bocashi con 40% de pulpa poseen alto contenido de Nitrógeno, Potasio y fósforo, pero al hacer los cálculos tomando en cuenta el nutriente menos requerido por el cultivo, o sea el fósforo se necesita de mayor suplemento mineral para compensar los requerimientos de los otros nutrientes.
- Se pudo observar que con la pulpa aumentó el contenido de nutrientes, así el bocashi con proporción de 40% de pulpa tiene en general las mejores características, y posee un porcentaje de incremento mayor para todos los nutrientes que la pulpa de café sola. Por otra parte con la gallinaza se incrementa el contenido mineral ya que la misma sola posee mayor nivel de nutrientes que los bocashi evaluados, pero con esta técnica se maximiza su uso y se mejoran características físicas indispensables para la mejor asimilación por parte de la planta, como se comprueba en el cuadro No 27 y en la figura 1.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la elaboración de bocashi las siguientes proporciones de materiales:
 - Pulpa 40%.
 - Gallinaza 20%.
 - Tierra negra 20%.
 - Carbón molido 5%.
 - Cal agrícola 5%.
 - Cascarilla de arroz 10%.

- Para la forma de preparación se recomienda hacerlo de la manera número uno, que consistió en: Se colocaron capas de los distintos componentes una sobre la otra. Es decir se preparó una capa de gallinaza, sobre ella una capa de carbón y en forma sucesiva, capas de cascarilla de arroz, cal agrícola, tierra común seleccionada y pulpa de café. Al compuesto se le aplicó rapadura quebrantada disuelta en agua hasta humedecerlo totalmente. Seguidamente se mezclaron las capas con una pala hasta homogenizarlo completamente. El abono así homogenizado, se extendió en forma de cama a una altura de 20 cms.

- Económicamente es recomendable el abono fermentado, bocashi, porque comparándolo con el valor de la gallinaza son relativamente iguales; aparte de eficientar los contenidos de los elementos minerales comparados con la pulpa, también se incrementa en volumen de abono en cinco veces utilizando la proporción del 20% de gallinaza.

- Es necesario realizar evaluaciones a nivel de campo, utilizando el tratamiento No 4 con 40% de pulpa y la forma de preparación No 1, para observar el efecto que tiene éste abono tipo bocashi, sobre la planta; tanto a nivel de almácigo como en plantaciones en producción, evaluando el rendimiento a fin de detectar una dosis adecuada y la necesidad de suplemento mineral con otros abonos, tomando en cuenta para ello, además de los requerimientos nutricionales del cultivo, el análisis de suelo del área.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ. (Gua.) 1,998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala, Guatemala. 317 p.
2. BARRIOS, A. 1,998. Reconversión de los beneficios húmedos; respuesta del sector café. Revista CAFETÍN (Gua.) No 9: 2-3.
3. BERDUCIDO P. , L. A. 1,975. Efecto de niveles protéicos y pulpa de café en cerdos criollos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1,982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. GARCIA, C. A. 1,998. Evaluación de cinco dosis de torta deshidratada de higuerrillo (Ricinus comunis), una de pulpa de café, comparada con un nematocida químico, en almácigo de café (Coffea arabica L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
6. GIRON T., J. 1,999. Como aprovechar la pulpa del café. Revista. El Cafetal (Gua.) 1 (2) : 4-5.
7. HERRERA RIOS, G.A. 1,980. Comparación de medios de desarrollo de almácigos de café en bolsa, utilizando la pulpa de café con diferentes tratamientos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
8. LEE PAZOS, J. E. 1,990. Determinación de Macro y Micronutrientes existentes en la pulpa de café sometida a degradación enzimática (Stubble Digester) para su utilización como abono orgánico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 83 p.
9. LEIVA PEREZ, J. R. 1,988. Evaluación del degradador enzimático de rastros (Stubble Digester Plus.) en la descomposición de la pulpa del café. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
10. MARTINEZ G. , A. M. 1,983. Introducción al SAS, Sistema para Análisis Estadístico. 2 ed. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Estadística y Cálculo. 166 p.
11. MEDINA, B. 1,999. Es importante conocer la utilización integral de la pulpa del café. Revista El Cafetal. (Gua.) 1 (2) : 6.

12. ORELLANA P., J. O. 1994. Conversión de la pulpa del fruto del café en abono orgánico, por medio de diferentes procesos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 152 p.
13. RESTREPO R., J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. Managua; Nicaragua, s.e. 151 p.
14. REYES, C. P. 1978. Diseños en experimentos agrícolas. México, D.F., Trillas. 195 p
15. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
16. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España, Ed. Montaner y Simon. 760 p.
17. TOLEDO G., J. A. 1994. Estudio de la solubilidad de los elementos esenciales para las plantas (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn.), provenientes de mezclas de pulpa de café (Coffea arábica) y lirio acuático (Eichhornia crassipes), mediante la solución extractora Carolina del Norte, en San Cristóbal Verapaz, Alata Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
18. URIZAR P., E. H. 1975. Efecto de diferentes procesos de deshidratación sobre la composición química y la calidad nutricional de la pulpa de café en raciones para cerdos en crecimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
19. VOLUNTARIOS JAPONESES EN COOPERACION TECNICA CON EL EXTRANJERO; ALIANSA INTERNACIONAL DE REFORESTACION; DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1997. Guía de bocashi; fertilizante orgánico fermentado. Chimaltenango, Guatemala. 24 p.



Vo. Bo.
P. P. P.

11. APÉNDICE

Cuadro 1A. Registro de temperatura diaria de los tratamientos evaluados

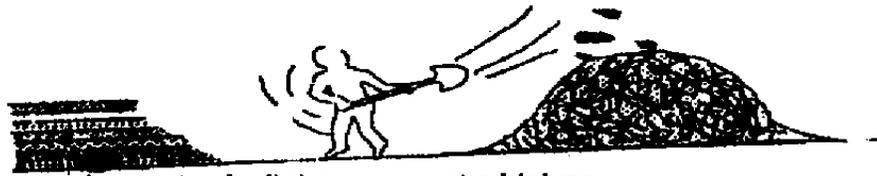
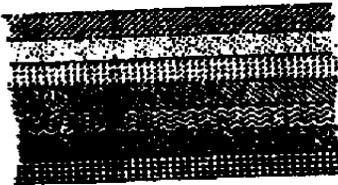
Temperatura °C												
día	trat 1	trat 2	trat 3	trat 4	trat 5	trat 6	trat 7	trat 8	trat 9	trat 10	trat 11	trat 12
1	115	113	118	110.3	112	114.3	115.1	112.3	113.2	112	113.3	112
2	107.5	99.2	108.3	102	99.5	101.2	105.2	100	100.5	103.3	103.4	103.2
3	95.3	92.7	93.3	94.4	93	92.3	94	92.1	91	91.5	92.3	93
4	83	79	81.5	80	82	78.9	79	83.5	81.9	83	79.6	79
5	75	74	75.5	77.1	75	73	74.3	77	75.6	75	73	74.5
6	70	69.9	68	67.9	69	70	71.3	69	68.5	69	70	71
7	62.3	60	60.5	61	60	59.69	58	59	61.2	59.3	61	60
8	57.8	56.5	57	58	56.3	57	57.5	56	57	57	55	57.9
9	55.3	55	54	53	53.5	55	54	53.5	55	54	53.2	54
10	50.7	49	49.5	49	49	48.5	50	50.5	49.7	49.5	50.1	50
11	48.3	46	47.9	48	47	46	46.9	47	46.9	46.5	48	47
12	45.9	44.5	43.9	44	43.5	44.1	45	43	44.2	45	43.2	42
13	40.8	39	38.5	39.9	40.7	40.9	41	38.9	40	40	39.9	39.5
14	37	36.9	36.5	37	37.5	35.9	36	37.3	35	34.9	35.9	35
15	34.6	34	32.9	32	33	32	34.5	33	32.9	34	34.5	33
16	29.8	28.5	29	28.3	27	28.9	29	29.5	29.3	27.9	28	28
17	27.3	27	26	27	26.9	27	27.5	27	26	26.3	27	26.9
18	26	25.5	25.3	25.9	26	26.5	26.3	26	25.3	24.9	24.3	24.5
19	24.3	22	22.9	23	24	22.5	23.9	24.5	22.9	23	23.9	23
20	22.3	22	21.9	21.9	22	22.5	21.5	21.4	22.5	22	21.9	21.9
21	21.4	21	22	21	21.5	21	20.5	20.9	21.9	21.5	21.4	21
22	21	19.9	21.5	20.9	21.5	20.5	20.9	19.9	20.1	21	20.3	20
23	21.2	20.7	20.3	19.5	19	20.7	20.5	20	21	19.5	19.9	20.5
24	20.7	20.5	19.9	20.7	20.5	19.9	20.5	21.5	20.9	21	19.5	19.9
25	20.5	20	19.5	20.5	20	20	19.9	20.9	21	19.5	21	20.5
26	20.5	20.5	20.3	20.9	19.9	19.5	20.5	19.9	20	19.9	20.5	20.3
27	20.3	20	20.9	20.5	19.5	20.5	20.3	19.9	19.8	19.9	20.5	20.3
28	20.4	20	20.3	20.5	19.9	20	19.5	19	20.5	21	20.9	19.9
29	19.9	19.9	20.3	20	20.5	20.9	19	19.5	20	20	19.5	19.9
30	19.8	19.8	19.9	19.5	20	20.5	19.8	19.5	19.3	20	20.5	20.5

FIGURA 1A. Forma uno de preparar bocashi.

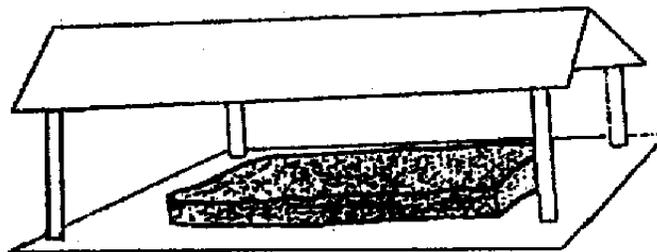
Se agrega rapadura quebrantada disuelta en agua



Se apilan en capas los componentes.



Se homogenizan los distintos componentes del abono.

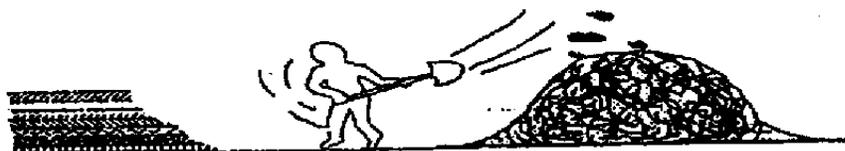


Final de la preparación con el abono extendido a una altura de 20 cms.

Forma de preparación 1. :

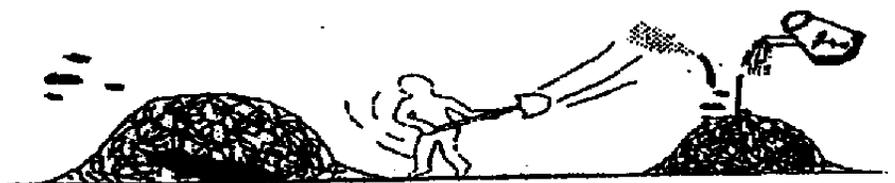
Se colocaron capas de los distintos componentes una sobre la otra. Es decir se preparó una capa de gallinaza, sobre ella una capa de carbón y en forma sucesiva, capas de cascarilla de arroz, cal agrícola, tierra común seleccionada y pulpa de café. Al compuesto se le aplicó rapadura quebrantada disuelta en agua hasta humedecerlo totalmente. Seguidamente se mezclaron las capas con una pala hasta homogenizarlo completamente. El abono así homogenizado, se extendió en forma de cama a una altura de 20 cms.

FIGURA 2A. FORMAS DOS, DE PREPARAR BOCASHI.

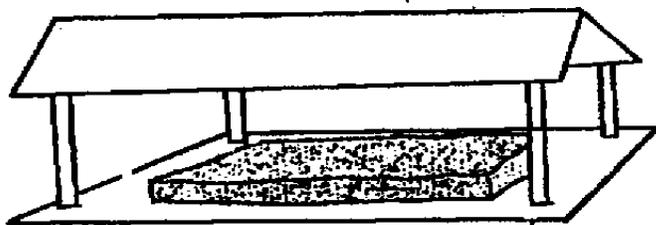


se mezclan todos los ingredientes en seco.

**RAPADURA DISUELTA
EN AGUA.**



Homogenizados los componentes se humedecen con rapadura disuelta en agua.

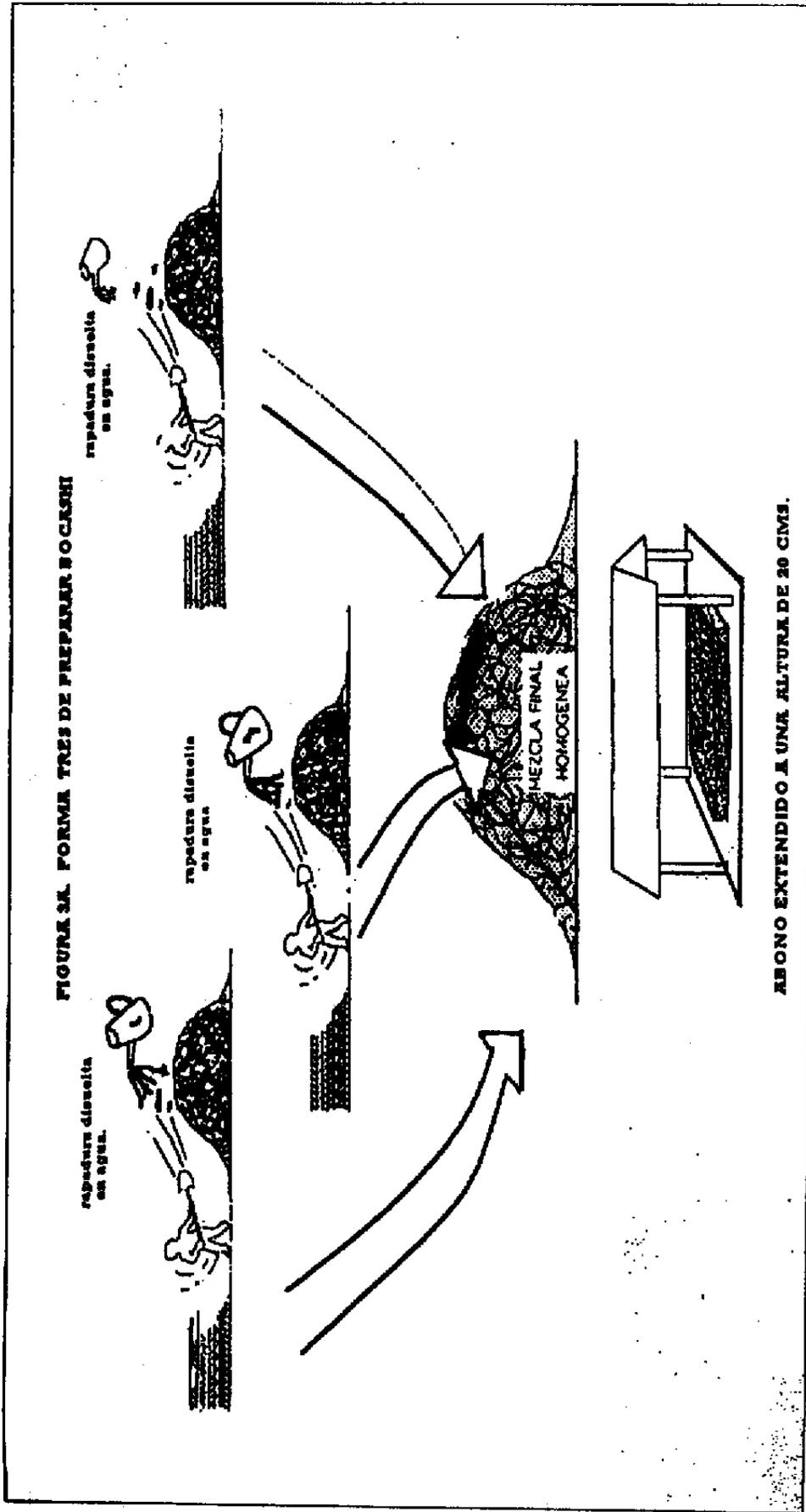


ABONO EXTENDIDO A UNA ALTURA DE 20 CMS.

Forma de preparación 2. :

Al igual que la forma de preparación 1, se dispuso en capas los distintos componentes del abono. Seguidamente se procedió a mezclar hasta homogenizar bien los componentes del mismo; ésta se humedeció con rapadura quebrantada disuelta en agua hasta obtener una humedad adecuada. Al final se extendió el abono en forma de cama hasta una altura de 20 cms.

Como se puede apreciar, la diferencia de la forma 2 con la forma 1 es que la disolución (agua + rapadura) se vierte posteriormente, cuando todos los componentes están debidamente mezclados y homogenizados.



Forma de preparación 3.:

Es una variante de la forma 1, así: Se hicieron tres subgrupos apilando en cada grupo los componentes en forma de capas. Se homogenizaron en forma independiente, cada uno de estos subgrupos se humedeció con la disolución (agua + rapadura). Por último se unieron formando un solo promontorio, y luego al igual que en las otras formas de preparación se extendió formando una cama de 20 cms. de altura.

CUADRO 2A. Resultados del análisis de laboratorio de cada uno de los tratamientos evaluados, en la elaboración de bocashi.



Análisis de Abono Orgánico

Orden: 4187
 Investigador: Ing. Edgar López
 Finca: Bocashi
 Localización: Guatemala, Guatemala

	%										ppm				
24286	FORMA 1 10% PULPA	49.40	1.80	8.00	15.59	2.77	28.11	2.59	50.80	0.73	2.24	35.20	3444.00	242.80	115.40
24288	FORMA 1 20% PULPA	60.50	1.25	7.90	17.57	1.61	21.94	1.51	39.50	0.45	1.47	35.90	4017.20	300.00	73.00
24287	FORMA 1 30% PULPA	67.20	0.90	8.30	20.34	1.86	18.22	1.74	32.80	0.48	1.49	37.30	4136.90	302.60	68.20
24288	FORMA 1 40% PULPA	47.90	2.80	5.10	10.34	3.18	28.94	5.30	52.10	0.60	4.56	38.80	3530.50	286.20	228.70
24289	FORMA 2 10% PULPA	48.90	1.62	7.90	17.48	2.49	28.39	2.48	51.10	0.81	2.29	40.30	3356.90	251.50	125.50
24290	FORMA 2 20% PULPA	57.80	1.39	7.70	16.91	1.81	23.44	2.09	42.20	0.55	1.51	39.00	3904.00	288.10	79.50
24291	FORMA 2 30% PULPA	62.50	1.34	8.10	15.57	1.72	20.63	1.90	37.50	0.45	1.40	39.40	4085.80	289.10	67.50
24292	FORMA 2 40% PULPA	51.50	2.40	5.10	11.22	2.14	28.94	3.77	48.50	0.42	2.29	25.70	2899.10	175.10	147.40
24293	FORMA 3 10% PULPA	41.40	1.80	7.90	18.11	2.51	32.58	2.81	58.80	0.75	2.29	28.90	3059.40	230.10	134.90
24294	FORMA 3 20% PULPA	62.30	1.28	7.90	16.40	2.03	20.94	1.92	37.70	0.69	1.69	40.40	4350.40	369.50	102.40
24295	FORMA 3 30% PULPA	63.60	1.33	8.00	15.17	3.66	20.22	1.46	38.40	0.48	0.78	28.80	3809.60	255.70	58.00
24296	FORMA 3 40% PULPA	58.70	1.87	7.10	14.50	2.30	24.28	2.85	43.70	0.63	2.29	42.50	3967.80	308.00	126.60



[Handwritten signature]
 Ing. Humberto Jiménez
 Jefe Laboratorio de Suelos

CUADRO 3A. Análisis de laboratorio efectuados a pulpa de café y gallinaza utilizada en la preparación de bocashi.

Identi: 3916
 Investigador: Ing. Edgar López
 Vca: S/N
 Calificación: Palín, Escuintla

Es de Juan Carlos Gallardo



Análisis de Abono Orgánico

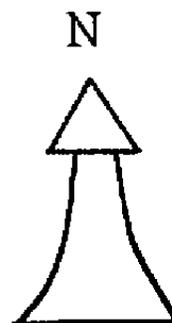
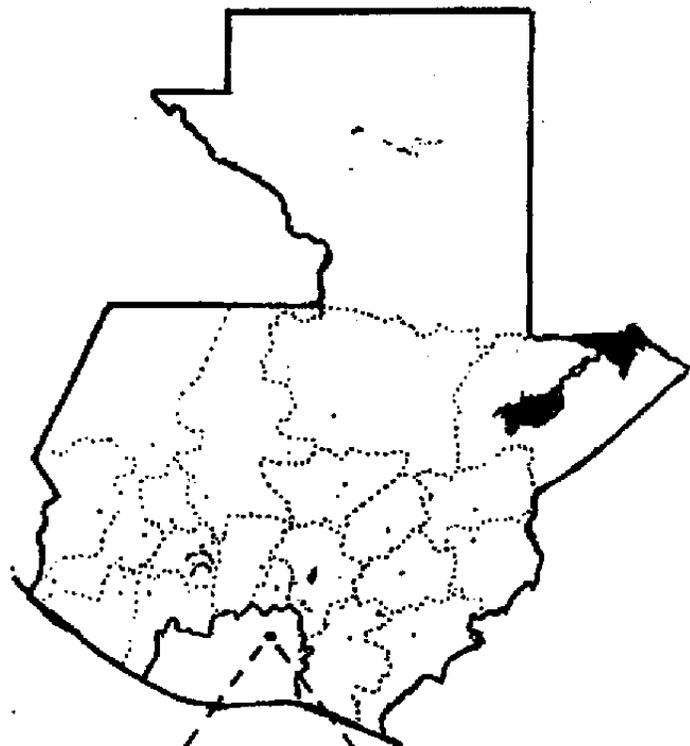
	%										ppm			
Z1723 (GALLINAZA (RIDORDE))	22.40	2.50	7.50	16.63	4.24	43.11	4.70	77.80	1.83	4.35	38.60	788.70	405.80	223.30
Z1724 (PULPA DE CAFÉ)	44.40	2.08	9.20	15.03	2.31	30.69	2.56	55.60	0.40	0.76	28.80	1699.00	216.60	74.70



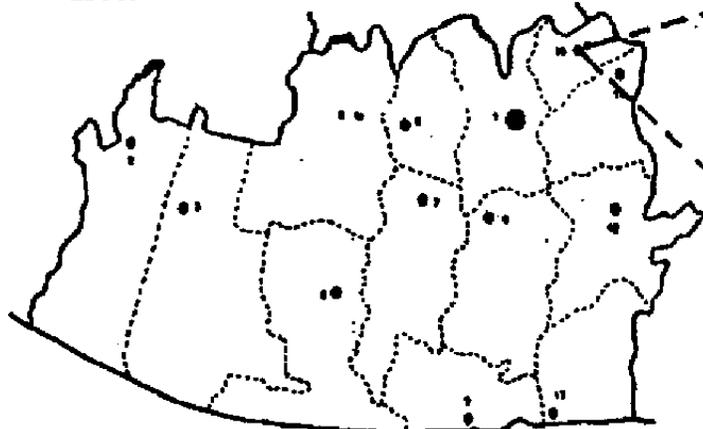
[Handwritten Signature]
 Ing. Humberto Juárez
 Jefe Laboratorio de Suelo

FIGURA 4A. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE PALÍN, ESCUINTLA.

MAPA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA



**DEPARTAMENTO
DE
ESCUINTLA**



MUNICIPIO DE PALÍN.





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

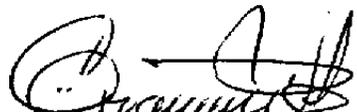
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES FORMAS DE PREPARACION Y CUATRO PROPORCIONES DE PULPA DE CAFE PARA LA ELABORACION DE ABONO ORGANICO TIPO BOCASHI, PARA LA REGION CAFETALERA DEL MUNICIPIO DE PALIN, ESCUINTLA".

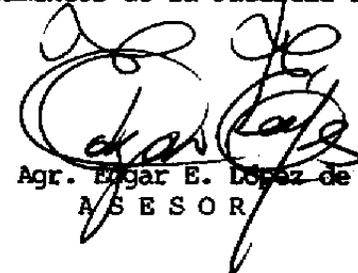
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS GALEANO FERNANDEZ

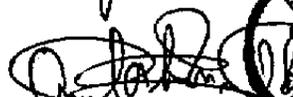
CARNET No: 9113902

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eugenio O. Orozco y Orozco
Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Gilberto D. Alvarado Cabrera
A S E S O R

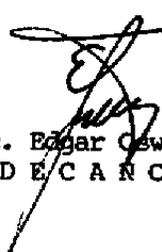

Ing. Agr. Edgar E. López de León
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Orosco
DIRECCION DEL IIA.



I M P R I M A S




Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: lusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>