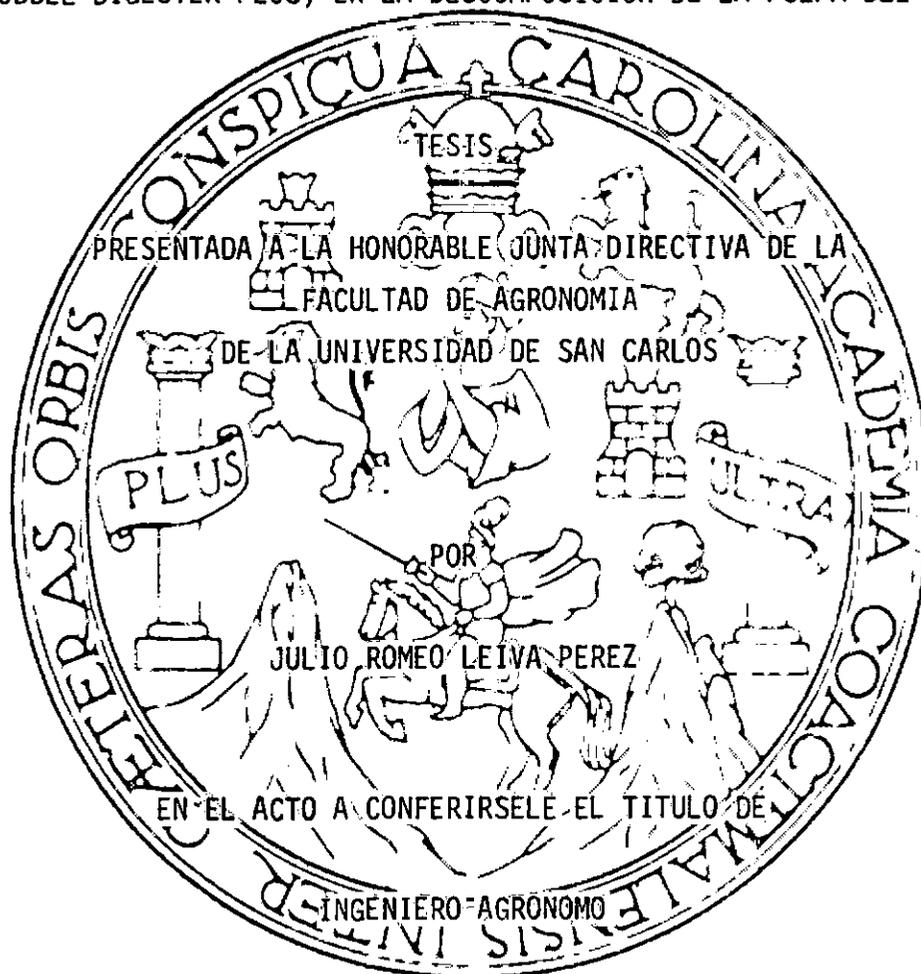


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS
(STUBBLE DIGESTER PLUS) EN LA DESCOMPOSICION DE LA PULPA DEL CAFE"



EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO 1988.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1873)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar.
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo.
VOCAL QUINTO	P.A. Byron Milian V.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio.

Guatemala, Julio 1988

Ingeniero Agrónomo
Anibal B. Martínez Muñoz
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Guatemala

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis titulado "EVALUACION DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS (STUBBLE DIGESTER PLUS) EN LA DES-COMPOSICION DE LA PULPA DE CAFE", desarrollado por el Universitario Julio Romeo Leiva Pérez.

Considero que dicho trabajo de investigación es un valioso aporte en la búsqueda de un rápido aprovechamiento de los subproductos del café. En tal sentido recomiendo su aprobación como trabajo de Tesis, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Alfredo Conde Marroquín
ASESOR

Alfredo Conde Marroquín
INGENIERO AGRÓNOMO
Colegiado No. 163

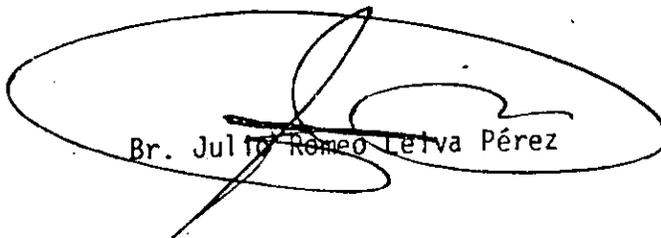
Guatemala, Julio 1988

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

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado "EVALUACION DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS (STUBBLE DIGESTER PLUS) EN LA DESCOMPOSICION DE LA PULPA DE CAFE", como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Br. Julio Romeo Telva Pérez

DEDICATORIA A MI PADRE

A tí, Querido Padre que desde las alturas observas mi vida, y que con tu trabajo y amor hiciste posible que lograra alcanzar mis metas propuestas.

Dios te Bendiga Siempre.

TESIS QUE DEDICO

- A: Mi Patria Guatemala
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía.
- AL: Instituto Nacional Central para Varones -INCV-
- AL: Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -INTECAP-
- AL: Laboratorio de Suelos de la ANACAFE.
- A: Los Agricultores del P.A.C. San Andrés Osuna.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Agr. César Alfredo Conde Marroquín, por su valiosa orientación, revisión y corrección del presente trabajo de Tesis.

Al Ing. Agr. M.Sc. J. Miguel Leiva Pérez por su orientación y colaboración prestada en la elaboración de este trabajo.

A mi Esposa L. Isabel Quintero de Leiva por su valiosa ayuda en la revisión del material bibliográfico y gráficas que acompañan éste trabajo de investigación.

Al Ing. Agr. Ricardo Miyares por su constante apoyo y orientación para el mejor logro de los resultados presentados, así como su valiosa colaboración brindada.

Al Ing. Humberto Jiménez García, Jefe de Laboratorio de Suelos de ANACAFE, por su valiosa colaboración en el análisis de las muestras de la pulpa de café e información bibliográfica.

A la Señora Thelma Hernández de Izaguirre por su valiosa colaboración en la transcripción mecanográfica de éste trabajo.

Al personal de Reproducción de Materiales del INTECAP, por sus atenciones y colaboración en la impresión del documento.

A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Página
Indice de Figuras	
Indice de Cuadros	
Resumen	
I. Introducción	1
II. Hipótesis	3
III. Objetivos	4
3.1 General	4
3.2 Específicos	4
IV. Revisión de Literatura	5
4.1 Descripción del fruto del café	5
4.2 Composición química de la pulpa del café	5
4.3 Contenido de elementos minerales	5
4.4 Procesamiento del fruto del café	6
4.5 Disponibilidad de la pulpa del café	7
4.6 Formas de utilización de la pulpa del café	7
4.7 Función de los elementos minerales contenidos en la pulpa del café	8
4.7.1. Elementos Primarios	8
4.7.1.1. Nitrógeno	9
4.7.1.2. Fósforo	9
4.7.1.3. Potasio	9
4.7.2. Elementos Secundarios	9
4.7.2.1. Calcio	9
4.7.2.2. Magnesio	9
4.7.2.3. Azufre	9
4.7.3. Elementos Menores o Microelementos	10
4.7.3.1. Boro	10
4.7.3.2. Zinc	10
4.7.3.3. Hierro	10
4.7.3.4. Manganeso	10
4.7.3.5. Cobre	10

	Página
4.8. Forma de actuar del Degradador Enzimático de Rastrojos	10
V. Materiales y Métodos	13
5.1. Descripción del área de experimentación	13
5.2. Técnicas de campo	13
5.3. Diseño experimental	14
5.4. Manejo de material experimental	15
5.5. Recopilación de la información	15
5.5.1. Muestreo de la pulpa	15
5.5.2. Determinación de la dureza de la pulpa	16
5.5.3. Determinación de la Humedad	17
5.5.4. Determinación de la temperatura	17
5.5.5. Determinación de la altura	19
5.5.6. Determinación del contenido de minerales	19
5.5.7. Análisis de laboratorio	20
5.6. Presentación y Análisis de la información	21
5.6.1. Contenidos minerales	21
5.6.2. pH	21
5.6.3. Porcentaje de Humedad	21
5.6.4. Volumen-altura de promontorios	21
5.6.5. Temperatura	21
5.6.6. Dureza de la pulpa	21
VI. Discusión de resultados	25
VII. Conclusiones	35
VIII. Recomendaciones	36
IX. Bibliografía	37
X. Apéndice	39

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Comportamiento de la temperatura durante el desarrollo del experimento	26
2. Reducción de la altura-volumen de los promontorios de la pulpa de café	28
3. Contenido de nitrógeno (N) en los promontorios de pulpa de café.	31
4. Contenido de potasio (K) en los promontorios de pulpa de café	32
5. Contenidos de zinc (Zn) en los promontorios de pulpa de café	33
6. Utilización de subproductos después del beneficiado	42
7. Etapas del beneficio de café y desechos obtenidos con base a 1 kg. de café cereza	43
8. Corte longitudinal de un grano de café cereza	44

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Contenido de cenizas y minerales en la pulpa de café	6
2. Contenido de dureza de la pulpa de café tratada y testigo	18
3. Contenido de potasio (K) en los tratamientos 90 días después de la aplicación del Degradador Enzimático de Rastrojos	22
4. Contenido de zinc (Zn) en los tratamientos 90 días después de la aplicación del Digestor Enzimático de Rastrojos	22
5. Contenido de nitrógeno (N), 90 días después de la aplicación del Degradador Enzimático de Rastrojos	23
6. Valores de las medias obtenidas para las variables altura y temperatura	24
7. Balance de los materiales obtenidos del procesamiento del café en cereza	40
8. Procesamiento del grano de café y sus subproductos	41
9. Distribución porcentual de las estructuras principales de la pulpa de café en cereza	45
10. Composición química porcentual de diferentes fertilizantes orgánicos	46

EVALUATION OF THE STUBBLE DIGESTER PLUS
DURING THE DESCOMPOSITION PROCESS OF COFFE PULP

EVALUACION DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS (STUBBLE
DIGESTER PLUS), EN LA DESCOMPOSICION DE LA PULPA DEL CAFE.

RESUMEN

Es en la etapa del beneficiado del café donde se dan básicamente dos operaciones típicas de los beneficios en nuestro país, siendo estos: Procesamiento húmedo que deja como producto la pulpa de café, mucílago y aguas de desecho y la otra en la cual se obtienen los granos de café y cascari-lla.

En la primera operación es donde después de obtener la pulpa de café el agua utilizada es desaguada en los ríos que atraviezan las fincas.

En el Patrimonio Agrario Colectivo San Andrés Osuna, cuyo principal cultivo es el café, se sigue el proceso tradicional de beneficiado en húmedo, esto mismo provoca que luego de separado el grano y la pulpa, el agua utilizada es echada a un río que atravieza la comunidad y parte de la pulpa es lanzada con ella, otra parte permanece por espacio de 12 a 13 meses en descomposición constituyéndose en un centro de contaminación por plagas y malos olores.

Es objetivo de este trabajo de investigación evaluar 3 dosis del Degradador Enzimático de Rastrojos en la aceleración de la descomposición de la pulpa de café.

Para cumplir con este objetivo, se tomaron datos de los parámetros relacionados con el proceso de descomposición de la pulpa como: Temperatura, Volumen-altura de promontorios, Porcentaje de Humedad, pH, Contenidos Minerales y Dureza.

El producto enzimático actualmente ofrece condiciones adecuadas para su uso en el proceso de descomposición de la pulpa de café. Este actúa en el aumento de la actividad de las celulasas y en la adición de fracciones proteínicas específicas, especialmente en las fibras de celulosa y hemicelulosa.

Las dosis evaluadas fueron 50, 100 y 150 c.c. de producto/galón de agua/tonelada de pulpa, tomándose datos a los 0, 60 y 90 días.

Se obtuvo una reducción de 36.1% en el volumen-altura, en la dosis de 150 c.c. de Degradador al final del experimento

Se pudo notar que el valor medio de la temperatura se incrementó en 2.12% en relación a la lectura inicial.

Los elementos Potasio, Zinc y Nitrógeno, mostraron una mayor disponibilidad, permitiéndolo mejorar su calidad como abono orgánico y contribuye a mantener la estructura de los suelos cafetaleros.

EVALUACION DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS (STUBBLE DIGESTER PLUS) EN LA DESCOMPOSICION DE PULPA DEL CAFE

I. INTRODUCCION

En muchos países Latinoamericanos productores de café, éste ha sido el que mayores aportes económicos en divisas produce. En los últimos tiempos y debido a una mayor tecnificación del cultivo, la productividad ha venido aumentando, con todo ello se han introducido cambios poco significativos al procesamiento del fruto del café.

Por otra parte, poca atención se ha puesto en el pasado al uso de los subproductos derivados del fruto de este cultivo, cuya eliminación de desechos como la pulpa de café provocan contaminación ambiental.

En nuestro medio esta situación presenta características dramáticas si observamos que en la época del beneficiado del café áreas cultivables y ríos sirven de desagüe de la pulpa.

En el caso del Patrimonio Agrario Colectivo San Andrés Osuna se caracteriza por el cultivo del café, cuya extensión sembrada supera las 20 caballerías, obtuvo en el período 1986-87 una cosecha de 10,000 quintales de café pergamino que produjo aproximadamente 200 toneladas de pulpa lo que constituye una fuente de abono orgánico aprovechable.

De el total de la pulpa obtenida, escasamente un 5% es utilizada y el resto es lanzada a los ríos que atraviesan la comunidad, algunos beneficiarios han tenido la iniciativa de utilizarla como abono orgánico, pero para su aprovechamiento deben de esperar un mínimo de 12 meses, tiempo que dura el proceso de descomposición natural. Durante ese tiempo los grandes promontorios de pulpa se constituyen en un centro de proliferación de plagas como: moscas, zancudos y jején que afectan la salud de los habitantes de la comunidad por encontrarse dichos promontorios en el área urbana.

Al no utilizar la pulpa como fuente de abono orgánico, los agricultores deben de recurrir a la compra de una mayor cantidad de abonos químicos. Por ello encontrar la forma más rápida de descomposición de los

desechos agrícolas constituye un valioso aporte para la agricultura, mejora las condiciones socio-económicas y de salud de la población en general. La solución más apropiada contra el problema de la acumulación de la pulpa es el aumento y diversificación de las vías de consumo de los subproductos del café. Existen varias posibilidades para darle otros usos al café y para utilizar los subproductos que resulten en el beneficiado del mismo.

Si bien es cierto que convertir un desecho agrícola en un producto útil requiere un trabajo intenso, este material puede volverse valioso gracias a los productos enzimáticos que aceleran los procesos de descomposición.

Durante el desarrollo de la investigación, las pruebas se realizaron bajo condiciones ambientales en el tanque de la pulpa de la comunidad, demostrando que el producto enzimático de rastros de rastrojos degrada estos desechos bajo condiciones naturales.

De acuerdo con cálculos efectuados por el autor, en base a la última cosecha de café en esta comunidad se conoce que la producción promedio de café es de 76 quintales/Ha. (3454.5 Kgs./Ha), si se toma en cuenta que del total de ese café producido el 40% corresponde a peso de pulpa fresca se tiene un equivalente en pulpa fresca por Ha. de 30.4 quintales (1381.8 Kgs./Ha), luego de 6 meses se estima que en el proceso de descomposición natural se tiene en promedio 6.1 quintales/Ha. (277.3 Kgs./Ha).

De donde se calculó que la cantidad en peso de N-P-K en la pulpa por Ha. en promedio es de 103.6, 89.8 y 421.5 respectivamente.

II. HIPOTESIS

El uso del Degradador Enzimático de Rastrojos en la pulpa del café reduce el tiempo de su descomposición, disminuye el volumen del material tratado y mantiene su contenido de elementos minerales.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- 3.1.1 Evaluar el uso del Degradador Enzimático de Rastrójos (Stubble Digester Plus), en la aceleración de la descomposición de la pulpa de café en el Patrimonio Agrario Colectivo San Andrés Osuna, Departamento de Escuintla.

3.2 ESPECIFICOS

- 3.2.2 Determinar la dosis óptima del Degradador Enzimático de Rastrójos en la aceleración de la descomposición de la pulpa de café.
- 3.2.3 Determinar las condiciones de dureza de la pulpa y sus características físicas.
- 3.2.3 Determinar los contenidos minerales.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 DESCRIPCION DEL FRUTO DEL CAFE

El fruto del café es una drupa y se cosecha al llegar a su madurez, lo que se observa cuando toma un color marrón intenso en algunas variedades el grano se torna de un color amarillo. (1)

Un corte longitudinal del fruto de café muestra las fracciones anatómicas: el grano propiamente dicho o endospermo, la cáscara o endocarpio, una capa mucilaginosa o mesocarpio y la pulpa o esocarpio. (2)

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, ésta rodea a cada una de las fracciones individualmente que constituyen el grano.

Por otra parte la cascarilla está cubierta por una gruesa capa de células que forman la pulpa. Esta tiene un espesor aproximado de 5mm. y a consecuencia de la consistencia viscosa del mucílago una leve presión es suficiente para expulsar fuera de él las dos mitades que constituyen el grano. (13)

4.2 COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE CAFE

La pulpa de café está constituida tanto por microelementos como por macroelementos en diferentes proporciones, razón por la cual se considera útil en las aplicaciones como abono orgánico. Estudios realizados demuestran que su composición química está constituida por: N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Fe, Cu, y Zn.

Los niveles en los que se encuentran son considerados como adecuados para su utilización en la nutrición de los cafetos y como material que contribuye al mejoramiento de la estructura de los suelos y mejora los contenidos de humedad de los mismos. (1)

4.3 CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES

La diversificación de las vías de consumo de la pulpa de café no solamente como fuente de abono orgánico sino que como alimento para anima-

les y otros usos, se debe precisamente por su número de elementos minerales que contiene. (3)

Braham y Bressani(7), reportan que el contenido promedio de minerales en la fracción de cenizas de la pulpa de café obtenidos y que son mostrados en el cuadro 1, indican entre otros que el contenido alto de Potasio (K) es adecuado para su uso tanto como abono orgánico como para la preparación de raciones alimenticias en animales, así como los elementos restantes en especial el Nitrógeno y el Fósforo (P).

CUADRO 1 CONTENIDO DE CENIZAS Y MINERALES EN LA PULPA DE CAFE

COMPUESTO	CONTENIDO
Ceniza, g%	8.3
Ca, mg%	554.0
P, mg%	116.0
Fe, mg%	15.0
Na, mg%	100.0
K, mg%	1765.0
Mg	trazas
Zn, ppm	4.0
Cu, ppm	5.0
Mn, ppm	6.25
B, ppm	26.0

Fuente: Braham y Bressani. La Pulpa del café. INCAP. Guatemala. 1976. Pág. 14.

Suárez de Castro, (1960) citado por Braham y colaboradores (7), indica que de 100 lbs. de pulpa de café seca equivalen en base a su composición química a 10 lbs. de fertilizante inorgánico: 14-3-37 o bien a 20 lbs. de 7-1.5-18.5. Esto refleja la cantidad elevada de Potasio (K) que contiene la pulpa de café y su alto valor como abono orgánico.

4.4 PROCESAMIENTO DE FRUTO DEL CAFE

Después de cosechados los granos, estos son llevados al beneficio y allí se sumergen primero en un tanque de agua con el propósito de:

- a. Remover granos dañados, frutos verdes y materias extrañas.
- b. Que el agua sirva a la vez como mecanismo de transporte de los granos (6).

El procesamiento del fruto del café para obtener los granos comerciales consiste básicamente en dos operaciones:

1. El remojo o procesamiento húmedo que deja como producto pulpa de

café, mucílago y aguas de desecho para llegar a la obtención de los granos de café y cascarilla como unidad.

2. Un proceso seco que separa la cascarilla del grano de café(9).

4.5 DISPONIBILIDAD DE LA PULPA DE CAFE

El cultivo del café constituye un valioso aporte económico para los países productores, para el caso especial de Guatemala, en la cosecha 1986-87 se obtuvo una producción de 20 millones de quintales de café cereza equivalentes a 4 millones de grano tanto para el consumo local como para la exportación(4).

Esto mismo produce una cantidad aproximada de 358,000 TM de pulpa fresca disponible para ser utilizadas tanto para abono como para otros usos (4).

En el caso del Patrimonio Agrario Colectivo San Andrés Osuna, durante la cosecha correspondiente al período 1986-87 se obtuvo un total de 200 TM de pulpa de café del cual solamente se aprovecha aproximadamente un 5% en los trabajos de fertilización orgánica.

4.6 FORMAS DE UTILIZACION DE LA PULPA DE CAFE

La utilización de estos materiales está determinada por una serie de factores tal como:

- Cantidades disponibles
- Distribución temporal y regional
- Contenidos de humedad
- Almacenamiento y preservación
- Importancia comercial de los productos obtenidos
- Capacidad de competencia con otros materiales

La utilización de la pulpa y otros subproductos abarca desde las formas más simples de uso del desperdicio de la finca como abono orgánico hasta productos elaborados en forma industrial como el caso de los alcoholes, raciones alimenticias para animales e incluso en la preparación de café como bebida entre otros usos(9).

Adicionalmente vale la pena mencionar que dentro del aspecto de nutrición de la planta se cuenta con material rico en:

Nitrógeno	N
Fósforo	P
Potasio	K
Magnesio	Mg
Manganeso	Mn
Hierro	Fe
Zinc	Zn
Calcio	Ca
Boro	B
Sodio	Na
Cobre	Cu

Todos estos materiales indispensables en el proceso fisiológico de la planta de cafeto(7).

4.7 FUNCION DE LOS ELEMENTOS MINERALES CONTENIDOS EN LA PULPA DE CAFE

Los principales nutrimentos para el cafeto son: Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)(2).

En cuanto al Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, la planta se abastece del aire y del agua. Los demás elementos nutritivos son considerados los nutrimentos minerales adicionados por el hombre (8).

Los elementos se dividen en: elementos mayores o primarios (Nitrógeno, Fósforo, Potasio), elementos secundarios (Calcio, Magnesio y Azufre) y elementos menores o microelementos (Boro, Zinc, Hierro, Manganeso, Cobre y Molibdeno(1).

4.7.1 ELEMENTOS PRIMARIOS

Nitrógeno

Es indispensable para el crecimiento vegetativo e influye directamente en la producción.

Ayuda a la asimilación del Fósforo y al desarrollo de raíces, forma parte de la clorofila, su deficiencia se manifiesta en la pérdida progresiva del color verde de las hojas hasta alcanzar un tono amarillento, cuando su

deficiencia es muy severa (15)

Fósforo

Influye en la formación normal de raíces y frutos, por lo que es muy importante en almácigos y plantitas de café para estimular la nutrición y anclaje de la planta. La movilización de este elemento en el suelo es limitado. Es asimilado lentamente por la planta(8).

Potasio

Es asimilado por las raíces de las plantas como ión K^+ , sus funciones principales tienen relación con el endurecimiento y resistencia de los tejidos de sostén, como es el tallo y las ramas produciendo estructuras más fuertes y resistentes al acame, calidad de frutos, sabor, fragancia y almacenamiento (3).

4.7.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS

Calcio

Es asimilado por la planta como ión Ca^{++} . Se aplica a los suelos ácidos con el fin principal de regular el pH a valores adecuados, su función principal es mantener el estado de turgencia del plasma coloidal, lo cual es necesario para la realización normal de las reacciones metabólicas (8).

Magnesio

Este elemento es consituyente esencial de la clorofila, participa en la síntesis de carbohidratos, proteínas, vitaminas y otras sustancias esenciales en el metabolismo(11).

Azufre

Forma parte de algunos aminoácidos y de ciertas proteínas y enzimas (11).

4.7.3 ELEMENTOS MENORES O MICROELEMENTOS

Boro

Su función principal es la de regular la enzima responsable de la síntesis del metabolismo de los Hidratos de Carbono, facilitando el movimiento de los azúcares, acelera la velocidad de división celular (15).

Zinc

Precursor de hormonas vegetales, activador de la formación de proteínas y azúcares, esencial para la formación de semillas y madurez del fruto (8).

Hierro

Su función principal es la de actuar como catalizador de la fotosíntesis en la normación de la clorofila e interviene en la respiración (15).

Manganeso

Participa en la asimilación del Nitrógeno, activa a las enzimas formadoras de aceites y grasas esenciales (15).

Cobre

Toma parte en la formación de la clorofila. Es una coenzima en la síntesis de proteínas y respiración (15).

4.8. FORMA DE ACTUAR DEL DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS

El uso de este producto enzimático, actualmente ofrece buenas cualidades para su uso en el proceso de la aceleración de la descomposición de la pulpa de café.

Su acción se encuentra directamente en el proceso de liberación de energía tomada de la celulosa en la etapa de oxidación completa por la vía de la glicólisis aeróbica.

Este complejo enzimático, regulador del crecimiento bacteriano heterogeneo toma en cuenta en todo momento la segmentación específica de la celulosa y de fibras de lignina (8)

Debido a que la mayor parte de las bacterias el suelo como las mixobacterias inician la degradación de la celulosa desde puntos ter

minales, este complejo enzimático inicia la segmentación bacterial natural del suelo (12).

Por otro lado las enzimas que componen el Degradador poseen la habilidad de trabajar bajo límites de baja presión de Oxígeno (12). En algunos casos, la reducción de la resistencia de las fibras de residuos vegetales o de subproductos como la pulpa de café, como consecuencia de la degradación se reduce a un porcentaje muy bajo (15 a 20 %) de lo normal. El hecho de que un sistema de celulasa de células enlazadas se emplee en la digestión de celulosa como la empleada en éste producto enzimático sobre sistemas de celulosas libres, apunta hacia la actividad rápida y relativamente específica del Degradador sobre límites de temperatura entre 10 y 32°C (12).

Dentro del proceso natural de descomposición de los rastrojos, el Degradador tiende a actuar básicamente en las siguientes funciones:

- Aumentar la actividad de las celulasas.
- Adición de fracciones proteínicas específicas.

De lo anterior se puede resumir tres efectos del Degradador Enzimático de Rastrojos:

- A. La liberación de energía carbohidratada para acelerar los procesos de crecimiento bacterial.
- B. Reducción en las necesidades de aumento de Nitrógeno para la digestión de los desechos residuales de la cosecha.
- C. Una actividad incrementada de las bacterias del suelo en respuesta a reguladores de crecimiento tales como la Citoquinona (12).

Finalmente los elementos N, P, Ca, Mg, S, Bo, Mn, Cu, Zn y Fe se conservan en la pulpa de café tratada con el Degradador Enzimático de Rastrojos. Paralelamente a esto, acelera el proceso de descomposición para que después la pulpa de cafe sea utilizada inmediatamente en los cafetales, mejorando en consecuencia las condiciones de humedad y la estructura del suelo (14).

El Degradador Enzimático posee las siguientes características:

- Análisis de garantía química:

Orgánicos	19.90% por peso
Inorgánicos	29.20% por peso
Agua	50.90% por peso

- Propiedades Físicas

Estado físico	Líquido
Color	Café obscuro
Solubilidad	Soluble en agua
pH	2.2
Densidad	1.3

- Ingredientes

Complejos vitamínicos	1.2% por peso
Proteína	2.5% por peso
Enzimas hidrolíticas	1.0% por peso (aproximadamente)

V. MATERIALES Y METODOS

La metodología empleada en este trabajo de investigación fue dividida en dos partes: recopilación y ordenamiento de la información obtenida a nivel de campo y el análisis de dicha información.

Asimismo, se consideró conveniente hacer una descripción detallada de las condiciones físicas del lugar en el cual se llevó a cabo el experimento así como una descripción de las características del mismo.

5.1 DESCRIPCION DEL AREA DE EXPERIMENTACION

El experimento se realizó en el Patrimonio Agrario Colectivo San Andrés Osuna que se encuentra ubicado en el Municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. Este P.A.C. está a una distancia de 85 kms. de la ciudad capital. Se encuentra a una altura de 800 msnm con una temperatura promedio de 23°C. y una humedad relativa de 70 a 80%.

Para el montaje del experimento se seleccionó el lugar conocido como "Tanque de la Pulpa" el cual se encuentra situado al sur de las oficinas centrales de la comunidad y dentro del casco urbano de la misma. En este tanque es donde se deposita toda la pulpa que se produce en el proceso de beneficiado del grano de café cosechado tanto en Osuna Central como en los anexos Chuchú y Ceylán.

El lugar tiene las características siguientes:

- El área del tanque de la pulpa es de 600 metros cuadrados y el área ocupada para el experimento fue de 240 metros cuadrados.
- Cuenta con paredes a sus costados, que están contruidos de piedra y cemento.
- El piso del tanque posee una inclinación de un 2%, el mismo es de piedra fijado con cemento, característica que no permitió que los promontorios de pulpa se inundarán con el agua de lluvia.

5.2 TECNICAS DE CAMPO

Los promontorios de la pulpa fueron formados con las siguientes medidas:

- Area: 1 metro cuadrado

- Altura: 1.30 metros

Los 32 promontorios de pulpa (8 del testigo y 24 con producto enzimático), constaron cada uno de 5 quintales (227,3 Kgs.).

Una vez formados todos los promontorios en el "Tanque de la Pulpa", se procedió a efectuar un sorteo y agrupar los distintos tratamientos sometidos a evaluación.

El experimento a nivel de campo tuvo una duración de 90 días, tomándose datos a los 0, 60 y 90 días para los parámetros:

Contenidos minerales, dureza de la pulpa, pH, % de humedad.

Otros parámetros evaluados fueron: volumen-altura de promontorios y temperatura, tomándose lecturas de estos cada 7 días.

5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al azar debido a que éste permitió agrupar los distintos tratamientos obteniendo resultados más exactos y porque permitió incluir el número de tratamientos y repeticiones planificados. Por otra parte su análisis estadístico permitió probar cualquier combinación específica de las medidas de tratamientos(10).

Los tratamientos se asignaron al azar a las unidades experimentales dentro de cada bloque.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + B_{ij}$$

DE DONDE;

Y_{ij} = variable respuesta de la i , j ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental en la i - j ésima unidad experimental

5.4 MANEJO DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

Se sometieron a prueba 3 dosis y un testigo o comparador del experimento.

Las dosis fueron:

- 0 c.c. de D.E.R.^{1/}/gal. de agua/ ton. de pulpa.
- 50 c.c. de D.E.R./gal. de agua/ ton. de pulpa.
- 100 c.c. de D.E.R./gal. de agua/ ton. de pulpa.
- 150 c.c. de D.E.R./gal. de agua/ ton. de pulpa.

Para cada promontorio que constó de 5 quintales de pulpa (227.3 kgs.) se procedió a efectuar la conversión de la dosis siguiente correspondiendo para cada tratamiento:

- A. 50 c.c. aplicar por parcela 12.5 c.c./ .94 lts. de agua.
- B. 100 c.c. aplicar por parcela 25.0 c.c./ .94 lts. de agua.
- C. 150 c.c. aplicar por parcela 37.5 c.c./ .94 lts. de agua.
- D. Testigo solamente se le aplicó agua.

Luego de efectuado el sorteo de las parcelas se procedió a efectuar las aplicaciones del producto con la ayuda de una aspersora manual con capacidad 5 galones, debiendo colocar cada vez en la bomba la dosis correspondiente a cada tratamiento para evitar de esa manera cometer errores por dosificaciones incorrectas.

Las dosis se aplicaron en forma individual siguiendo el orden de los bloques y tratamientos, siendo estos numerados para facilitar el control en la toma de datos.

5.5. RECOPIACION DE LA INFORMACION

La información se recopiló a nivel de campo de la siguiente forma:

5.5.1. MUESTREO DE LA PULPA

Para este parámetro se tomo datos a los 0-60 y 90 días tanto de la pulpa tratada como del testigo.

^{1/} Degradador Enzimático de Rastrojos

En cada uno de los promontorios se tomó una muestra que fue de un peso aproximado de 1 libra.

Luego fueron introducidas a bolsas de plástico y se procedió a rotularlas para su identificación consignando en cada tarjeta de información :

- Número de bloque.
- Número de parcela.
- Fecha de recolección.
- Lugar de recolección.

Posteriormente estas muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de ANACAFE. Es de hacer notar que la pulpa antes de ser embolsada no se sometió a ningún tipo de secamiento previo, sino que fueron recolectadas directamente de los promontorios y llevadas a las bolsas de empaque. El mismo día de la recolección se les llevó al laboratorio.

La toma de las muestras de la pulpa se efectuó en horas de la mañana, aproximadamente a las 11:00 hrs.

5.5.2. DETERMINACION DE LA DUREZA DE LA PULPA

La dureza de la pulpa fue evaluada a los 0 - 60 y 90 días procediendo a tomar las muestras de cada promontorio en horas de la mañana. Estas muestras se tomaron en forma adicional a las enviadas al laboratorio para evaluar contenidos minerales, pH y Humedad.

Posteriormente se pusieron a secar al sol durante 24 horas; por medio del tacto se fué evaluando la dureza de cada muestra de pulpa y se registró la información en la hoja de control.

Para llegar a la determinación de la dureza y ubicarla dentro de una de las escalas elaboradas previamente, se tomaron puñados de pulpa en las manos y tal como en el caso de la determinación de textura de suelos se procedió a analizar juntamente con el olor de la fermentación.

Se procedió a elaborar una escala por parte del autor, tomando como base: el color, el olor, la humedad y consistencia de la pulpa. En base a ello se obtuvo las escalas y su respectiva descripción que se muestra en cuadro 2 y que van desde una condición semi-fresca en su fase inicial hasta una condición totalmente descompuesta al final del período de la investigación.

5.5.3 DETERMINACION DE LA HUMEDAD

Una vez recolectadas las muestras en el campo, fueron llevadas para el análisis de laboratorio, teniéndose el cuidado de no exponer las muestras a la acción directa de los rayos solares para evitar de esa manera al máximo la pérdida de humedad por deshidratación.

Las muestras fueron obtenidas de cada uno de los promontorios tomándose éstas de unos 10 a 15 centímetros de afuera hacia el centro del promontorio y de la parte baja, media y superior del mismo, totalizando un peso aproximado de 1 libra.

Posteriormente cada muestra fue colocada en una bolsa plástica debidamente rotulada.

5.5.4 DETERMINACION DE LA TEMPERATURA

De este parámetro se tomaron datos cada 7 días y se procedió a utilizar un termómetro con capacidad de hasta 200°C.

El termómetro fue introducido en la parte superior de cada promontorio tratando de que el mismo penetrara a una profundidad a la mitad de la altura del promontorio, el tiempo de duración para la toma de la temperatura fue de 1 minuto y enseguida se procedió a registrar la información consignando para el efecto

Cuadro 2. ESCALA DE DUREZA DE LA PULPA DE CAFE TRATADA Y TESTIGO. PRODUCTO UTILIZADO: DEGRADADOR ENZIMATICO DE RASTROJOS.

CONDICION	DESCRIPCION
1. Semi-Fresca	Pulpa con conchas verdes o claras con humedad entre 85 y 90%, fuerte olor a fermentación, compacta.
2. Ligeramente-fresca	Presenta aspecto tosca, en terrones, color obscuro, humedad entre 75-80%, olor a fermentación fuerte, compacta.
3. Ligeramente-descompuesta	Terrones que se deshacen con cierta facilidad, color café obscuro, humedad menor de 70%, fuerte olor a fermentación
4. Medianamente-descompuesta	Pulpa que no se encuentra formando grandes terrones, color obscuro, humedad menor de 60%, color café obscuro-negrusco, olor a fermentación tolerable al olfato.
5. Descompuesta	Pulpa desmenuzada, color obscuro intenso, no se observan conchas y si se encuentran éstas se deshacen al tacto.
6. Totalmente descompuesta	No se observa ninguna concha, su aspecto es fino, similar al humus tiende a confundirse con fracciones de suelo, al exponerse a la luz directa del sol pierde rápidamente su humedad. Contenido de humedad menor de 25%

la identificación exacta del tratamiento y bloque al cual pertenecían los datos.

Estos datos fueron tomados en horas de la mañana (11:00 hrs); paralelamente a la determinación de la humedad, se obtuvo el pH de las muestras para conocer al final el tipo de material obtenido con fines de su incorporación posterior a los suelos cultivados tanto con café como cardamomo.

5.5.5 DETERMINACION DE LA ALTURA

Este parámetro reviste de especial importancia porque de la misma manera en la cual la pulpa se va descomponiendo, de esa misma forma el volumen-altura de la pulpa se va reduciendo y permite hacer un mejor manejo del material.

Para la determinación de la altura, se tomaron datos cada 7 días, utilizándose para el efecto una cinta métrica de 2 metros de longitud. Esta fue colocada a uno de los lados del promontorio, evitando colocarle en los frentes ya que el piso del lugar está con una ligera pendiente de un 2% lo que daba lugar a error en la medición.

Ubicado en uno de los costados se colocó la cinta en "0" en el piso del promontorio y se tomó la altura superior del mismo.

Cabe hacer notar que la cinta se colocó en forma perpendicular al promontorio de pulpa. Finalmente se registró la información para el control respectivo.

5.5.6 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE MINERALES

Las muestras obtenidas de cada promontorio (pulpa tratada y testigo), constaron de un peso aproximado de 1 libra, se mues

treó la pulpa de la parte superior, media e inferior de los promontorios, así como en el interior de los mismos.

En este análisis se determinó los contenidos de:

- Nitrógeno	(N)
- Fósforo	(P)
- Potasio	(K)
- Calcio	(Ca)
- Magnesio	(Mg)
- Zinc	(Zn)
- Hierro	(Fe)
- Manganeso	(Mn)
- Boro	(B)
- Azufre	(S)

5.5.7. ANALISIS DE LABORATORIO

ELEMENTOS MINERALES

Para la determinación de los contenidos de elementos minerales se utilizó el Método de INCINERACION SECA, el que permite la determinación de los elementos contenidos en el filtrado con un Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Para la determinación del Nitrógeno se utilizó el Método de MICROKJELDHAL, en donde se empleó como catalizador una mezcla de Sulfato de Potasio y Oxido de Mercurio en una relación de 10:1.

pH

Se utilizó el POTENCIOMETRO, empleando para el efecto una relación 1:2.5 (10 gramos de pulpa en 25 ml. de agua.).

HUMEDAD

Para su determinación se siguió el Método de Estufa.

5.6 PRESENTACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION

Las muestras obtenidas en el campo fueron procesados en el laboratorio de suelos de ANACAFE; consistió en la realización de análisis de contenido de Minerales, pH y Humedad.

Posteriormente, la información fue analizada en el Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía, la cual consistió en la realización de análisis de Varianza y Prueba de Duncan.

El análisis de Varianza se realizó para los siguientes parámetros:

5.6.1 CONTENIDOS MINERALES:

- a. Nitrógeno (N)
- b. Fósforo (P)
- c. Potasio (K)
- d. Calcio (Ca)
- e. Magnesio (Mg)
- f. Zinc (Zn)
- g. Hierro (Fe)
- h. Manganeseo (Mn)
- i. Azufre (S)
- j. Boro (B)

5.6.2 pH

5.6.3 % de Humedad

Los parámetros anteriores fueron tomados a los:

- 0 días
- 60 días
- 90 días

5.6.4 Volumen-Altura de los promontorios, se tomó datos cada 7 días.

5.6.5 Temperatura, se tomó datos cada 7 días.

5.6.6 Dureza de la pulpa, se tomó datos a los

- 0 días

- 60 días
- 90 días

De lo anterior se obtuvo los siguientes cuadros que permiten analizar el comportamiento de cada parámetro evaluado.

CUADRO 3. CONTENIDO DE POTASIO (K) EN LOS TRATAMIENTOS 90 DIAS DESPUES DE APLICACION DE D.E.R., SAN ANDRES OSUNA, ESCUINTLA, 1987.

TRATAMIENTO	POTASIO %	
Testigo (4)	0.7296	A
150 c.c. (3)	0.6617	B
100 c.c. (2)	0.5683	C
50 c.c. (1)	0.4775	C

Prueba de Duncan, tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente con 5% de significancia.

CUADRO 4. CONTENIDO DE ZINC (ZN), EN LOS TRATAMIENTOS 90 DIAS DESPUES DE LA APLICACION DE D.E.R., SAN ANDRES OSUNA, ESCUINTLA, 1987.

TRATAMIENTO	ZINC (Zn) %	
100 c.c. (2)	59.500	A
150 c.c. (3)	58.312	A
50 c.c. (1)	53.250	A
Testigo (4)	47.917	B

Prueba de Duncan, tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente con 5% de significancia.

CUADRO 5 CONTENIDO DE NITROGENO (N), 90 DIAS DESPUES
DE LA APLICACION DE D.E.R., SAN ANDRES OSUNA,
ESCUINTLA, 1987.

TRATAMIENTO	NITROGENO (N)	
Testigo (4)	3.667	A
150 c.c. (3)	3.650	A
50 c.c. (1)	3.509	A
100 c.c. (2)	3.246	B

Prueba de Duncan, tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente con 5% de significancia.

CUADRO 6 VALORES DE LAS MEDIAS OBTENIDAS PARA LAS VARIABLES ALTURA Y TEMPERATURA POR TRATAMIENTO Y LECTURA, SAN ANDRES OSUNA, ESCUINTLA, 1987

TRATAMIENTO	LECTURA (días)	ALTURA (m.)	TEMPERATURA (°C.)
1 50 c.c./galH ₂ O/ton. pulpa	0	1.30	34.0
	60	1.21	31.6
	90	1.08	25.9
2 100 c.c./galH ₂ O/ton. pulpa	0	1.30	33.0
	60	1.18	28.6
	90	1.01	23.2
3 150 c.c./galH ₂ O/ton. pulpa	0	1.30	33.0
	60	1.12	26.5
	90	0.84	33.7
4 testigo	0	1.30	38.0
	60	1.25	36.2
	90	1.20	33.8

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

TEMPERATURA

Los valores de las medias obtenidas en la variable temperatura mostraron en cada lectura una diferencia altamente significativa entre la pulpa tratada y el testigo. Al inicio del experimento (0 días), los resultados de los análisis de laboratorio permitieron conocer que los valores de las medias fueron los más altos debido al contacto que se estableció entre la pulpa y el producto que se aplicó sobre ésta, momento en el que se dio paso al inicio del proceso de descomposición en las fibras de celulosa del material tratado.

Hacia el final del experimento se pudo notar que la temperatura de la pulpa tratada con la dosis de 50 y 100 c.c. del Degradador Enzimático de Rastrojos (D.E.R.) por galón de agua se estabilizó, esto se debió a que el material con relación a la dosis empleadas llegaron a nivelarse en relación con el testigo lo que no permitió obtener fluctuaciones más severas en cuanto a cambios de temperaturas. A diferencia de los resultados obtenidos con la dosis de 150 c.c. de D.E.R./gal. de agua/Ton. de pulpa, se pudo notar que el valor medio al final del experimento de este parámetro se incrementó en un 2.12% en relación a la lectura efectuada al momento de aplicar el producto (0 días).

El comportamiento de las frecuentes variaciones de la temperatura provocaron alteraciones en el desarrollo normal de organismos vivos que crecen sobre este sustrato, como por ejemplo moscas, zancudos y otro más. La figura 1, muestra el comportamiento de la temperatura a lo largo de las diferentes lecturas hasta los 90 días que duró el experimento y el cual se aprecian en detalle las fluctuaciones o variaciones en la alteración de los valores de temperatura.

HUMEDAD

Los valores de las medias del % de Humedad para los tratamientos en las lecturas efectuadas a los 0.60 y 90 días, desde el punto de vista

TEMPERATURA (°C.)

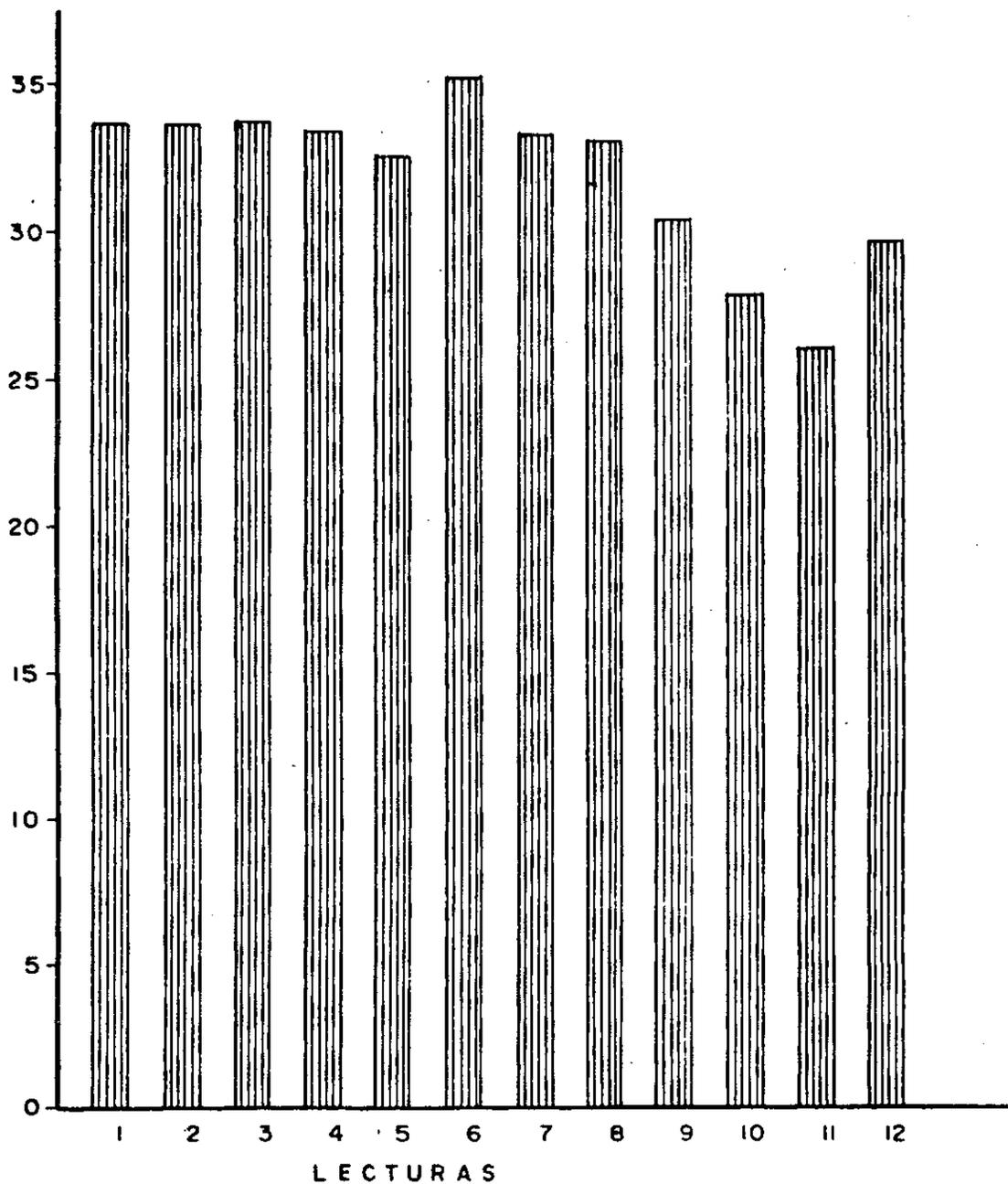


FIG. 1 Comportamiento de la Temperatura promedio durante el desarrollo del experimento de la aplicación de Degradador Enzimático de Rastrojos sobre pulpa de café en 12 lecturas efectuadas. San Andrés Osuna. 1987.

estadístico resultaron no significativos, indicando con esto que el producto enzimático no altera los contenidos de humedad de las muestras de la pulpa, si estos valores disminuyen se debe a la exposición de la pulpa a la radiación solar debido a que el experimento se realizó en condiciones naturales.

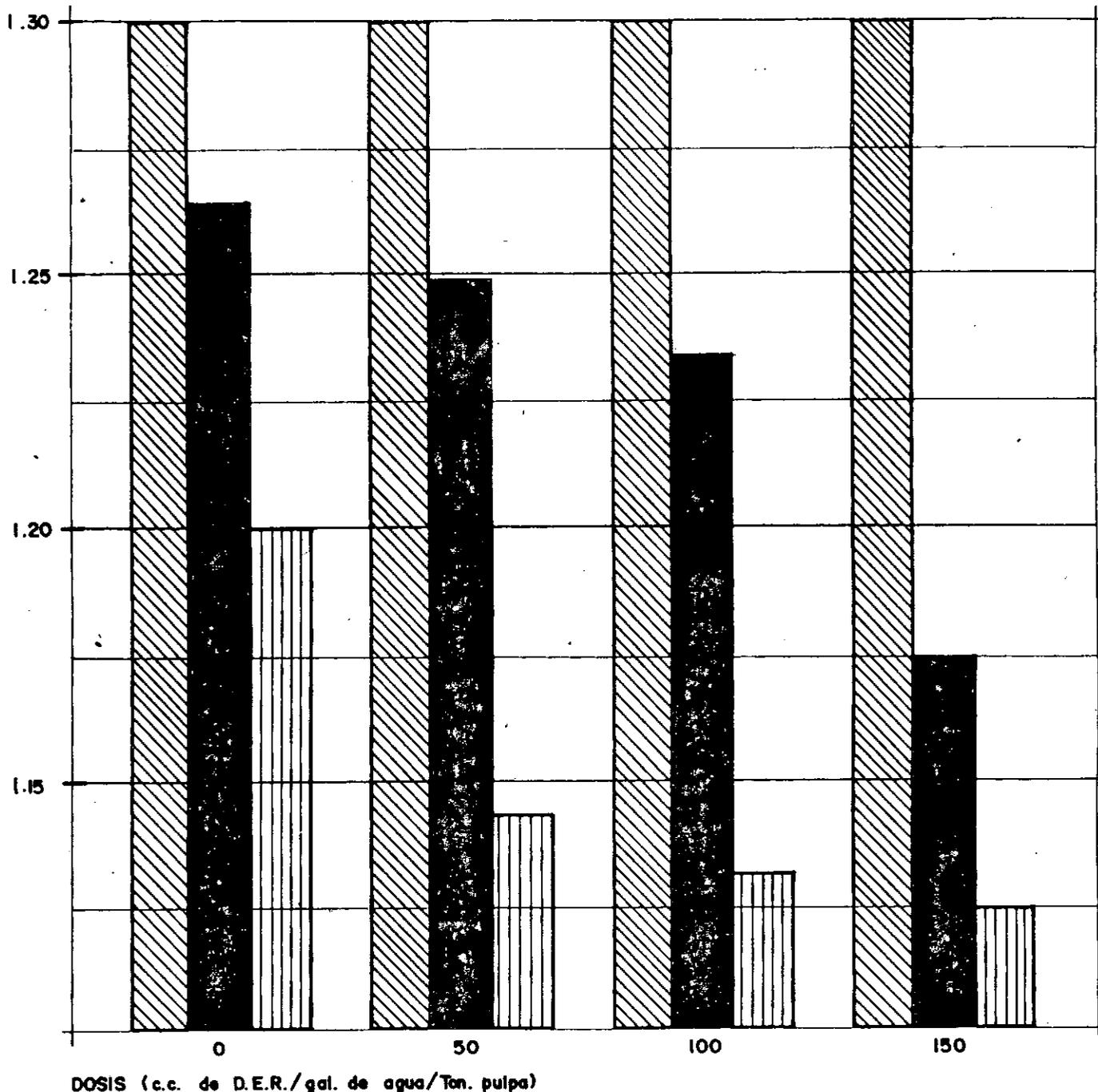
ALTURA:

En la interpretación de la relación volumen-altura de la pulpa tratada al efectuar el análisis de la comparación múltiple de medias obtenidas, el valor más bajo se obtuvo en el tratamiento No.3 (150 c.c. de D.E.R./gal. de agua/ton. de pulpa), y en la lectura 12 (90 días), cabe hacer notar que los promontorios tratados con esta dosis sufrieron una rápida degradación de los contenidos de celulosa y hemicelulosa a lo largo de todo el experimento. En la lectura No. 8 (56 días), se empezó a observar cambios significativos en la reducción del volumen-altura de los promontorios tratados a excepción del testigo, que no experimentó ningún cambio. En el tratamiento No. 2 (100 c.c. de D.E.R./gal de agua/ton. de pulpa) se obtuvo al final del experimento (10 días) una reducción del 22.3% en su volumen, mientras que para la dosis mayor o sea la de 150 c.c. de D.E.R. por gal. de agua/ton. de pulpa en este mismo período de tiempo, se obtuvo una reducción de 36.1% en su volumen, dosis con la cual se logró la mejor degradación de las fibras de material tratado por medio de la acción enzimática del producto.

El testigo mantuvo en un 97% su condición inicial del volumen sometido a investigación y el estado físico de la pulpa mostró la formación de terrones de concha compactos y con olor desagradable.

La figura 2, muestra las reducciones de altura de los promontorios de pulpa, observándose que fue en la última lectura (90 días) y en la dosis mayor donde se obtuvo los mejores resultados, comparados con el testigo cuyos volúmenes no se redujeron de una manera significativa. La relación entre altura y volumen de pulpa, muestra de manera clara que la reducción de los promontorios con el uso del Degradador permitirá efectuar un mejor manejo del material en el menor tiempo debido a la acción

ALTURA
(Metros)



 0 DIAS
  60 DIAS
  90 DIAS

FIG. 2 Comportamiento de la altura-volumen de los promontorios de pulpa de café en 4 tratamientos y 3 lecturas efectuadas, San Andrés Osuna, 1987.

de las enzimas sobre las fibras de la pulpa, lo que evidencia su efecto específico en la liberación de energía carbohidratada para acelerar los procesos de crecimiento bacterial sobre la pulpa de café.

DUREZA

En cuanto a la determinación de la dureza de la pulpa, para evaluar su descomposición física se observó que en la segunda lectura (60 días) el testigo mantuvo un estado semi-fresco y al final del experimento (90 días) se observó ligeramente fresco, es decir, presentó un aspecto tosco, en terrones y con un fuerte olor desagradable de la fermentación que produce, contrastando con la pulpa tratada que presentó un estado más avanzado de descomposición acompañado del desaparecimiento de malos olores.

El tratamiento No. 3 (150 c.c. de D.E.R./gal. de agua /ton. de pulpa) a los 60 días la pulpa se observó desmenuzada, no se observaron conchas de pulpa y las que se encontraron en raras ocasiones se deshacen fácilmente al contacto con la mano y el olor de la fermentación desapareció. A los 90 días, o sea a la lectura final la pulpa se observó totalmente descompuesta, ya no se observó ninguna concha, físicamente se observó de un aspecto fino similar al humus y en la exposición a la luz solar la humedad se pierde en poco tiempo, en este momento el olor desagradable de la fermentación desapareció totalmente.

La dosis de 50 y 100 c.c. de D.E.R./gal de agua/ton. de pulpa mostraron resultados intermedios, el grado de acción enzimática del producto en comparación con la dosis más alta mostró una diferencia de entre 40 y 30% respectivamente durante el mismo período de tiempo. Fue notorio el nivel de descomposición que alcanzó la pulpa en dosis menores aunque más lentamente.

NUTRIENTES

El análisis efectuado en la pulpa de café para determinar los contenidos de elementos minerales mostraron diverso comportamiento, tal el caso de las variables Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe) y Manganeso (MN) dentro del análisis de minerales aumentaron lige-

ramente su contenido en la pulpa tratada en comparación con el testigo, a excepción del Fósforo (P) el cual en la lectura efectuada a los 90 días así como el Magnesio (mg) mostraron valores en sus medias, alta significancia desde el punto de vista estadístico, lo que obtiene por la acción del producto enzimático sobre la pulpa en su fase de degradación.

Las variables Potasio (K), Zinc (Zn) y Nitrógeno (N) mostraron un incremento significativo en los promontorios de la pulpa tratada ya que en comparación con el testigo éstas variables no sufrieron alteración en su contenido, disminuyendo la calidad de la pulpa en su uso como abono. La acción de las enzimas sobre la pulpa provocaron una alteración en aumento de algunos elementos minerales, mientras que en el Manganeso (Mn), Magnesio (Mg) y otros se mantienen constantes en su cantidad.

Desde el punto de vista estadístico, el Potasio (K), Zinc (Zn) y Nitrógeno (N) mostraron diferencias altamente significativas, con pequeñas variaciones entre cada bloque y tratamiento. Los elementos Zinc y Potasio mostraron los valores más altos que los reportados en la pulpa testigo.

En las figuras 3, 4 y 5 se presenta el comportamiento de los elementos Nitrógeno (N), Potasio (K) y Zinc (Zn), en las distintas dosis y en diferentes lecturas, en donde se aprecia las variaciones de los elementos constituyentes en la pulpa.

La figura No. 3 muestra el contenido de Nitrógeno (N), en % de base seca, contenido que al final del experimento fue mayor en la dosis de 150 c.c. y seguidamente la dosis de 100 c.c. Esto muestra lo estable de este elemento en la acción enzimática del producto en relación al resto de elementos a excepción del Potasio y el Zinc.

Las figuras No. 4 y 5 muestran la dosis de 150 c.c. lograr un mayor estímulo sobre el Potasio (K) y el Zinc (Zn), notándose una relación

NITROGENO
(%)

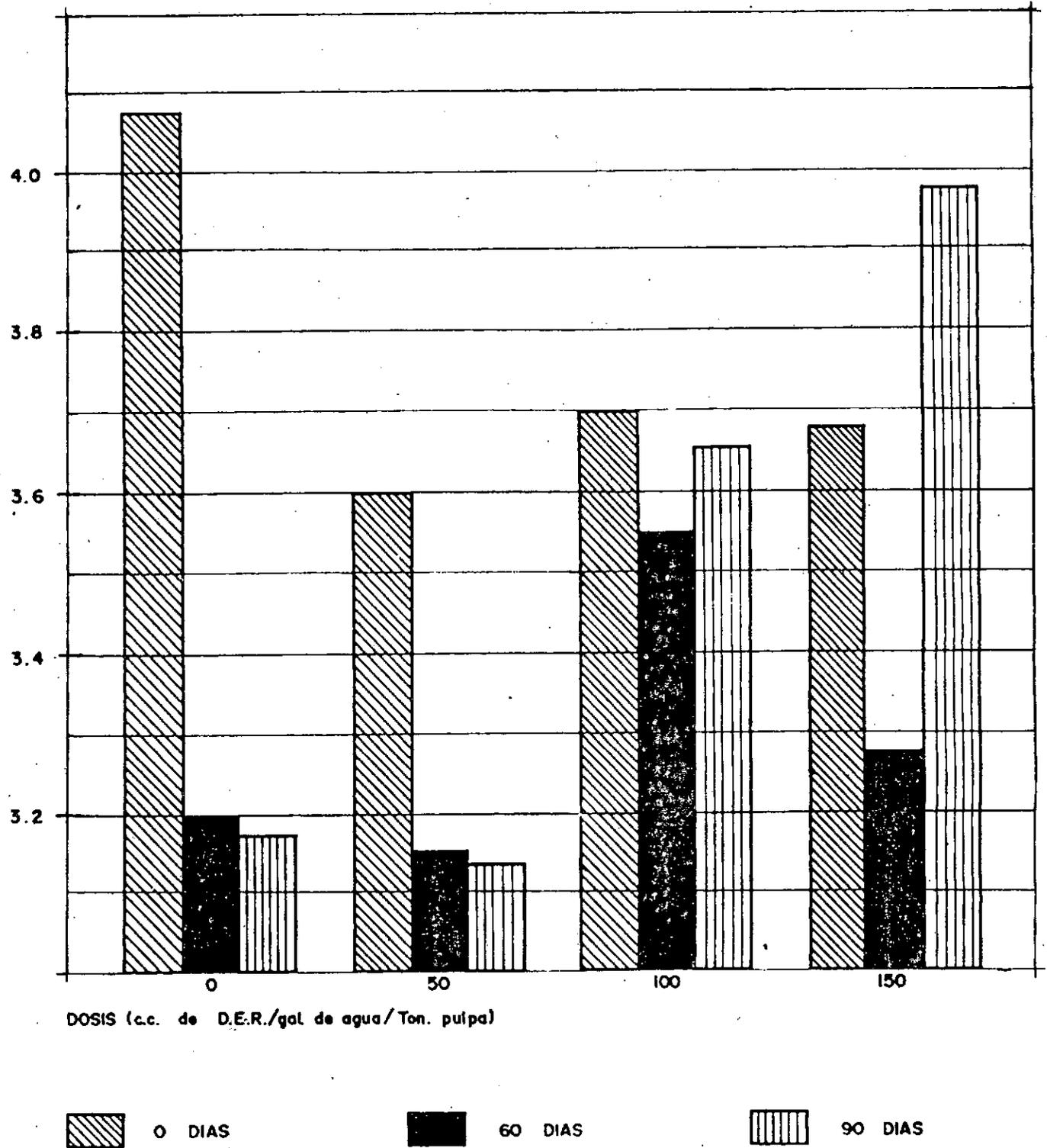


FIG. 3 Cantidad de Nitrógeno contenido en los promontorios de pulpa de café, en 4 tratamientos y 3 lecturas diferentes, San Andrés Osuna 1987.

POTASIO
(%)

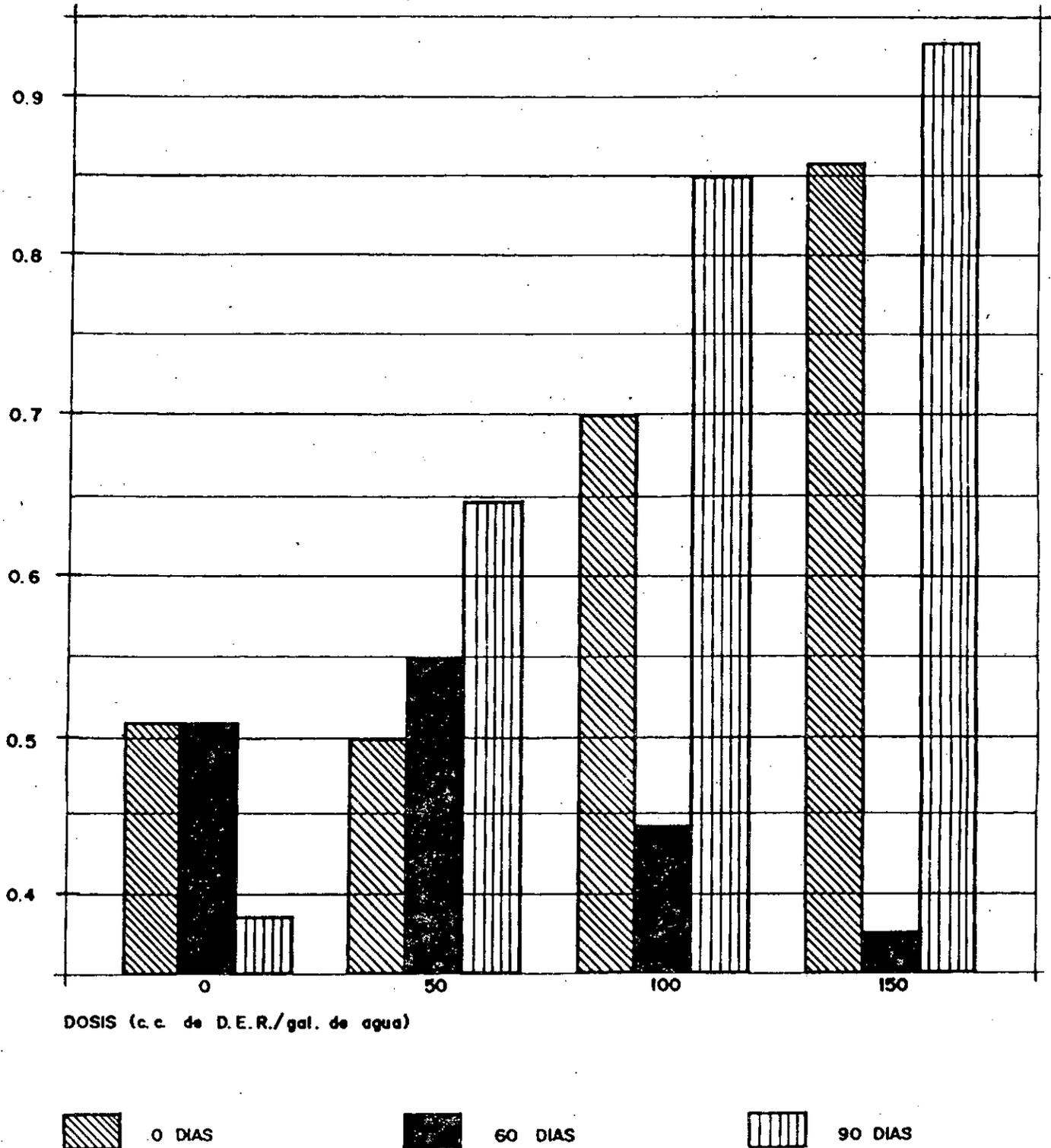


FIG. 4 Cantidad de Potasio contenido en los promontorios de pulpa de café, donde las cantidades al final del experimento mostraron un comportamiento directamente proporcional a las dosis evaluadas, San Andrés Osuna, 1987.

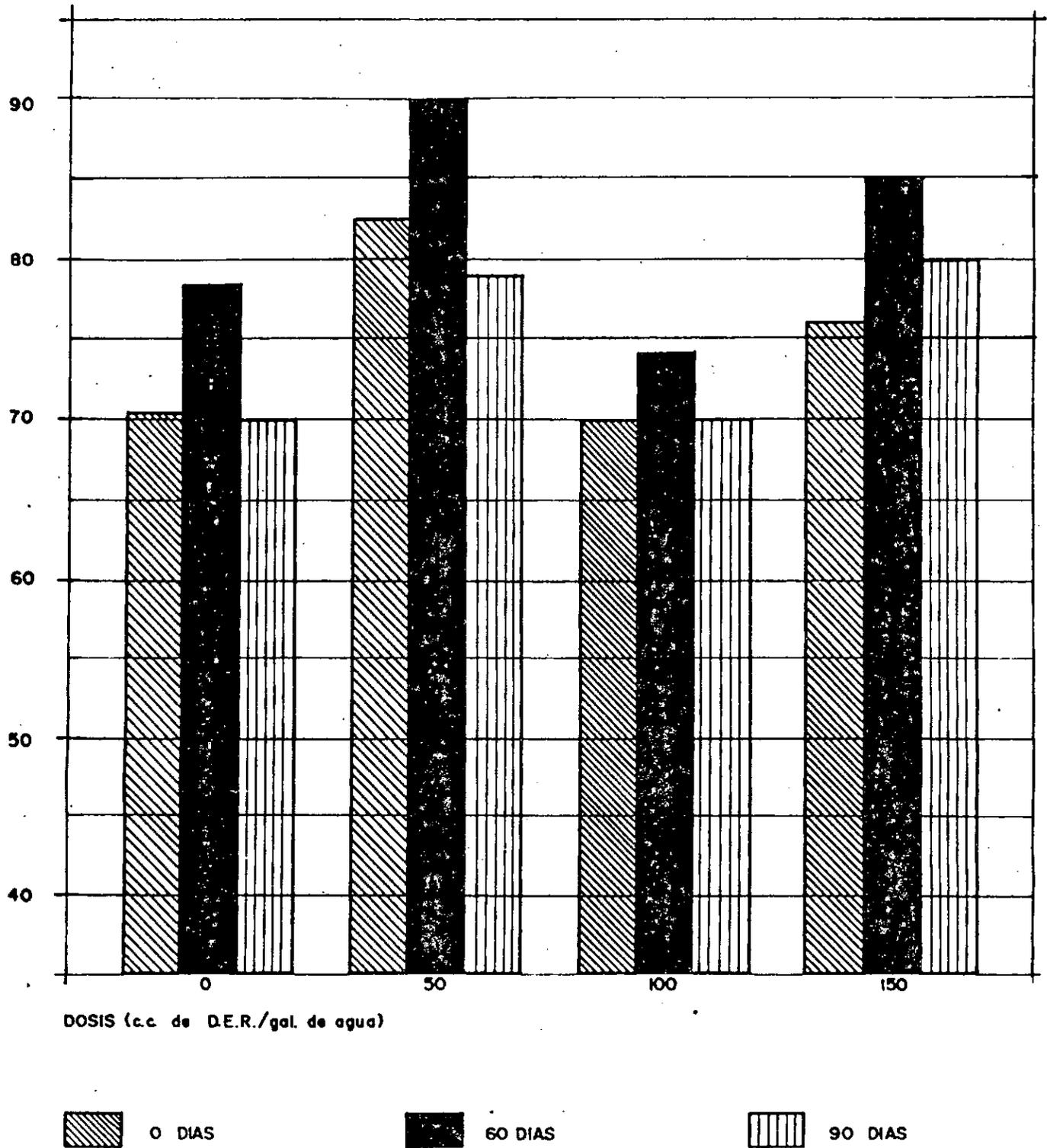
ZINC
(ppm)

FIG. 5 Contenido de Zinc en los promontorios de pulpa de café y en donde a la mayor dosis y en la última lectura mostró su mayor disponibilidad, San Andrés Osuna, 1987.

directa entre el Potasio y un pequeño incremento del pH de la pulpa a niveles ligeramente alcalinos, que no afectan al cultivo dada su habilidad para desarrollarse en rangos de pH amplios.

Por su parte el contenido del Zinc (Zn) en las dosis de 150 y 50 c.c. al final del experimento, demuestran un comportamiento similar, siendo mayor el contenido de Zinc a los 60 días en la dosis de 50 c.c., esto no implica su uso durante ese período de tiempo puesto que el proceso de fermentación todavía estaba sin completarse no siendo recomendable su uso como un abono orgánico por los posibles daños que pudiera causar a la planta en el sistema radicular.

VII. CONCLUSIONES

1. La dosis de 150 c.c. de Degradador/galón de agua/tonelada de pulpa alcanzó los mejores resultados en función de la degradación del producto aplicado sobre la pulpa, ya que se observó una drástica reducción de su volumen, esto debido a la acción de las enzimas en la degradación de las fracciones de celulosa y hemicelulosa. Esto permite efectuar un mejor manejo de la pulpa del depósito hacia los campos de cultivo, mejora su calidad en contenido de micro y macro elementos minerales y mejora sustancialmente su composición física. En consecuencia el grado de descomposición alcanzado por la pulpa demostró una relación entre ésta y la reducción del volumen de la pulpa tratada.
2. El grado de dureza entre la pulpa testigo y la pulpa tratada contrastó notablemente, ya que en el primer caso sus condiciones de olor y dureza se conservaron casi inalterables a lo largo del experimento, mientras que en la pulpa tratada los cambios observados permitieron que en esta no hubiera restos de conchas.
3. La temperatura al inicio del experimento mostró un notable incremento debido a que las enzimas constituyentes de este producto tienen la habilidad de trabajar en condiciones de baja presión de oxígeno. Por otra parte el % de Humedad registró el valor más alto en la lectura inicial debido a que durante ese tiempo la época lluviosa afectó fuertemente el área del experimento. Esto no impide la acción del producto aplicado, por lo que no se considera limitante el uso del producto bajo condiciones de lluvia.
4. Los contenidos minerales de la pulpa tratada aumentaron ligeramente en comparación con la pulpa testigo. Este aumento se observó especialmente en los elementos Nitrógeno, Zinc y Potasio hasta en un 25%. Los elementos Manganeso, Hierro, Boro, Calcio, Cobre y Sodio, no mostraron una diferencia significativa entre los distintos tratamientos, el Fósforo y Magnesio elevaron sus contenidos en términos de % en los promontorios de la pulpa tratada.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar otras dosis tomando como referencia la de 150 c.c. de Degradador /galón de agua/ tonelada de pulpa, la cual en todo el desarrollo de la investigación demostró los mejores resultados en cuanto a la degradación de la pulpa.
2. Durante la fase de investigación a nivel de campo emplear otras técnicas como: Remover la pulpa periódicamente y mejorar las con diciones de aireación interna colocando trozos de bambú dentro de los promotorios y abriéndoles agujeros tal como se utiliza en el caso de las aboneras.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, B.F. 1966. La utilización del grano de café y de sus productos. Guatemala, ICAITI. 431 p.
2. ALFARO, J.; LARDE, O. 1986. Tratamiento enzimático de pulpa de café; in forme de ensayo. El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 12 p.
3. ALFEREZ, A. 1984. La caficultura en El Salvador. El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. p. 69-76.
4. ANZUETO, F. s.f. Informe de la producción de café durante el período 1986-1987 para consumo local y exportación; reportes de producción.
Sin publicar.
5. BARRIENTOS, J. 1974. Estadísticas de producción de café. Revista Cafetalera.(Gua.) no. 125:1-4.
6. BUEZO, P. 1973. El beneficiado del café. Revista Cafetalera (Gua.) no. 13:17-24.
7. BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. 1978. La pulpa de café. Colombia, Centro Interamericano de Investigaciones para el Desarrollo. 152 p.
8. BRAVERMAN, J.B.S. 1978. Introducción a la bioquímica; enzimas. 2 ed. Barcelona, Omega. p. 169-174.
9. CALLE VELEZ, H. 1979. Los subproductos del café. Revista Cafetalera (Gua.) no. 167:1-17.
10. COCHRAN, W.; COX, G. 1980. Diseños experimentales, diseño de bloques al azar. 2 ed. México, Trillas. p. 120-145.
11. FERNANDEZ, J. 1976. Estadística de producción de pulpa. Revista Cafetalera (Salv.) no. 125:4-8.
12. JONES, M. 1977. Sumario técnico de los productos Cytozyme; reporte de laboratorio. Utha, Estados Unidos, Cytozyme Laboratories. 31 p.
Sólo sumario.
13. MENCHU, J. 1975. Determinación de la calidad del café. Revista Cafetalera (Gua.) no. 149:1-13.

14. MENENDEZ, M. 1986. Elaboración de productos pre-húmicos. Bio-Agro (Salv.) no. 69:1-3.
15. SUAREZ DE CASTRO, F. 1960. El valor de la pulpa de café como abono. Revista Cafetalera (Salv.) no. 5:6-14.

Vo. Bo.
Patualle



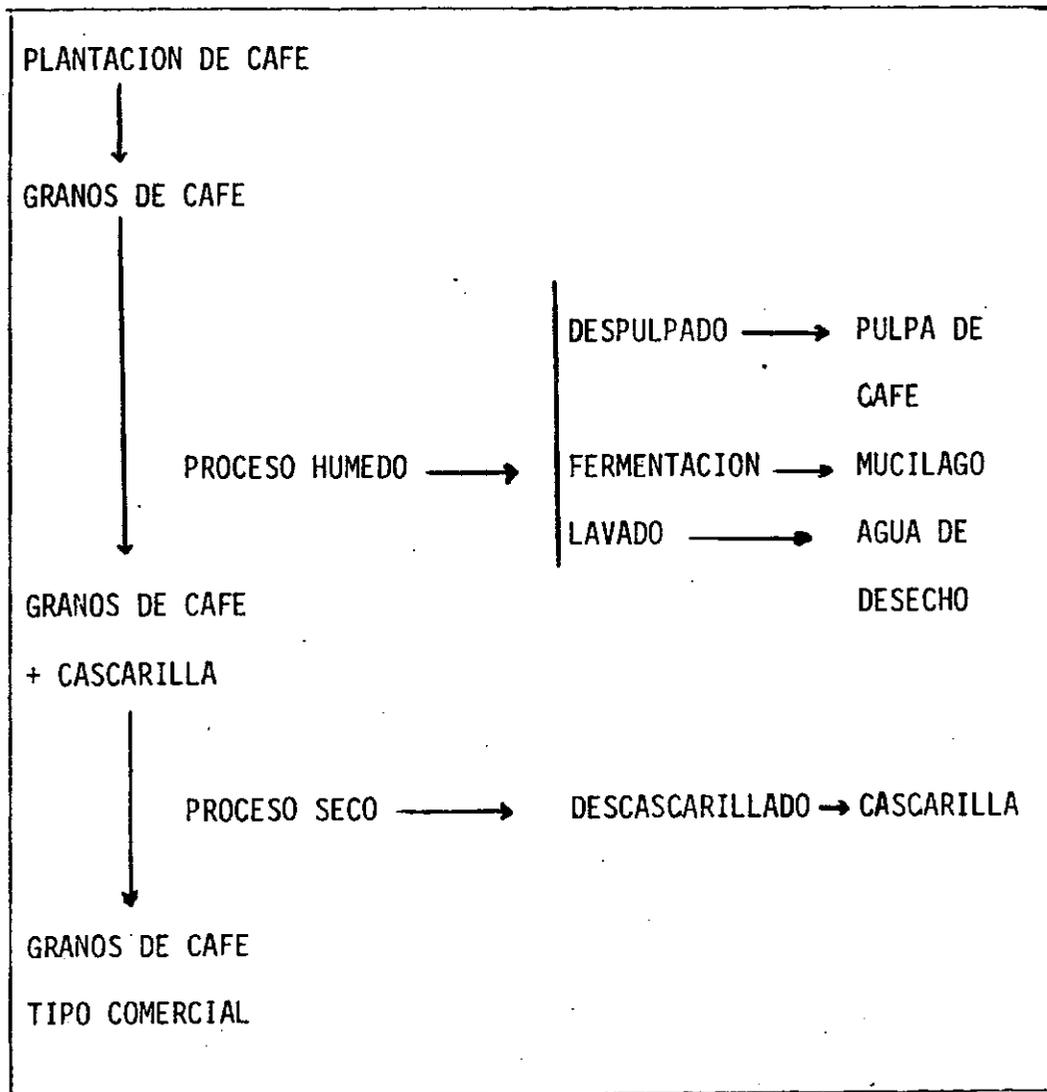
X. APENDICE

CUADRO 7. BALANCE DE LOS MATERIALES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DEL CAFE EN CEREZA

	peso fresco	peso %	Humedad %	peso seco (g)	%
Café en cereza	1000	00,0	65,5	345	-
↓ pulpero					
pulpa de café	432	43,2	77,0	99	28,7
+ Fruto de café + mucílago + cascarilla	568	56,8	56,0	250	72,2
↓ fermentación y lavado					
Mucílago	-	-	-	17	4,9
+ Fruto de café + cascarilla	450	-	50,0	225	-
↓ descascarillado					
Cascarilla	61	6,1	32,0	41	11,9
+ Fruto de café	389	38,9	51,0	191	55,4

Fuente: BRAHAM Y BRESSANI. La Pulpa de Café. INCAP. Guatemala. 1978. Pag. 22.

CUADRO 8. PROCESAMIENTO DEL GRANO DE CAFE Y SUS SUBPRODUCTOS



FUENTE: Braham y Bressani. La pulpa del Café. INCAP. Guatemala. 1978. pag. 11.

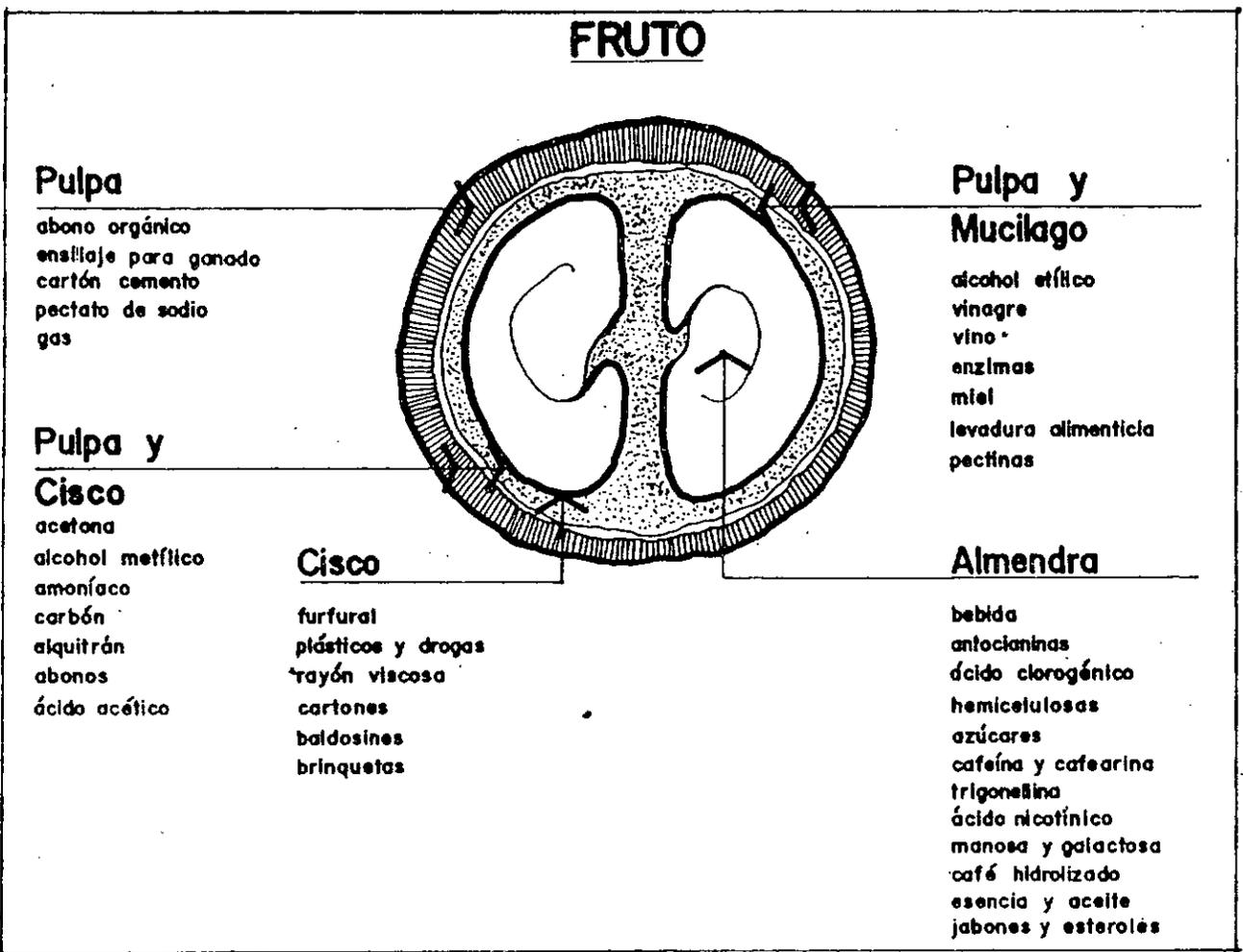


FIG. 6 Utilización de los subproductos del café después de su beneficiado.

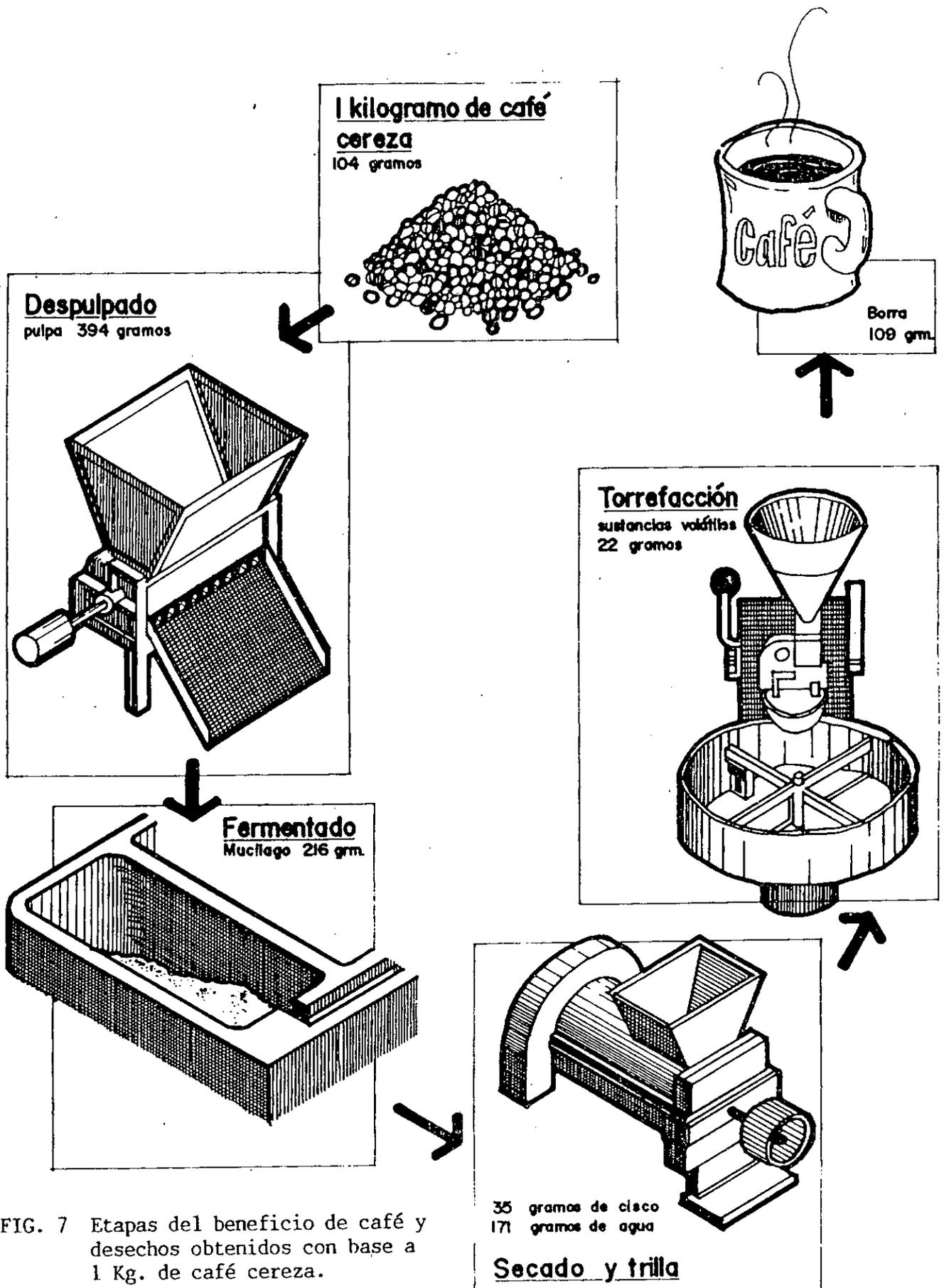


FIG. 7 Etapas del beneficio de café y desechos obtenidos con base a 1 Kg. de café cereza.

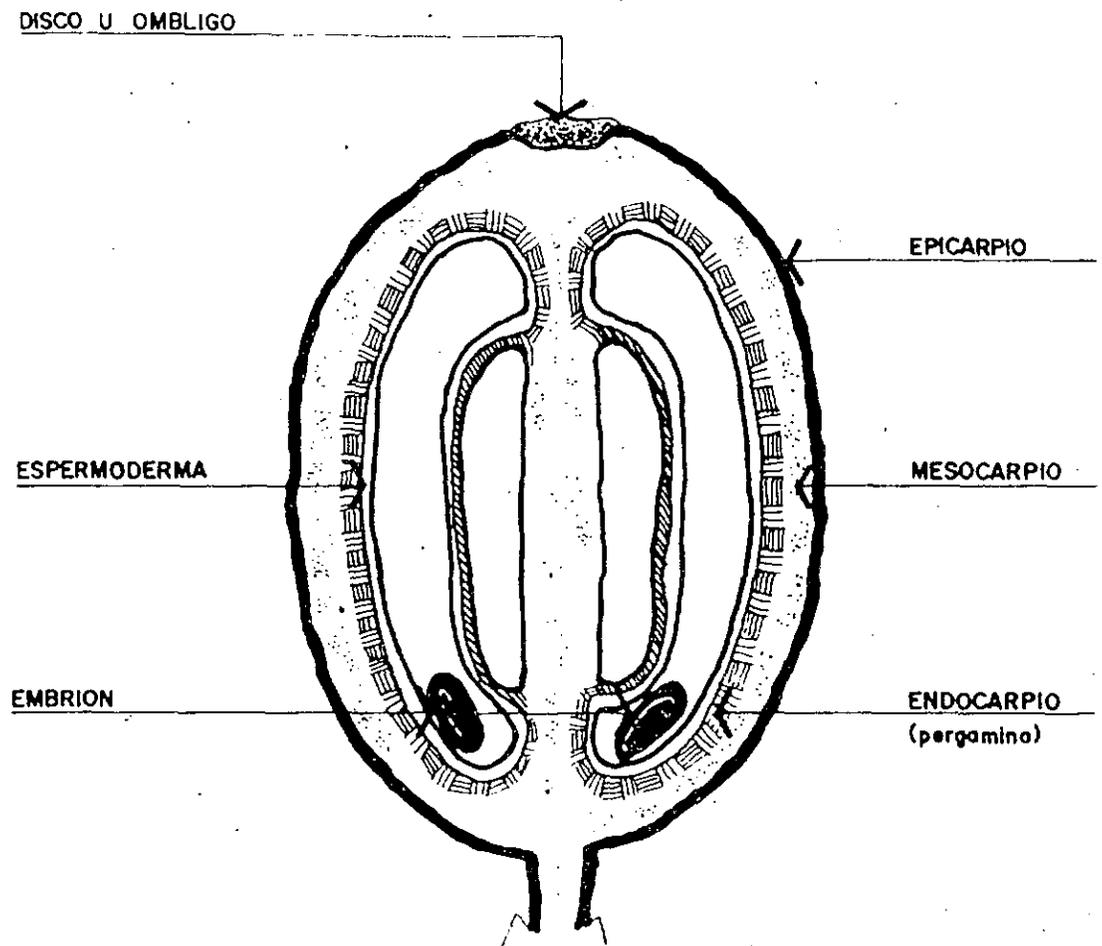


FIG. 8 Corte longitudinal de un grano de café cereza.

CUADRO 9. DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES
DEL CAFE EN CEREZA

(BASE SECA)			
	ARABIGO	BORBON	MEZCLA
Pulpa	26,5	20,6	28,7
Caşcarilla	10,0	11,2	11,9
Mucílago	13,7	7,5	4,9
Fruto de café	50,0	51,7	55,4

Fuente: BRAHAM y BRESSANI. La pulpa de Café. INCAP.
Guatemala, 1978. pag. 15

CUADRO 10. COMPOSICION QUIMICA PORCENTUAL DE DIFERENTES FERTILIZANTES ORGANICOS

COMPONENTE	PULPA DE CAFE (EL SALVADOR)	ESTIERCOL DE VACA	COMPOST RESIDUOS AGRICOLAS (EL SALVADOR)	ESTIERCOL DE POLLO	COMPOST (PTO. RICO)	COMPOST (EL SALVADOR)
Materia orgánica	91,20	----	15,60	----	36,42	54,37
Nitrógeno	1,94	0,50	1,20	1,6	2,28	1,23
Fósforo P ₂ O ₅	0,28	0,25	0,83	1,5	4,71	0,79
Potasio K ₂ O	3,61	0,50	0,98	0,8	2,87	0,87
Calcio (CaO)	----	----	----	---	----	5,32

Fuente: Suárez de Castro. Valor de la pulpa de café como abono.
El Salvador. 1960. Pag. 11.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto 6 de octubre de 1988

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apdo Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O

UNIVERSIDAD DE LA CRISTINA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central