

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DEL ASOCIO DEL CULTIVO DE CAFÉ CON PASTO RUZI (*Brachiaria ruzi*); SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

TESIS DE GRADO

ANA MARÍA AJPOP GÓMEZ

CARNET 16056-09

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2018
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DEL ASOCIO DEL CULTIVO DE CAFÉ CON PASTO RUZI (*Brachiaria ruzi*); SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ANA MARÍA AJPOP GÓMEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADA

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2018
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
MGTR. MARCO ANTONIO ABAC YAX

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN
ING. FRANCISCO ESTUARDO MAYORGA PASTOR
LIC. CARLOS ROMAN MONTERROSO NATARENO

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

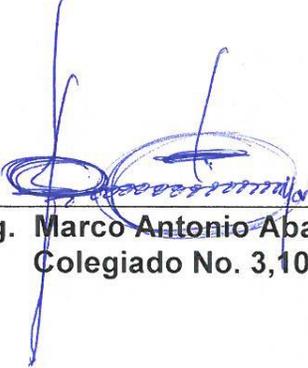
Quetzaltenango, octubre de 2017

Honorable Consejo de
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe de Final del Trabajo de Tesis de la estudiante Ana María Ajpop Gómez con carné **1605609** que se identifica, titulado: **EVALUACIÓN DEL ASOCIO DEL CULTIVO DE CAFÉ CON PASTO RUZI (*Brachiaria ruziensiensis*); SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ.**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



Ing. Marco Antonio Abac Yax
Colegiado No. 3,100



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06938-2018

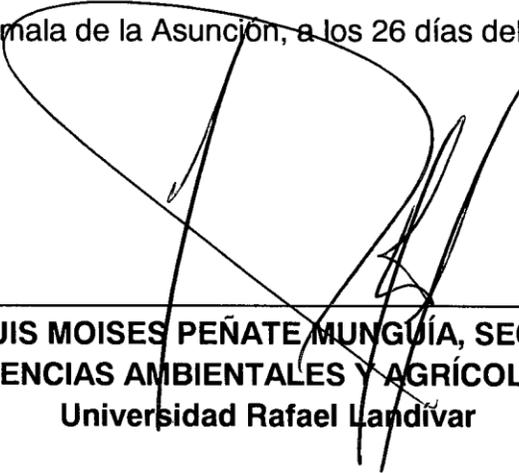
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ANA MARÍA AJPOP GÓMEZ, Carnet 16056-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0682-2018 de fecha 20 de abril de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DEL ASOCIO DEL CULTIVO DE CAFÉ CON PASTO RUZI (*Brachiaria ruzi*); SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ.

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de abril del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



Agradecimiento

A:

Dios por el regalo de la sabiduría, ser mi fortaleza principal en mi recorrido hacia mi meta.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por brindarme las herramientas que hoy forjan mi formación.

Ing. Marco Antonio Abac Yax, por su tiempo otorgado para la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de investigación; Dios le bendiga.

Empresa "Finca Las Nubes" por brindarme el espacio para llevar a cabo la investigación.

Ing. Mynor Rosales, por haber creído en mí y ser parte importante en el inicio de mi carrera.

Ing. Efraín Imeri, por sus consejos, amistad y acompañamiento. Gracias Familias:

Santos Xic, gracias por la confianza, cariño y apoyo que siempre me obsequiaron.

Chachalac Gónon, por abrirme las puertas de su casa, todo el cariño y consejos que han tenido para mí. Segunda familia, muchas gracias.

Castillo Asturias. por su acompañamiento y apoyo durante la formación de mi carrera, eternamente agradecida.

Dedicatoria

A mis Padres: Hoy, gracias todo su apoyo, cariño y acompañamiento durante toda mi vida, pude culminar mi meta. Este logro, sea un pequeño homenaje a todos sus amorosos esfuerzos.

A mis Hermanos: Roberto, Flory, María. Lochy y Dulce, sus consejos, cuidados y amor que me han tenido, ha sido motor importante para terminar esta etapa en mi vida.

A mis Sobrinos: Pablito, Samy, Luisito; Valentino; Cristopher; pedacitos de cielo, para ustedes el mejor de mis deseos.

A Mis abuelos: José Ajpop, Pablo Gómez (Q.E.P.D) principales ejemplos de lucha y perseverancia, donde estén sé que siempre me acompañan.

A mis Mentores de vida

y Profesionalismo: Ing. Francis Castillo, Lic. Jorge Ochoa, Señor Henry Aguilar, Señor Raúl Orantes, Mi señor padre, Señor Marcelino Mejía, mi hermana Flor. Cada paso de mi vida, me vieron crecer, guiándome como persona y profesional. A ustedes eternamente agradecida.

A la Reforma San

Marcos: Pueblo mío que me vio nacer, espero mi triunfo sea de beneficio y honra como aporte a su desarrollo.

A TI: Porque siempre has estado conmigo, brindas tus cuidados, ánimos y consejos. Sin importar que, sabes que estarás presente en mí siempre. Gracias, por tanto.

A mis Primos: Primeros amigos, ustedes que siempre me han brindado su amistad y apoyo, muchas gracias.

A mis Amigos y Amigas: Cada uno de nuestros recuerdos viven siempre en mi corazón.

Compañeros de vida: amigos que por asares de la vida, no pudieron terminar un propósito, sepan que esto se lo dedico a ustedes, llevo a cuestas sus sueños e ilusiones. Recibo este logro, con ustedes en mi corazón.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 CULTIVO DE CAFÉ.....	3
2.1.1 Clasificación botánica.....	3
2.1.2 Morfología del cafeto.....	3
2.1.3 Desarrollo de la flor y floración.....	5
2.1.4 Crecimiento del fruto.....	6
2.1.5 Semilla y germinación.....	6
2.1.6 Establecimiento de cafetales y conservación de suelos.....	7
2.1.7 Establecimiento de la nueva plantación.....	7
2.1.8 Aspectos a considerar en el establecimiento de un cafetal.....	8
2.1.9 Conservacion de suelos.....	11
2.1.10 Principales variedades de café en Guatemala.....	11
2.1.11 Épocas de cosecha.....	12
2.1.12 Sistema agroforestal.....	12
2.1.13 Importancia económica.....	12
2.2 CULTIVO DEL PASTO RUZI (<i>Brachiaria ruzizensis</i>).....	14
2.2.1 Descripción botánica.....	14
2.2.2 Descripción biológica.....	15
2.2.3 Características agronómicas.....	15
2.2.4 Adaptación.....	16
2.2.5 Producción de materia seca.....	16
2.2.6 Resistencia a plagas y enfermedades.....	16
2.2.7 Valor nutritivo.....	17
2.2.8 Siembra.....	17
2.3 INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA.....	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	23

4.	OBJETIVOS.....	25
4.1	GENERAL.....	25
4.2	ESPECÍFICOS.....	25
5.	HIPÓTESIS.....	26
5.1	HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	26
6.	METODOLOGÍA.....	27
6.1.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	27
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	27
6.2.1	Cultivo de café.....	27
6.2.2	Ruzi (<i>Brachiaria ruzizensis</i>).....	27
6.3	FACTORES A ESTUDIAR.....	27
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	28
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
6.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	29
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	29
6.8	CROQUIS DE CAMPO.....	29
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	30
6.9.1	Prácticas agronómicas antes del establecimiento del nuevo cultivo.....	30
6.9.2	Trazo del terreno.....	30
6.9.3	Siembra nueva del cultivo de café.....	30
6.9.4	Control de malezas.....	31
6.9.5	Siembra de pasto.....	31
6.9.6	Fertilizaciones.....	31
6.9.7	Control de enfermedades fungosas.....	31
6.9.8	Cortes de pasto.....	32
6.9.9	Análisis del suelo.....	32
6.9.10	Toma de datos.....	32
6.9.11	Tabulación y análisis de datos.....	32
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA.....	33

6.10.1	Cantidad de materia orgánica en el suelo.....	33
6.10.2	Crecimiento vegetativo.....	33
6.10.3	Erosión del suelo.....	34
6.10.4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	34
6.10.5	Análisis estadístico.....	34
6.10.6	Análisis económico.....	34
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
7.1	MATERIA ORGÁNICA APORTADA.....	35
7.2	DESARROLLO VEGETATIVO EN PLANTAS DE CAFÉ.....	36
7.2.1	Altura.....	36
7.2.2	Número de brotes.....	39
7.2.3	Diámetro de brotes.....	40
7.3	NIVEL DE EROSIÓN.....	42
7.4	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	45
8.	CONCLUSIONES.....	48
9.	RECOMENDACIONES.....	50
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
11.	ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
Cuadro 1	Tratamientos evaluados sistemas de siembra de café en asocio con Ruzi; en el cultivo de café; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez 2015.....	29
Cuadro 2	Porcentaje de materia orgánica aportada al área de investigación, en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	36
Cuadro 3	Altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	37
Cuadro 4	Análisis de varianza altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	38
Cuadro 5	Prueba de medias (Tukey 5%) altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	38
Cuadro 6	Número de brotes en plantas de café en asocio con Ruzi, finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	39
Cuadro 7	Análisis de varianza número de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	40
Cuadro 8	Diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	41
Cuadro 9	Análisis de varianza diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	41
Cuadro 10	Prueba de medias (Tukey 5%) diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	42

Cuadro 11	Nivel de erosión (expresado en centímetros) en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	43
Cuadro 12	Nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	44
Cuadro 13	Análisis de varianza nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	44
Cuadro 14	Prueba de medias (Tukey 5%) nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	45
Cuadro 15	Resumen de análisis económico para los 5 tratamientos en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	46
Cuadro 16	Resumen de resultados obtenidos en los indicadores de variables evaluadas, para los 5 tratamientos en plantación de café en asocio con Ruzi; finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Página
Figura 1	14
Representación gráfica de la interacción de las exportaciones de café, dato actualizado hasta la cosecha 2014/2015	
Figura 2	29
Croquis de campo para la evaluación del asocio del cultivo de café con el pasto Ruzi; finca Las “Nubes”, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.....	

**EVALUACIÓN DEL ASOCIO DEL CULTIVO DE CAFÉ CON PASTO RUZI
(*Brachiaria ruzizensis*); SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ.**

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del asocio del cultivo de café con el pasto Ruzi (*Brachiaria ruzizensis*); los tratamientos utilizados fueron: testigo absoluto, café + un surco de pasto entre hileras, café + dos surcos de pasto entre hileras, café + pasto al voleo y testigo relativo, la investigación se llevó a cabo en San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez; el diseño que se utilizó fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cinco tratamientos; las variables de respuesta fueron: cantidad de materia orgánica en el suelo, crecimiento vegetativo (altura de brotes, número de brotes, diámetro de los brotes) y erosión del suelo. En materia orgánica aportada, el tratamiento tres obtuvo un resultado del 13.10%. En altura de planta el tratamiento tres tiene un resultado superior al de los demás tratamientos. En número de brotes, el tratamiento dos y el tratamiento cinco ambos con un promedio de 28 brotes, para diámetro de brotes el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue el cinco. Observando los resultados se tiene que, la manera tradicional del caficultor que es el tratamiento cinco, es de costo más accesible, sus resultados se apegan a los del tratamiento tres, el tratamiento dos presenta resultados satisfactorios y su costo puede ser accesible y remunerable utilizándolo en áreas donde la pendiente es muy pronunciada y los factores climáticos tienden a afectar la erosión del suelo.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) ha sido fuente generadora de empleo, posicionándose como el producto más comercializado a nivel del mundo, luego del petróleo. La historia cuenta que a Guatemala su llegada se remonta desde el año 1773, desde entonces, se ha convertido en un cultivo significativo para el país por la generación de divisas y fuentes de empleo. La clasificación de la forma en que se estructura la caficultura en Guatemala; según la Asociación Nacional del café (ANACAFE); se establece en fincas medias y grandes (32%) y pequeños productores (68%) (ANACAFE, 2012).

Guatemala es un país que por sus condiciones climáticas y edáficas la hace especial para el cultivo de café, influyendo directamente para tener una calidad excelente y única en el mundo; todo esto se ha logrado por la diversidad de variedades del cultivo. Aunque la producción mundial de café se ha estabilizado, su crecimiento es muy lento y no responde al crecimiento de la demanda desde el 2001, la crisis produjo en Guatemala el abandono de fincas o cambio de producción. Muchos cafetaleros optaron por mantenerse en el sector y buscar nuevas alternativas de diversificación, es por ello que el asocio con Ruzi, parece ser una nueva tendencia en la caficultura, que apunta a la mejora de las producciones de las fincas cafetaleras, puesto que el uso de nuevas fuentes de fertilización es cada vez más importante, dado el constante incremento de insumos agrícolas, tales como fertilizantes, que afectan la rentabilidad del cultivo (Fixen, 2009).

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación de asocio del cultivo de café con el pasto Ruzi, para determinar qué efecto causa, ya que dicho sistema, puede generar residuo de vegetal fresco, con el fin de ayudar a mejorar el aprovechamiento de los elementos esenciales para las plantaciones, sobre todo materia orgánica, puesto que al mejorarla, se mejora la textura de los suelos y así se proporciona mejores condiciones para la planta, pues se sabe que la materia orgánica es fuente de energía para organismos de micro y macrofauna, entre otros que están fuertemente

influenciados por la cantidad de residuos vegetales retornados al suelo. La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar, bajo las condiciones climáticas y edáficas del municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez.

En base a los resultados obtenidos, se puede observar que, con dicho experimento, se obtuvo una reducción de erosión al suelo y mejoras en aspectos como, crecimientos y materia orgánica, causando así una acción favorable en lugares que están más propensos al cambio climático que se está generando. Siendo entonces una alternativa poder hacer la incorporación de una hilera de pasto entre surcos en dichos lugares, sobre todo, si se tienen pendientes muy pronunciadas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DE CAFÉ

2.1.1 Clasificación botánica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especies: arábica, canephora y *liberica*

(Inglés, 2012)

2.1.2 Morfología del cafeto

a) Raíz

El sistema radicular está formado por una raíz principal, llamada pivotante; raíces axilares o de sostén; raíces laterales y raíces absorbentes o raicillas, la pivotante profundiza un máximo de 50-60 cm, juntamente con las raíces axilares realiza la función de anclaje de la planta. El 80-90% de las raíces pequeñas son responsables de la absorción del agua y los nutrientes, éstas se encuentran en los primeros 30 cm de profundidad. La raíz también puede almacenar reservas en forma de almidón y azúcares solubles

Existe entre las raíces y la parte aérea del cafeto una interacción nutricional. La raíz depende de las hojas para obtener alimentos derivados del proceso de fotosíntesis y de hormonas para su crecimiento y desarrollo. Por su lado, los órganos aéreos dependen de las raíces para obtener el agua, algunos aminoácidos y elementos minerales, contenidos en el suelo en forma natural, que generalmente son complementados a través de la aplicación de fertilizantes (ANACAFE, 2014).

b) Tallo y bandolas

La planta de café tiene dos tipos de crecimiento:

Vertical (ortotrópico): crecimiento del tallo principal a través de su punto de crecimiento terminal o meristemo. Cuando la planta tiene seis o siete pares de hojas (generalmente en el almácigo) produce el primer par de ramas o cruz, desarrollada a partir de una yema denominada "cabeza de serie", situada encima del último par de hojas originado. Luego, seguirá ramificándose conforme continúe el crecimiento vertical. El crecimiento entre un nudo y otro se denomina entrenudo, y su longitud es una característica diferencial entre las variedades de porte bajo (entrenudos cortos) y las de porte alto (entrenudos más largos). En la axila de cada par de hojas del tallo, existe un grupo de yemas laterales en serie o seriadas, a partir de las cuales se desarrollan los hijos brotes verticales. Estas yemas son frecuentemente estimuladas y brotan cuando se poda o agobia la planta, lo que requiere labores de deshije posteriormente.

Horizontal (plagiotrópico): sobre las bandolas, en la axila de cada par de hojas existen varias yemas laterales, conocidas también como yemas seriadas, pero que tienen un comportamiento a las yemas del tallo. Las yemas de las bandolas son, básicamente de naturaleza vegetativa y la mayoría van a diferenciarse para formar yemas florales, después de recibir estímulos climáticos. A partir de las yemas, también puede formarse el crecimiento de ramas secundarias, ya que generalmente no hay yemas cabezas de serie sobre las bandolas. En el campo, la planta tiene un crecimiento acelerado en los primeros cinco o seis años que luego será más lento. El crecimiento en altura se marca en los primeros tres años, después habrá un mayor desarrollo de ramas secundarias y terciarias, donde va a concentrarse una producción reciente, hasta concluir su primer ciclo de producción comercial. Si la planta no es renovada por medio de podas, la cosecha se encuentra en el limitado crecimiento nuevo de las bandolas y en la parte superior de la planta, declinando la producción por la predominancia del tejido lignificado, que no es productivo (ANACAFE, 2014).

c) Hojas

La formación de todas las hojas se inicia en el ápice del tallo y las ramas. En ellas se realiza la producción de muchos alimentos y hormonas, con las cuales la planta crece, se desarrolla y produce cosecha. Las hojas sirven de vehículo para absorber el Carbono atmosférico y la energía radiante del sol, así como la liberación de agua en forma de vapor a través de los estomas. La epidermis de las hojas posee ceras en su cutícula, dando protección contra la pérdida de agua interna (ANACAFE, 2014).

2.1.3 Desarrollo de la flor y floración

Las yemas que dan origen a las inflorescencias están, básicamente, distribuidas en forma de axilas en las ramas laterales, a nivel de la base de las hojas en cada nudo, con un potencial de 32 flores por nudo. En variedades altamente productivas pueden encontrarse hasta 40 flores por nudo, quedando al final rangos de 15 a 20 frutos por nudos. Inicialmente, las yemas son de naturaleza vegetativa y por estímulos de días cortos, entre los meses de septiembre y octubre, se transforman paulatinamente en yemas reproductivas o florales. Estando formadas, los botones crecen lentamente durante unos dos meses, hasta alcanzar un tamaño de cinco a ocho milímetros y detienen su crecimiento, iniciado un periodo de reposo que puede durar semanas. Reciben entonces el nombre de botones maduros y únicamente bajo esta condición, podrán salir de su letargo y brotar. Se consideran inmaduros los botones de un tamaño menor de cuatro milímetros (ANACAFE, 2014).

La lluvia o irrigación, luego de un periodo seco, hace que los botones continúen su crecimiento rápidamente hasta su apertura en flores, aproximadamente ocho o diez días después de la lluvia. Este fenómeno parece estar controlado por la presencia de dos sustancias reguladoras del crecimiento en el botón floral, el ácido abscísico que inhibe el crecimiento y el ácido giberélico que lo promueve. Se estima que 10 mm de lluvia son necesarios para estimular la floración. Por efecto de la lluvia la temperatura ambiental descende, lo que también podría estar relacionado con la estimulación floral. La apertura de las flores o antesis ocurre durante las primeras horas de la mañana; en

el segundo día empiezan a marchitarse y a partir del tercer día se desprende los pétalos y los estambres.

Las flores individuales son completas, hermafroditas y autofértiles. Los cafetos de todas las variedades de *Coffea arábica* tienen un alto porcentaje de autofecundación, estimado en 91-96%, con una polinización cruzada que no excede del nueve por ciento. Esto es favorecido porque, antes de abrirse la flor, algunas anteras ya han liberado polen internamente. Como resultado de la unión del grano de polen con los dos óvulos (dentro del ovario) se formará un fruto que contendrá normalmente dos semillas (ANACAFE, 2014).

2.1.4 Crecimiento del fruto

Luego que los óvulos han sido "polinizados", el ovario fecundado o "pequeño fruto" empezará a crecer, en las primeras seis o siete semanas el fruto crece muy lentamente, alcanzando un tamaño de tres a cuatro milímetros. Un mes y medio después de la floración, el fruto inicia un crecimiento acelerado, que continúa hasta los tres meses y medio. En esta etapa, el pergamino se forma y se lignifica, definiéndose el crecimiento que tendrá el grano. Un déficit hídrico en este período puede provocar el secamiento y purga en frutos tiernos.

Continúa un estado de crecimiento lento y el "llenado" del grano o endospermo. En esta fase, el fruto consume la mayor cantidad de nutrientes. Si se enfrentara a un período de sequía muy acentuado, entre el tercer y cuarto mes post floración, podrían presentarse problemas de grano negro. Entre el cuarto y sexto mes el grano se endurece, forma la pulpa y alcanza su madurez fisiológica como fruto "sazón", que ha obtenido su máximo crecimiento. Finalmente, el fruto llega a su madurez de corte, como promedio, sobre el octavo mes después de la floración (ANACAFE, 2014).

2.1.5 Semilla y germinación

La mayor parte de la semilla la constituye el endospermo, que es de consistencia dura y color verdoso. El embrión que formará la futura planta se localiza dentro de la semilla a

nivel de la base, con la apariencia de una pequeña "paleta" de aproximadamente cuatro milímetros de largo y una tonalidad "crema" que trasluce dentro de la semilla se encuentra la película plateada, que es visible cuando se seca.

Para que el embrión se desarrolle, es necesario que la semilla esté madura y se tengan buenas condiciones de humedad y temperatura. Al colocarse la semilla en el suelo la misma absorbe agua hinchándose y el embrión empieza a crecer. Inicialmente, brota la radícula o raicilla saliendo del pergamino, curvándose hacia abajo. El tallo o hipocotilo crece y levanta los cotiledones aún envueltos dentro del pergamino, que luego se desintegra abriendo la "mariposa", nombre con el que se conoce en Guatemala a esta fase de la planta. Hasta este momento el embrión se ha nutrido de las reservas contenidas en el grano (almidón, otros azúcares) de aquí en adelante la planta deberá sintetizar sus propios alimentos. En el extremo del tallito, donde se une con los cotiledones, se localizan los puntos de crecimiento que continuarán formando el follaje de la planta (ANACAFE, 2014).

2.1.6 Establecimiento de cafetales y conservación de suelos

Un alto porcentaje de los cafetales, a nivel nacional, se caracterizan por sus condiciones extremas de cultivo extensivo e intensivo con productividad no rentables. Los rendimientos dependen del uso de variedades zonificadas, semillas certificadas, distanciamiento de siembra, manejo de sombras, tejido productivo, control fitosanitario y nutricional (ANACAFE, 2014).

2.1.7 Establecimiento de la nueva plantación

Aun cuando la siembra de una nueva plantación de café puede realizarse en un lugar donde ha existido o existe una plantación que se desea sustituir, se refiere a iniciar una siembra en un área donde no existe café y que puede tener una cubierta vegetal, como potreros, montaña o labranza. Para el establecimiento de un cafetal, es necesario realizar un estudio de las características y condiciones del lugar, tomando en cuenta factores tanto clima como del suelo, que puedan influir en la capacidad de producción

de la planta. Se debe tener conocimiento de las variedades que se presentan en el lugar donde se va a establecer el nuevo cafetal. (ANACAFE, 2014).

2.1.8 Aspectos a considerar en el establecimiento de un cafetal

a) Preparación del terreno

Esta actividad tiene como objetivo acondicionar el área para la siembra de café. En siembras nuevas comprende la limpieza y eliminación de los restos del cultivo anterior y en las áreas de renovación, la eliminación del cafetal viejo, así como de los árboles de sombra en mal estado. Es importante resaltar que no deberían habilitarse terrenos con más de 45 grados de pendiente por ser un factor limitante para la productividad; tampoco se debe utilizar áreas de bosques naturales ya que son áreas de preservación de la biodiversidad (ANACAFE, 2014).

b) Trazado y marcado

Se realiza de acuerdo a la posición del terreno en relación a la entrada de la luz solar, dirección del viento y condiciones topográficas. En terrenos inclinados, típicos de la zona cafetalera, se deben implementar prácticas de conservación de suelos, siendo convenientes trazos en contorno, en el marcado se refiere al establecimiento de puntos de referencia para la siembra para lo cual se utilizan estacas, en el marcado queda determinada la distancia de siembra entre surcos y plantas (ANACAFE, 2014).

c) Ahoyado

Dependiendo del tipo de suelo, el hoyo puede tener dimensiones variables. En suelos francos con materia orgánica, se utilizan hoyos pequeños: 0.20 x 0.20 x 0.20 metros, ó 0.30 x 0.30 x 0.30 metros. En suelos arenosos muy sueltos o arcillosos, es necesario realizar hoyos más grandes 0.40 x 0.40 x 0.40 metros, con el propósito de incorporar materia orgánica. Se sugiere hacer esta labor entre los tres y nueve meses antes de la siembra con el fin de aprovechar la mano de obra disponible, condiciones de suelo, siembra de época adecuada (ANACAFE, 2014).

d) Variedad

Para la selección de las variedades, se deben considerar las siguientes características:

- Adaptabilidad a la zona.
- Sistemas de explotación extensiva e intensiva.
- Calidad de tasa.

Las variedades de porte alto más utilizadas son: Bourbon mejorado y Mundo Novo, las de porte bajo: Caturra, Pacas, Catuaí y Pache (ANACAFE, 2014).

e) Densidad de siembra

Se define como el número de plantas por unidad productiva, tiene un marcado efecto sobre la capacidad de producción de las plantas, ya que cada variedad, de acuerdo al porte de la planta, puede exigir más o menos espacio, para poder expresar su potencial genético.

La caficultura actual persigue una producción sostenible, mediante la estabilidad de la producción y rentabilidad, evitando la degradación de los recursos naturales. Busca una densidad que permita la mejor producción por planta, menor uso de insumos por área durante el mayor número posible de cosechas (longevidad de la planta) (ANACAFE, 2014).

f) Número de plantas por postura

Depende del programa de manejo posterior que se tenga para la planta, el argumento empleado cuando se siembra más de una postura es contar con mayor número de ejes desde el mismo vivero, lo que garantiza economía en tiempo. Con base en los estudios realizados por ANACAFÉ, la recomendación es utilizar almácigos de una o dos posturas como máximo; cuando se siembran almácigos de dos posturas, el mínimo para la distancia de siembra es de 2.0 x 1.0 metros, para porte bajo; y 2.40 x 1.20 metros, para porte alto. (ANACAFE, 2014).

g) Manejo de malezas

En la primera etapa de desarrollo de las plantaciones (primer año), debe garantizarse que plantas invasoras o malezas no compitan por agua, luz, espacio y nutrientes con los cafetos. Las malezas son hospederos de plagas y enfermedades que pueden trasladarse al cultivo, por lo que el cultivo debe mantenerse libre de las mismas. Esto se logra mediante un estricto programa de manejo de malezas de tipo mecánico y manual, teniendo el cuidado de no causar heridas a los tallos de las plantas (ANACAFE, 2014).

h) Fertilización

Es una práctica importante ya que los nutrientes se encuentran en el suelo en cantidades variables y con frecuencia no son suficientes para el desarrollo adecuado de las plantas. Entonces, es necesario aplicar enmiendas y fertilizantes basados en el análisis de suelo. La aplicación de fertilizantes durante la primera etapa del cultivo tiene como objetivo seguir promoviendo el desarrollo del sistema radicular, crecimiento de ramas y hojas y preparar a la planta para la producción.

Durante esta etapa la planta demanda mayores cantidades de Nitrógeno y Fósforo, por lo que el programa de nutrición debe incluir fórmulas de fertilizantes con alto contenido en estos elementos. Estos no pueden sustituir la fertilización del suelo (ANACAFE, 2014).

i) Sombra

Es un elemento sumamente importante durante la etapa del desarrollo del cultivo en el campo, proporciona un ambiente adecuado para el crecimiento de las plantas y las protege del daño directo de la luz solar y el viento. Para brindar sombra a la nueva plantación se recomienda establecer sombra temporal, semipermanente y permanente durante el año de su establecimiento con aproximadamente un 40% de sombra en el área (ANACAFE, 2014).

j) Control fitosanitario

La importancia económica de las enfermedades y plagas, varían de acuerdo con la ecología de cada región. Las pérdidas que se registran constituyen un factor negativo en la producción. Es necesario implementar un programa de manejo integrado de las principales plagas y enfermedades de la zona del cultivo (ANACAFE, 2014).

k) Viento

El viento a velocidades mayores a 30 km/hora se considera un factor perjudicial, por su efecto desecante y los daños mecánicos que provoca en los cafetos y en los árboles de sombra. Las barreras rompevientos son imprescindibles en las zonas que constantemente son afectadas, sembrándolas en hileras simples, dobles y a veces triples, dependiendo de la velocidad de los vientos. Las barreras se deben establecer a la dirección opuesta de los vientos, cuando ésta es definida. En lugares que no hay dirección definida, las barreras deben establecerse en cuadros (ANACAFE, 2014).

2.1.9 Conservación de suelos

El principio de la conservación de suelos se basa en el uso apropiado de los tipos de terreno y debe tratarse cada uno según sus características. Las consecuencias derivadas de la ausencia de prácticas y técnicas de conservación de suelo, favorecen la acción de los agentes erosivos, los cuales ocasionan daños de carácter irreversible y reducen la fertilidad natural del mismo. La erosión se define como el desgaste, lavado, arrastre o pérdida de un suelo por acción de las lluvias o del viento. El grado de erosión está determinado por el tipo de suelo, topografía del terreno (pendiente) y las lluvias (frecuencia, intensidad y cantidad). En el caso del café, la erosión provocada por las lluvias es la más importante (ANACAFE, 2014).

2.1.10 Principales variedades de café en Guatemala

Dentro de las variedades más utilizadas en Guatemala se encuentran: Típica, Borbón, Caturra, Catuai, Pache Común, Pache Colis, Pacamara, Catimor, Mundo Novo, Maragogype y Robusta (ANACAFE, 2014).

2.1.11 Épocas de cosecha

La recolección es la etapa más costosa de la producción del café, se inicia cuando la cáscara del fruto ha tomado color de cereza, la tarea es delicada, por cuándo se debe tener cuidado de no dañar las hojas, los botones o cortar la fruta inmadura, pues existen diferencias significativas en la calidad de la bebida, que puede resultar alterada si el café se beneficia cuando esta verde, completamente maduro o sobre-maduro. El grano verde tiende a producir en la cáscara el sabor áspero, el grano sobre-madurado en la copa produce un sabor agrio o frutoso lo cual sabe a una sobre fermentación.

En Guatemala, la cosecha del café varía hacia un clima y la altura del terreno, y como el café no madura a un mismo tiempo se recoge entre agosto y diciembre en zonas de clima cálido y entre noviembre y abril en las tierras frías, esta etapa requiere gran cantidad de hombres y mujeres que adentran con canastos por los caminos del cafetal y con las manos arrancan los granos rojos de las ramas, utilizando a veces escaleras para los cafetos más altos. Al final del día llevan las cosechas en sacos al beneficio húmedo, en donde es vertido en cajones y pesado en una romana para retribuir el tamaño de la cosecha realizado durante el día (El Cafetalito, 2009).

2.1.12 Sistema agroforestal

Se define como un conjunto de técnicas de aprovechamiento de la tierra que combina la utilización de árboles forestales con otros cultivos como el café. Las técnicas pueden combinarse en forma simultánea, los sistemas de asocio pretenden optimizar el uso de los recursos, incrementar la producción por unidad de superficie y son considerados una alternativa de sostenibilidad ecológica y económicamente viable (ANACAFE, 2014).

2.1.13 Importancia económica

El cultivo del café representa para Guatemala una indiscutible importancia socio-económica como generadora de empleo y divisas, donde 90,000 productores y más de 500,000 trabajadores y sus familias, dependen directamente de esta actividad, con un efecto multiplicador en la economía de todas las regiones productoras (MAGA, ANACAFE, OIRSA, 2014).

Guatemala produce excelentes cafés, muy cotizados en los mercados internacionales. Su calidad proviene desde su origen. Diferentes altitudes que permiten el cultivo de café de altura en casi toda la geografía nacional; variedad de microclimas con patrones de lluvia altamente beneficiosos para cultivo del café, suelos ricos en minerales, abundantes fuentes de agua, son algunas de las variables que hacen especiales a los cafés de Guatemala.

Anacafé ha realizado la promoción de los cafés de Guatemala, clasificándoles en ocho regiones: Acatenango, Antigua, Atitlán, Cobán, Fraijanes, Huehuetenango, Nuevo Oriente, San Marcos. Todos los cafés de altura de Guatemala presentan una combinación de dulces, balanceados y elegantes sabores en la que desarrollan un delicioso aroma, acidez placentera, mucho cuerpo y delicada dulzura. (ANACAFE, 2015).

El área empleada para producir café se ha mantenido relativamente estable, alrededor de las 360 mil manzanas en los últimos años. Los registros de ANACAFÉ indican que en 1964 cerca de 343 mil manzanas se destinaban al cultivo de café. En esos 30 años, el área sembrada de café aumentó 9.4%. Ese reducido crecimiento del área cultivada (menos de la tercera parte del uno por ciento anual) indica que empresas dispuestas a incursionar en el café. Los riesgos propios del cultivo, los altibajos de los precios y, principalmente, la falta de apoyo gubernamental han desincentivado producción cafetalera. El Gobierno no ha ofrecido a la caficultura, ni la seguridad, ni la infraestructura física que ésta necesita.

Durante cinco años que duró la peor depresión de los precios reales en la historia del café (1989-94), los gobiernos comprendieron que no podían seguir abusando de la caficultura. Durante esos años, no ofrecieron ningún tipo de apoyo o soluciones pero tampoco causaron dificultades. La caficultura enfrentó su crisis con sus propios recursos pero sin ataduras en las manos, el área sembrada apenas se redujo 1.3%. Esto podría interpretarse, al menos parcialmente, afirmando que más que los malos precios, son las malas políticas de gobierno las que desestimulan el cultivo. (ANACAFE, 2015).

En los últimos años, las exportaciones de café han venido disminuyendo debido a la escases de capital que los productores en su mayoría pequeños cuentan, asimismo la falta de apoyo gubernamental para inversión en convenios de capacitaciones u otras fuentes puedan ayudar al caficultor a mejorar sus producciones, creando una baja en los precios y por ende en las divisas que dicho cultivo genera.

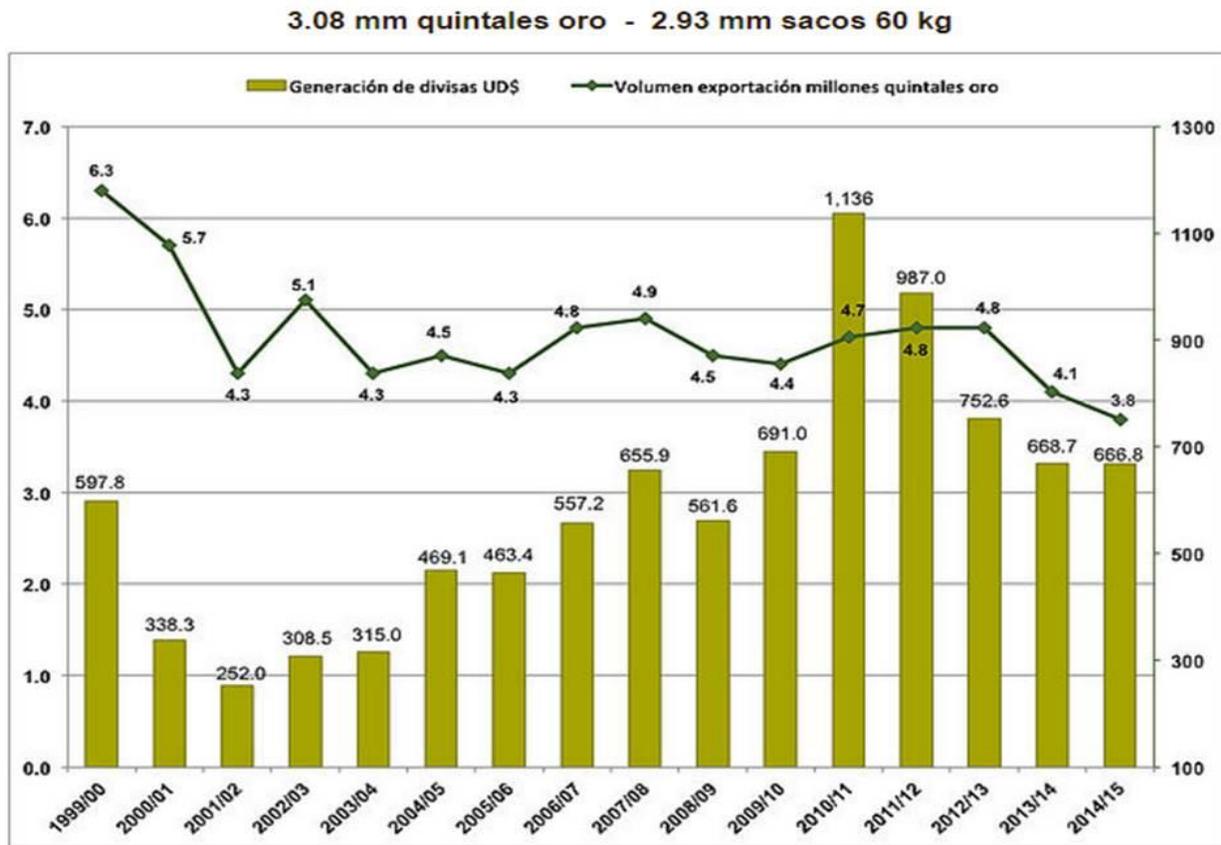


Figura 1. Representación gráfica de la interacción de las exportaciones de café, dato actualizado hasta la cosecha 2014/2015 (ANACAFE, 2015).

2.2 CULTIVO DEL PASTO RUZI (*Brachiaria ruzizensis*)

2.2.1 Descripción botánica

Reino: Plantae
 Orden: Poales
 Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae
Tribu: Paniceae
Género: *Brachiaria*
Especie: *ruzizensis*
(Olivera, Machado y Pozo, 2006).

2.2.2 Descripción biológica

Esta especie presenta un crecimiento rastrero y perenne. Posee un buen sistema radical, con la presencia de rizomas duros, que tienen facilidad de enraizar y producir ramas en los nudos inferiores. Los cormos son glabros, de color verde claro, de ovalados a cilíndricos, con tendencia a formar bulbillos aéreos, con una altura de 25 a 50 cm. Los internodios, en número de 10 a 14, alcanzan una longitud de cuatro a 16 cm. Los nudos son de color verde a morado

La vaina de las hojas es más larga que los internodios, mide de cinco a 17 cm de longitud, es verde y en ocasiones con tonalidades moradas y con una alta densidad de pelos largos. Los limbos, de color verde radiante, de siete a 26 cm de longitud y de uno a dos cm de ancho, son acuminados en el ápice y muy pilosos en ambos lados. Estos presentan bordes escabrosos, dentados y con muchos nervios. La lígula es ciliada, de 1.0 mm de ancho. La inflorescencia, en forma de panícula racimosa, es de color verde a morado, con una longitud de 16 a 60 cm. Puede tener de tres a seis racimos, de 3.5 a 4.5 cm de longitud y de 2.0 a 4.0 mm de ancho, y es muy pilosa. La espícula es ovalada, de color verde a morado, con una longitud de 3.5 a 5.5 mm y se presenta en dos hileras en el raquis (Olivera, Machado y Pozo, 2006).

2.2.3 Características agronómicas

Esta planta tiene muy buena palatabilidad y digestibilidad para el ganado bovino, es muy temprano, con una buena velocidad de rebrote, y los niveles de proteínas entre el 11 y el 13%. Su siembra se puede hacer desde el nivel del mar hasta 1,800 m de altitud, en la latitud 0 a 25 grados al norte o al sur. Es especialmente adecuado para el ganado, las ovejas, aunque los caballos y las cabras no les apetecen mucho a

consumir, pero por problemas de fotosensibilidad y los niveles de oxalatos no es el más recomendado

Esta planta se comporta bien en suelos de fertilidad media a alta, tiene un margen de tolerancia razonable al frío, la humedad. Muestra la tasa de recuperación excelente después de las primeras lluvias al final de la sequía es bueno, especialmente para la siembra en el noreste y centro-oeste de Brasil (Olivera, Machado y Pozo, 2006).

2.2.4 Adaptación

Se comporta bien en zonas húmedas y no resiste sequías prolongadas, crece bien hasta los 800 msnm, prefiere suelos fértiles y bien drenados formando rápidamente un colchón lo que impide crecimiento de malezas y tolera poca sombra (González, Anzúlez, Vera, Riera, 2009).

2.2.5 Producción de materia seca

Uno de los indicadores más variables en el estudio del pasto es la producción de materia seca, debido a que puede ser afectada por las condiciones de manejo a que se sometan las plantas: la utilización o no de riego y de fertilización, la frecuencia de corte o pastoreo, la época del año y la edad de corte, además puede ser muy variable dependiendo de la precipitación y de las condiciones de fertilidad del suelo (Olivera, Machado y Pozo, 2006).

2.2.6 Resistencia a plagas y enfermedades

Por su hábito de crecimiento estolonífero rastrero, forma un ambiente ideal para el salivazo (*Aeneolamia contigua*) pudiendo ser atacado por esta plaga especialmente en la época de mayor precipitación. Su recuperación es buena una vez que se controla a tiempo la presencia del insecto siendo el pastoreo una de las medidas más efectivas y económicas para su control. En cuanto a la incidencia de enfermedades, hasta el momento no se ha observado signos causados por patógenos (González et al, 2009).

2.2.7 Valor nutritivo

Al igual que la mayoría de las especies de pastos tropicales el valor nutritivo de *B. ruziziensis* es afectado por la edad. A las tres semanas esta gramínea ha acusado contenidos de proteína cruda de 13,4%, descendiendo a niveles de 5,8% a las 12 semanas. La digestibilidad evidencia similar tendencia, variando desde 79,7%, a 54% con la madurez de la planta (González et al, 2009).

2.2.8 Siembra

Esta especie puede sembrarse por semilla sexual o material vegetativo. La siembra vegetativa es la más generalizada por cuanto no es posible conseguir semilla en la zona, utilizando de 10 a 12 m³/ha. Sembradas a 0,80m x 0,80 m en cuadro. Con la distancia indicada, se puede tener lista la pradera a los seis meses para su primer pastoreo. Si se cuenta con semilla sexual se requiere de seis a ocho kg/ha de semilla pura. Se debe tener en cuenta que la época de siembra debe coincidir con los meses de mayor precipitación. (González et al, 2009).

2.3 INVESTIGACIONES RELACIONADAS AL TEMA

Chávez (1990), en su libro manejo de la fertilización en el cultivo de café, menciona la importancia que tiene el Nitrógeno para las producciones cafetaleras, afirmando es el elemento más limitante en dicha producción, esto por ser requerido en grandes cantidades por las plantas (solo superadas por las de carbono, hidrógeno y oxígeno) y encontrarse en baja disponibilidad en la mayoría de los suelos agrícolas, ya que no es un componente importante de su fracción mineral, la mayoría del nitrógeno total de los suelos (85-95%) se encuentra formando por materia orgánica, en donde una gran proporción no está disponible de inmediato para ser utilizado por las plantas, debiendo de sufrir la degradación (mineralización) por parte de la flora microbiana del suelo para ser transformado a formas inorgánicas aprovechables por las plantas. Concluyendo así que la deficiencia de este elemento afecta drásticamente la formación de clorofila, es por ello característico que se manifieste como una clorosis generalizada en las hojas, que va, desde una tonalidad verde pálido en estados iniciales, a una apariencia blanquecina en casos de deficiencias severas.

Ramírez, Herrera, Leonard, Verdecia, Álvarez (2010), en una evaluación del Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria brizanthax* *Brachairia ruzizensis* vc. Mulato, en el Valle del Cauto, Cuba; bajo un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, llevaron a cabo el experimento en un suelo de tipo fluvisol en seco y sin fertilización. Determinando que el rendimiento de materia seca se incrementó significativamente hasta los 90 días ($P < 0.001$) y se ajustaron ecuaciones cuadráticas entre el rendimiento de materia seca y la edad para ambos períodos. La proteína bruta, digestibilidad de la MS y MO disminuyeron con la edad ($P < 0.001$) y se ajustaron ecuaciones de regresión cuadrática entre estas variables y la edad. Los mayores porcentajes se mostraron a la edad de 30 días en ambos períodos. La FND, FAD, lignina y la celulosa se incrementaron con la edad ($P < 0.001$). Los mayores valores los mostraron a los 105 días de rebrote en ambos períodos y se ajustaron las ecuaciones de regresión cuadrática de estas variables respecto a la edad. Se puede concluir que la edad y las condiciones edafoclimáticas tuvieron marcado efecto en el comportamiento de los indicadores evaluados, al disminuir la calidad nutritiva en el período lluvioso, y el rendimiento en el poco lluvioso.

Villanueva, Ibrahim, Ríos, Suárez (2008), en su investigación acerca de la Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea, en el trópico subhúmedo del Cantón de Esparza, provincia de Puntarenas, Costa Rica, bajo un diseño de bloques al azar con seis réplicas hicieron un inventario de árboles en 53 potreros y se seleccionaron las 12 especies más abundantes para el monitoreo de la disponibilidad de pasto bajo la copa y a pleno sol. También, se determinó la relación entre la cobertura arbórea y la disponibilidad de pasto. La disponibilidad de pasto bajo sombra mostró reducciones entre 4% a 97% en comparación a pastura abierta, excepto la especie *Acrocomia aculeata* que tuvo una mayor disponibilidad bajo sombra (9%). Fue evidente que conforme se incrementa la cobertura arbórea en pasturas se deprime la disponibilidad de pasto; esto mediante la prueba de Tukey al 5%. Se concluye que la disponibilidad de pasto bajo la copa de árboles varía entre especies y que existe una relación negativa entre cobertura arbórea

en pasturas y disponibilidad de pasto. Las especies arbóreas de copa liviana mostraron una diferencia entre disponibilidad de pasto bajo copa y a pleno sol menor del 11%.

Bugarín, Lemus, Sangines, Aguirre, Ramos, Socay, Arece (2009), en su investigación Evaluación de dos especies de Leucaena, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril en Nayarit, México. Utilizando un diseño completamente al azar, estimando la producción de biomasa y determinando: materia seca, cenizas, materia orgánica, proteína bruta, hemicelulosa y las fracciones de fibra ácida y neutra detergente. Bajo las medias estadísticas de Tukey al 5%, determinan que los valores más bajos en cuanto a la producción de biomasa, a los seis meses de establecido el sistema, fueron para el testigo (0,78 t/ha), con diferencias significativas. A su vez, la combinación de las tres especies aportó los mejores resultados (1,64 y 1,69 t/ha para los tratamientos tres y cuatro, respectivamente) y a los nueve meses triplicaron la producción de biomasa. Hubo diferencias significativas en la composición bromatológica en todas las combinaciones evaluadas. Luego del establecimiento de criterio se determina que, todas las especies mostraron características nutricionales adecuadas y constituyen una alternativa para los sistemas silvopastoriles tropicales en esta región.

Avila, Jiménez, Beer, Gómez, Ibrahim (2001), en su investigación Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales y silvopastoriles en el área de Gucimo y Pococí provincias de Costa Rica, .mediante un diseño completamente al azar, haciendo una selección de cuatro sistemas (sitios): uno) pastizales de brachiaria (*Brachiaria brizantha*) asociado con el maderable mangium (*Acacia mangium*) dos) brachiaria asociado con *E.degluptade* a los (9x3 m); tres) pasturas de ratana (*Ischaemun indicum*); y cuatro) brachiaria a pleno sol, obteniendo que el C almacenado fue mayor en los sistemas silvopastoriles (95 t/ha) , con respecto a las pasturas en monocultivo (68 para *brachiaria* y 84t ha para *ratana*). Trouveet al. (1994), obtuvieron un almacenamiento de C de 63 a 76 t ha en sistemas silvopastoriles con *Edeglupta* en el Congo. El aporte de las pasturas en el almacenamiento de C fue inferior a 2.5 t C ha. obteniendo un almacenamiento de C en las pasturas de 0.35 y 1.5 t

ha para *B.brizantha* asociada a *Edegluao mangium*, respectivamente, llegando a la conclusión de que las tasas de fijación de C del componente arbóreo tuvieron valores entre 0.4 y 2.2 t/ha año y el aporte del componente arbóreo al total de C almacenado por el sistema varía entre 1.2%, para café eucalipto de seis años y 6.8 % para *Brachiaria-mangium*. Los montos Pagados en Costa Rica por almacenamiento de C (10- 13 \$ ha) no son suficientes para influir fuertemente en el uso de la tierra.

Canchila, Soca, Ojeda, Machado (2010), en su evaluación dinámica de crecimiento de 24 accesiones de *Brachiria spp.*, se desarrolló en la región de Barrancabermeja, Santander, Colombia. Utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado, en 72 parcelas de 21 m² cada una y tres réplicas (parcelas) para cada tratamiento. Las accesiones fueron agrupadas según los hábitos de crecimiento en: estoloníferas, decumbentes y erectas, y se determinó la tasa de crecimiento en función de la altura del pasto. Las accesiones con mejor crecimiento durante la investigación fueron: de las estoloníferas, *B. dictyoneura* CIAT-6133; de las de hábito decumbente, *B. decumbens* CIAT-606; y de las de crecimiento erecto, *B. brizantha* CIAT-16113, CIAT-26110, CIAT-26318 y CIAT-16322. Algunas accesiones no tuvieron un buen comportamiento, al parecer por las condiciones edafoclimáticas a las que fueron sometidas, entre ellas se encuentran *B. dictyoneura* CIAT-16871, *B. ruzizensis* CIAT-26180 y *B. brizantha* CIAT-16212, 26124 y 26427. Concluyendo que, el factor climático puede afectar en la influencia de formación y crecimiento de algunos pastos.

Ramírez, Herrera, Leonard, Verdecia y Álvarez (2010), *Brachairia ruzizensis*. Mulato, en el valle del Cauto, Cuba, en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas llevó a cabo el experimento en un suelo de tipo Fluvisol en seco y sin fertilización. Determinando que el rendimiento de materia seca se incrementó significativamente hasta los 90 días ($P < 0.001$) y se ajustaron ecuaciones cuadráticas entre el rendimiento de materia seca y la edad, para ambos períodos. La proteína bruta, digestibilidad de la materia seca y materia orgánica disminuyeron con la edad ($P < 0.001$) y se ajustaron ecuaciones de regresión cuadrática entre estas variables y la edad. Los mayores porcentajes se mostraron a la edad de 30 días en ambos períodos. La FND, FAD,

lignina y la celulosa se incrementaron con la edad ($P < 0.001$). Mostrando mayores brotes a los 105 días de rebrote en ambos períodos y se ajustaron las ecuaciones de regresión cuadrática de estas variables respecto a la edad. Se puede concluir que la edad y las condiciones edafoclimáticas tuvieron marcado efecto en el comportamiento de los indicadores evaluados, al disminuir la calidad nutritiva en el período lluvioso.

Sanchez (2013), en su tesis denominada Efecto del cultivo de café (*Coffea arabica*, Rubiaceae) en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con tres distanciamientos sobre el desarrollo vegetativo del cafeto, en San Pedro la Laguna, Sololá, bajo un diseño bloques completos al azar con arreglo combinatorio, el cual tuvo como objetivo demostrar el efecto que causa el asocio de dichos cultivos; bajo una prueba de medias de Tukey 5%, determina el efecto que se causó entre, el número de brotes, diámetro, altura de los brotes del café recepado y rendimiento de frijol, luego de someterlo a un análisis ANDEVA, concluye que el tratamiento que mejor resultados presentó en estimulación de número de brotes fue, frijol de la variedad Texel sembrado a 0.40 m x 0.30 m con 10.73 brotes; para el diámetro del brote fueron: frijol de la variedad Altense a densidad de siembra de 0.40 m x 0.10 m y 0.40 m x 0.30 m con 0.84 m; para la elongación del brote fueron: frijol de la variedad Altense a una densidad de siembra de 0.40 m x 0.20 m y 0.40 m x 0.30 m con 0.38 m; el mejor para rendimiento de frijol fue de la variedad Altense a un distanciamiento de 0.40 m x 0.30 m con 2,360.88 kg/ha y el tratamiento más rentable fue frijol de la variedad Altense a un distanciamiento de 0.40 m x 0.30 m con un 65% de rentabilidad, dejando abierta la recomendación de evaluar el asocio en dos ciclos por año, en plantilla de un año y en recepas de dos años de edad.

Vallecilo (2004) en un estudio realizado para la evaluación financiera, hizo la realización del perfil de cultivo y comercialización del café en asocio con Aguacate (*Persea americana*) en Managua, Nicaragua, pues se pretenden incrementar ingresos en meses en los que no cosecha el café, las plantas fueron establecidos después de los seis meses de injerto a tresbolio entre el cultivo de café, llegando a la conclusión la producción del aguacate como medio de la diversificación de las producciones cafetaleras y mejorar los ingresos de los productores y sus familias, se considera

apropiada como fuente de incremento de ingresos; asimismo, determina que el proyecto es rentable aun al soportar variaciones por disminucion de precios y disminuci3n de la producci3n.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El café es un cultivo que a gran escala se realiza de manera extensiva, donde su producción se basa en el manejo tradicional de las plantaciones, esto incluye distanciamientos abiertos, control de malezas, que en algunos casos se hace de manera deficiente, haciendo uso irracional de herbicidas; aunado a ello la aplicación de fertilizantes sin base al análisis de suelos y en muchos casos deficientes. La región sur occidente cafetalera en general, según ANACAFE, tiene un promedio de producción de 714.28 kilogramos pergamino por hectárea, lo cual es un rendimiento muy bajo, ya que se tienen registros de plantaciones que producen hasta 2,309.10 kg/ha. Una de las limitantes que restringen la producción, es el estado del suelo, ya que por un largo tiempo con monocultivos, el suelo tiende a degradarse y a erosionarse por efecto de lluvia, generando la problemática en cuanto a la materia orgánica, ya que ésta depende de varios procesos influenciados por factores climatológicos como los son temperaturas, tanto mínimas como máximas, y precipitación, tanto en cantidades como en épocas de lluvia, para descomponerse en el tiempo y espacio necesario, esto a su vez tiene influencia sobre la fauna del suelo y su recuperación se torna sumamente difícil.

La incorporación de materia orgánica mediante las ingas que es un género de árboles y arbustos tropicales-subtropicales como tradicionalmente se hace, pareciera ya no ser suficiente, puesto que el área de cobertura de ésta no es homogénea y el régimen de lluvias actual excede la capacidad de infiltración de los suelos, creando escorrentías más fácilmente y mucho más fuertes que en los tiempos anteriores; otro factor es la falta de nutrientes esenciales en el suelo (N-P-K), esto debido a los orígenes y naturaleza del suelo y planes de nutrición del suelo deficientes. En la actualidad los fertilizantes químicos representan aproximadamente el 55% de costos de insumos, por lo que es el rubro más elevado y representa una alta inversión monetaria.

Guatemala es un país fuertemente productor de café, cumpliendo con la calidad que el mercado tanto nacional como internacional lo demanda, esto se logra gracias a las

diversidades edáficas y climáticas con que la misma cuenta, sin embargo, debido a la variación del clima que se ha observado año tras año, dicho cultivo presenta problemáticas que repercuten al caficultor de manera económica por la reducción de cosechas, llevándolo a la búsqueda de nuevas alternativas o cambio de cultivo, pues según observaciones que se han realizado en campo, se hace notar la degradación y erosión de los suelos donde están establecidas las plantaciones, ya que se ha notado precipitaciones pluviales con grandes variaciones dicho en otras palabras, “llueve más en menos tiempo” (Castillo, 2014).

Esta investigación tuvo como propósito evaluar un sistema de asocio del pasto Ruzi con el cultivo de café, con el propósito de implementar un sistema en el manejo adecuado de los suelos, para contrarrestar la problemática de la erosión y pérdida de los mismos, de igual forma por observaciones de campo, tener una reducción en el uso de herbicidas, ya que se ha observado que la cobertura del follaje del pasto, crea un ambiente que limita los crecimientos de malezas; asimismo; validar las alternativas que se están tomando en países como Brasil, las cuales de manera empírica, se están aplicando en Guatemala, tal es el caso de fincas como “Santo Tomas Perdido” y de esta manera poder aportar a la caficultura de Guatemala, que beneficie a los productores para la mejora de sus cosechas.

La propuesta consistió en evaluar densidades de siembra de Ruzi, en surcos de café, de tal manera que se obtuviera un sistema en el cual, haya una retención de nutrientes al suelo, resaltando la materia orgánica para recuperar suelos desgastados. De esta manera se podría tener una producción más ecológica donde se reduzcan las aplicaciones de fertilizaciones al suelo y como anteriormente fue mencionado, el uso excesivo de herbicidas.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el efecto del asocio del cultivo de Café con el pasto Ruzi (*Brachiaria ruzizensis*), en San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez.

4.2 ESPECÍFICOS

Determinar la influencia que tiene el asocio de Café con Ruzi en cuanto a la cantidad de materia orgánica en el suelo.

Medir el efecto que tiene el asocio de Café con Ruzi sobre el crecimiento vegetativo sobre altura, número y diámetro de brotes de la planta del cultivo de Café.

Determinar el efecto del asocio de pasto Ruzi en el cultivo de café en la erosión del suelo.

Realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados.

5. HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

- H1. Alguno de los tratamientos del asocio de Café con Ruzi incrementará la cantidad de materia orgánica en el suelo.

- H2. Alguno de los tratamientos del asocio de Café con Ruzi influirá en la altura, diámetro y número de los brotes de la planta de Café

- H3. Alguno de los tratamientos del asocio de Café con Ruzi minimizará la erosión del suelo del cultivo de Café.

- H4. Alguno de los tratamientos presentará un costo más accesible en el cultivo de Café.

6. METODOLOGÍA

6.1.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La investigación se realizó en finca Las Nubes ubicada en el municipio de San Francisco Zapotitlán, del departamento de Suchitepéquez, en las coordenadas geográficas, latitud 14° 39'20"N y longitud 91°29'80"W; se localiza a 12 kilómetros de la cabecera municipal, a 18 kilómetros de la cabecera departamental de Mazatenango y a 175 km de la capital de Guatemala. Se encuentra a 1,200 msnm, con un régimen de lluvia de 3,500 a 4,200 mm anuales y una temperatura media de 21 grados centígrados, se encuentra en la zona de vida según Holdridge Bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1 Cultivo de café

Se estableció una plantación nueva de café variedad Sarchimor, siendo una planta de porte bajo, brote verde o bronce o ambos según la línea, vigor y producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altura, teniendo una buena calidad de taza, ubicada a 1,362.6 msnm, a un distanciamiento de siembra de 2.50 metros entre calle y 0.70 metros entre planta.

6.2.2 Ruzi (*Brachiaria ruzizensis*)

Es un pasto perenne que se adapta a muchos tipos de suelos, incluyendo los pobres, tolera la sombra pero es sensible a los encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,800 m.s.n.m. y en regiones con más de 1,000mm. de lluvias. Es un pasto que soporta hasta cinco meses de sequía y observa un excelente rebrote con el inicio de las lluvias.

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

En la investigación se evaluó el efecto de tres densidades de siembra del pasto Ruzi, sobre el crecimiento del cultivo de Café (diámetro, altura, número de brotes), la cantidad

de materia orgánica que se pueden generar y el efecto en la reducción de la erosión del suelo.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados (Sistemas de siembra de Café en asocio con Ruzi) en el cultivo de Café; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto
T2	Café + un surco de pasto entre hileras
T3	Café + dos surcos de pasto entre hileras
T4	Café + pasto al voleo
T5	Testigo relativo

El testigo relativo, consiste en llevar a cabo las prácticas agrícolas que comúnmente se llevan a cabo en las fincas cafetaleras; siendo estas: siembras a base de ingas u otros árboles con fuste óptimo (masa foliar) para sombra e incorporación de materia orgánica, como también distanciamiento de 1.90 mts. X 0.90 mts. que es el más común.

El testigo absoluto, consistió en únicamente llevar a cabo las actividades antes de la siembra de las plantas a campo definitivo; luego de ello, no se hizo ninguna labor cultural ni aplicaciones de: fertilización, herbicida entre otras.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación, se hizo bajo el diseño experimental bloques completos al azar, ya que el lugar donde se desarrolló la investigación se identificó una gradiente de variabilidad definida en un solo sentido. Utilizando cinco tratamientos, de los cuales se hicieron cuatro repeticiones para cada tratamiento obteniendo 20 unidades experimentales (López, Gonzales, 2008).

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico correspondiente a la investigación fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_j + T_i + B_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

- Y_{ijk}** = variable respuesta
- M** = media general
- B_j** = efecto de bloques
- T_i** = efecto de tratamientos
- B_{ij}** = error experimental
- E_{ijk}** = efecto de error experimental

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área total del ensayo fue de 7,000 m² con un número de 4,000 plantas. Cada bloque midió 1,748.5 m², con un distanciamiento de 0.50 m entre bloque, las unidades experimentales se hicieron con un total de 385.95 m². Con un distanciamiento de 0.25 m entre tratamiento, cada unidad experimental obtuvo un total 198 plantas, con un distanciamiento de 0.70 m X 2.50 m

6.8 CROQUIS DE CAMPO

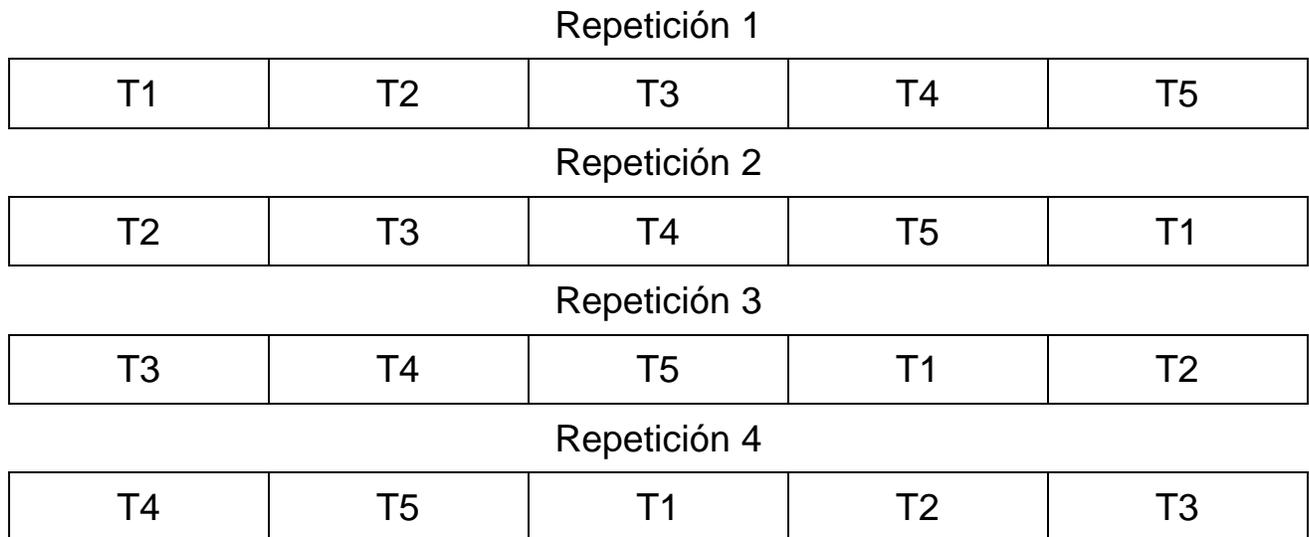


Figura 2. Croquis de campo para la evaluación del asocio del cultivo de Café con el pasto Ruzi; finca Las “Nubes”, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Prácticas agronómicas antes del establecimiento del nuevo cultivo

Se llevaron a cabo las prácticas previas al establecimiento de las plantaciones nuevas, en las cuales se incluyeron: medición del área, el arrancado de troncos, el estaquillado que consiste en establecer estacas al contorno para señalar en donde fue sembrada la planta nueva, luego se realizó un ahoyado con una medida de 0.40 m de alto 0.40 m de ancho y 0.40 m de profundidad, teniendo preparado el terreno se incorporó lombricompost, para luego hacer un tapado del mismo, quedando así listo para la estabilización del trasplante. El área experimental que se utilizó para la investigación fue de 1 Mz, es decir 0.70 Ha. Contando con una topografía del terreno tipo llanura, que es plano y solo tiene cambios leves de elevación. Las llanuras tienen relieves relativamente altos y llanos, con una pendiente ligeramente ondulada a ligeramente inclinada (3-7%).

6.9.2 Trazo del terreno

Se hicieron las mediciones correspondientes del área la cual fue una parcela blanca, es decir se usó un área libre de plantaciones, para ello se utilizó una cinta métrica, luego de ello, se marcó cada una de las repeticiones y parcelas de acuerdo al croquis de campo, señalando el área con estacas pintadas según el tratamiento a evaluar.

6.9.3 Siembra nueva del cultivo de café

Luego de trazar curvas al contorno y haber hecho las labores de campo, se sembraron las plántulas de café, utilizando un distanciamiento de 0.70 m entre planta y 2.50 m entre surco, haciendo un análisis de suelo antes de estabilizar el experimento y al finalizar el mismo; esto para tener un comparativo del efecto que causó al asociar dichos cultivos, la actividad se llevó a cabo en cada uno de los tratamientos. La variedad sembrada fue Sarchimor que es una variedad de porte bajo resistente a Roya, con una densidad por Ha de 5,716 plantas por ha, a doble postura de almacigo.

6.9.4 Control de malezas

Aproximadamente una semana después de estabilizar la planta en campo definitivo, se hizo un control de malezas, entre surcos, como se conoce en campo “carrileo” y en la zona baja de la planta “plateo”.

6.9.5 Siembra de pasto

El establecimiento del pasto se hizo a través de semillas sembrando directamente en el área de surcos entre planta, siguiendo el planteamiento de los tratamientos; se hizo una siembra de un surco, una de dos hileras de pasto entre surcos y la otra de forma al voleo, el testigo relativo en este punto no llevó siembra de pasto puesto que en el país ésta modalidad es nueva, las siembras en hileras fueron a razón de 1.8 gr por metro lineal, y la siembra al voleo se hizo como comúnmente se hace en pastoreo utilizando 5,3 kg/ha.

6.9.6 Fertilizaciones

La fertilización utilizada fue la que comúnmente se hace en la empresa, dirigidas al suelo a razón de 28.35 gramos por planta y el área foliar, se adaptó el estudio a las condiciones de manejo que la empresa hace. Las fertilizaciones al suelo, se hicieron repetitivas a cada mes, cumpliendo con cuatro aplicaciones durante el estudio. Utilizando como insumo sulfato de amonio a razón de 28.32gr por planta, complemento de 23N-0P-24K- + B, a razón de 28.32 gr por planta, aplicaciones granuladas al suelo, como también al área foliar un suplemento de elementos menores a razón de 1litro/ 200cc de agua para una densidad de 0.70 Ha, formula 10N-50P-0K a razón de 2kg/200 litros de agua para 0.70 Ha. Dicha fertilización, no se realizó en base al análisis del suelo que se ejecutó el experimento, ya que la finalidad del mismo, fue para conocer la incorporación de materia orgánica que la fuente evaluada podía aportar al suelo, las formulaciones las realizó el asesor de la empresa.

6.9.7 Control de enfermedades fungosas

Se realizaron muestreos con frecuencia de 20 días para determinar que enfermedades fungosas pudieron incidir, esto con el objetivo de mantener lo más sanas posibles las

plantaciones, de igual forma siguiendo el programa de la finca, el cual dicta hacer monitoreos para terminar el grado de infestación y con ello determinar qué medida aplicar es decir, si se usará un producto de contacto en foqueos o sistémicos en un área delimitada. Las enfermedades que se pudieron localizar en el área de investigación fueron; Roya (*Hemileia vastratix*) y Phoma (*Phoma sp*). Para lo cual se utilizó *Triadimenol* a razón de 200cc / 200litros de agua, haciendo dos aplicaciones para Roya y una para Phoma.

6.9.8 Cortes de pasto

Por observaciones de campo, ya que aún no existe un estudio donde se determine la edad de corte óptima en sistema de asocio, se hicieron cortes con una frecuencia de 45 días, excepto el primer corte, pues este se pudo realizar a los 85 días después de la siembra; el manejo que se le dio al pasto, consistió en hacerle a la planta un “mulch” con el material cortado, en la recta final se midió la cantidad de materia orgánica aportada, haciendo tres cortes durante el experimento.

6.9.9 Análisis del suelo

Al final de la evaluación, se llevó a cabo un análisis de suelo esperando obtener un mejoramiento en el comportamiento nutricional de la planta, cantidad y calidad de materia orgánica, comparado al que se hizo inicialmente en la parcela blanca utilizada.

6.9.10 Toma de datos

La toma de datos se realizó al finalizar el estudio, empezando desde los análisis de suelo, posteriormente, la cantidad de materia orgánica, altura y número de brotes y crecimiento radicular.

6.9.11 Tabulación y análisis de datos

Luego de haber obtenido los datos respectivos, se llevó a cabo la ordenación y análisis de varianza, para determinar si existió diferencia significativa entre los tratamientos.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

Para obtener un resultado representativo, se contaron 198 plantas de cada unidad, puesto que legalmente en campo, una manzana está conformada por 7,000 metros cuadrados, esto hace un total de 4,000 plantas (que fue la dimensional del estudio) al dividirlo dentro de las unidades experimentales evaluadas, contemplando espacios óptimos para la movilidad del investigador, queda parcelas con dichas plantas estudiadas. y se evaluaron las siguientes variables:

6.10.1 Cantidad de materia orgánica en el suelo

Se realizó por medio del análisis químico del suelo para determinar el porcentaje de materia orgánica existente en el área de investigación, para cual; se llevó a cabo un análisis general dentro de la parcela blanca demostrativa puesto que las condiciones eran similares antes de la implementación del experimento y al finalizar el experimento se hizo un análisis por cada tratamiento evaluado

6.10.2 Crecimiento vegetativo

a) Altura de brotes

Indicó si los tratamientos tuvieron algún efecto en el tamaño de la planta de Café, se midió en centímetros, con lo cual se verificó el crecimiento vertical de la planta durante el tiempo de la investigación, utilizando 198 plantas para el muestreo.

b) Número de brotes

Se hizo el conteo de brotes existentes hasta la finalización de la investigación se realizó el conteo final, con el objetivo de determinar si el asocio de pasto interviene en el crecimiento vegetativo de la plantación, utilizando 198 plantas para el muestreo.

c) Diámetro de los brotes

Este proceso se hizo con la ayuda de un vernier, midiendo el grosor de cada plántula para ver si el experimento tiene un efecto en cuanto al crecimiento de diámetro, utilizando 198 plantas para el muestreo.

6.10.3 Erosión del suelo

Este parámetro se determinó a través del método de “los clavos de erosión”, el cual consiste en establecer cinco medidas en cada tratamiento de forma aleatoria. Las medidas de los clavos fueron de 0.30 m pintando con aerosol el inicio, luego se midió hasta donde mostraba presencia de suelo, haciendo cinco estaciones al azar en los tratamientos establecidos.

Es un método experimental sencillo, directo, de gran precisión y principalmente de bajo costo, en los cuales la estimación de pérdida de suelo se realiza totalmente en terreno. (Pizarro, Hernán, Flores, Sangüesa, Martínez, Sociedad, 2008).

6.10.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.10.5 Análisis estadístico

La información obtenida en el campo fue evaluada a través de un análisis de varianza (ANDEVA) para el diseño estadístico establecido, posteriormente se hizo una prueba de Tukey al 5% para determinar cuál de los tratamientos presentó diferencia estadística.

6.10.6 Análisis económico

Se realizó un análisis de los costos de cada tratamiento estudiado, tomando en cuenta el precio de insumos, mano de obra y cualquier otro factor que pudo intervenir en la alteración del proceso durante el tiempo de la investigación, esto con el fin de tomar el criterio de rechazo o decisión.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron los efectos que tiene la combinación de pasto en asocio con el cultivo de café, como una alternativa de mejoramiento nutricional y enriquecimiento en materia orgánica; se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar para determinar el efecto del pasto Ruzi en el aporte de materia orgánica, crecimiento vegetativo de la planta de café y erosión de suelo, la investigación se llevó a cabo en la finca “Las Nubes” San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez

Al concluir la fase de campo se procedió respectivamente con el análisis e interpretación de datos obtenidos en los diferentes tratamientos en donde se realizaron tres modalidades de siembra de pasto y en dos tratamientos que no se hizo la misma con el propósito de determinar qué tratamiento presentó mejor alternativa para tomar la decisión si es factible adoptar la modalidad que se está tomando en algunas fincas cafetaleras del país.

7.1 MATERIA ORGÁNICA APORTADA

En el cuadro dos se detallan los resultados de materia orgánica sobre el aporte que cada tratamiento con respecto a la incorporación de materia orgánica al suelo, mismos que se obtuvieron al hacer una comparación con el análisis inicial que se hizo en la parcela blanca antes de la realización y los análisis finales realizados en cada uno de los tratamientos propuestos al final del experimento.

En él se puede observar según los datos iniciales del análisis en laboratorio, la parcela en blanco contaba con un 9.80% de materia orgánica en el suelo, al ser el comparativo respectivo, se observa que el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) obtuvo un aporte del 13.10% de M.O. al suelo, haciendo un aporte del 3.30% de M. O, adicional comparado al contenido inicial de la misma, seguido del tratamiento cinco (testigo relativo) con una aporte del 12.16% y una ganancia de 2.36% sobre el análisis inicial.

Cuadro 2. Porcentaje de materia orgánica aportada al área de investigación, en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Materia orgánica inicial	Tratamiento	Materia orgánica final	Porcentaje obtenido
9.8%	T1	11.83%	2.03%
	T2	11.83%	2.03%
	T3	13.1%	3.3%
	T4	10.39%	0.59%
	T5	12.16%	2.36%

Se hizo un análisis de suelo inicial en toda el área del experimento, y al final de experimento se hizo un análisis por cada tratamiento establecido para luego realizar una comparación de aporte de materia orgánica.

7.2 DESARROLLO VEGETATIVO EN PLANTAS DE CAFÉ

El desarrollo vegetativo del café juega un papel indispensable en cuanto a los aumentos de las cosechas o producciones, puesto que se sabe que un crecimiento óptimo de las plantas hace que se dé un mejor proceso fotosintético y por ende un mejor crecimiento morfológico y nutricional que beneficia a la producción final.

Para este apartado, se dividieron los principales desarrollos de la planta de café siendo estas, altura, diámetros de brotes, número de brotes y crecimiento radicular, los cuales se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA). Para luego verificar la interacción que tuvieron los tratamientos con respecto a dichas variables.

7.2.1 Altura

En el cuadro tres, se detalla la altura de planta de café expresada en centímetros de los datos obtenidos en campo, los cuales fueron interpretados a una media luego de tabular las unidades experimentales que se evaluaron al final del experimento para luego ser analizados estadísticamente bajo el análisis de varianza (ANDEVA).

Cuadro 3. Altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
T1	51.04	58.8	62.98	61.94	58.69
T2	61.43	63.82	70.58	65.54	65.34
T3	66.5	64.32	67.32	70.30	67.11
T4	66.94	66.12	65.34	65.88	66.07
T5	68.16	68.56	65.32	63.8	66.46

En el análisis de las medias, se observa que el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) tiene un resultado superior al de los demás tratamientos con un tamaño de 67.11 centímetros de crecimiento hortotrópico (vertical). La incorporación de materia orgánica, juega un papel importante en el desarrollo de las plantaciones, puesto que la raíz del café por observaciones de campo, se ha determinado que suele ser muy propensa a los cambios de almacigo a campo definitivo, así mismo a la exposición del sol y las temperaturas que los suelos pueden albergar, a mayor masa radicular, existe una relación de mayores crecimientos vegetativos, por lo tanto; la cobertura que el pasto le ha dado al cultivo, permite que el suelo cree el microclima adecuado que evita la quema de raíz, siendo el tratamiento tres el que más proporciona dicho material, duplica la cantidad de materia orgánica y da cobertura al suelo, es por ello que se cree que en este apartado ha tenido mayor resultado comparado a los demás tratamientos.

Se ha observado que el cultivo de café, empieza a tener un crecimiento luego de su plantación a campo definitivo a los 22 días, la medición de las plantas para éste experimento, se hizo a los seis meses después de la siembra, es decir; fue trasplantada a campo definitivo y se le dio seis meses de crecimiento para obtener el resultado de ésta variable, que sería el tiempo en que el experimento finalizó.

Cuadro 4. Análisis de Varianza altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	3	34.533	11.511	1.035 NS	3.49	5.953
Tratamientos	4	189.238	47.310	4.254*	3.259	5.412
Error	12	133.445	11.120			
Total	19	357.215	18.801			

NS= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo

CV = 5.15

En el cuadro cuatro, para esta variable se obtuvo un coeficiente de variación de 5.15% lo cual indica que el experimento se trabajó de forma adecuada en el campo, por tanto se procedió a realizar los análisis correspondientes; asimismo interpreta que en cuanto a los resultados indica que hay diferencia significativa, pero no así una diferencia altamente significativa en ellos, en comparación con de los tratamientos sometidos al 5%, por tanto se procede a la realización de la prueba Tukey para determinar si existe diferencia estadística entre los tratamientos.

Cuadro 5. Prueba de medias (Tukey 5%) altura de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

TRATAMIENTOS	Media	Tukey 5%
T3	67.110	A
T5	66.460	A
T4	66.070	A
T2	65.343	A
T1	58.690	A

Tukey = 9.74

Aunque en el cuadro anterior se explica la interacción que tuvieron los tratamientos y se observa que; el tratamiento tres es el que tiene mejor resultado, en el cuadro cinco, indica como resultado de la prueba de Tukey que los tratamientos no tienen diferencia estadística y son iguales en la relación a su comportamiento en el campo, esto puede ser debido a que el tiempo del experimento fue de corto tiempo para que la plantación marcara una diferencia estadística entre tratamientos, en el caso de la altura de planta.

7.2.2 Número de brotes

En el cuadro seis, se presentan los datos obtenidos en campo con respecto al desarrollo de brotes, es decir, el número de bandolas o crecimiento plagiotropico (horizontal) aportado por cada tratamiento evaluado, luego de tabular las unidades experimentales que se evaluaron al final del experimento para luego ser analizados estadísticamente bajo el análisis de varianza (ANDEVA)

Cuadro 6. Número de brotes en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
T1	23	26	25	25	25
T2	29	26	30	28	28
T3	28	24	24	29	26
T4	26	29	28	22	26
T5	32	28	27	27	28

Se observa que en este apartado, los resultados de las variables antes analizadas (materia orgánica y altura de planta) ha cambiado, puesto que los que aportan mayor número de brotes es el tratamiento dos (Café + un surco de pasto entre hileras) y el tratamiento cinco (testigo relativo) ambos con un promedio de 28 brotes, esto puede deberse a la competencia en cuanto a la luz disponibilidad de nutrientes que el pasto a doble hilera le pueda crear a la planta de café, y el tratamiento cuatro (Café + pasto al

voleo) no dio mayor germinación de semilla de pasto bajo este sistema de siembra, siendo estos los que le siguen a los resultados de los tratamientos con mejor resultado

Cuadro 7. Análisis de Varianza número de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	3	4.133	1.378	0.210NS	3.49	5.953
Tratamientos	4	40.305	10.076	1.539NS	3.259	5.412
Error	12	78.562	6.547			
Total	19	123.000	6.474			

NS= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo

CV = 9.40

El cuadro siete indica que el experimento fue manejado adecuadamente según el coeficiente de variación de 9.40%, pero en el caso del análisis ANDEVA se demuestra que ni los bloques ni los tratamientos demuestran diferencia significativa, por tanto no se realiza la prueba de Tukey para el análisis estadístico.

7.2.3 Diámetro de brotes

En el cuadro ocho, se presentan los datos obtenidos en campo con respecto al tamaño de diámetro del brote principal; es decir; el tallo o eje central de la planta, dicho resultado fue expresado en centímetros por cada tratamiento evaluado, luego de tabular las unidades experimentales que se evaluaron al final del experimento para luego ser analizados estadísticamente bajo el análisis de varianza (ANDEVA).

Cuadro 8. Diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	I	II	III	IV	Total	Media
T1	0.73	0.91	0.56	1.08	3.28	0.82
T2	0.91	0.96	1.14	1.07	4.08	1.02
T3	1.02	1.07	1.11	1.07	4.27	1.07
T4	1.12	1.11	1.16	1.11	4.5	1.13
T5	1.11	1.07	1.13	1.2	4.51	1.13

Se puede observar que en cuanto al comparativo de medias, el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue el cinco (testigo relativo) seguido del cuatro (café más pasto al voleo) ambos con un resultado de 1.13 centímetros de diámetro, este efecto puede tener la misma interpretación de que el pasto causa competencia en cuanto a luz y espacio con el cultivo de café. El tratamiento cinco no tuvo siembra de pasto y su incorporación de materia orgánica fue a través de las hojas de ingas, y el tratamiento cuatro la manera de sembrar el pasto, no es la adecuada para los fines del experimento; por tanto se asume que no hubo una competencia entre los cultivos que alterara el desarrollo de las planta, tal es así que son los tratamientos con resultados dominantes ante los demás.

Cuadro 9. Análisis de Varianza diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	3	0.043	0.014	1.105NS	3.49	5.953
Tratamientos	4	0.256	0.064	4.943*	3.259	5.412
Error	12	0.156	0.013			
Total	19	0.455	0.024			

NS= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo

CV = 11.04%

Se obtuvo un coeficiente de variación de 11.04% lo cual indica que el experimento fue manejado adecuadamente; en caso del análisis de varianza como está indicado en el cuadro nueve, se observa que los bloques evaluados no existen diferencia estadística, mientras que en los tratamientos si se obtuvo una diferencia significativa, por ellos es necesario realizar la prueba de Tukey para verificar qué tratamiento se diferencia de los demás.

Cuadro 10. Prueba de medias (Tukey 5%) diámetro de brotes (expresado en centímetros) en plantas de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015

Tratamiento	Media	Tukey 5%
T5	1.128	A
T4	1.125	A
T3	1.068	A
T2	1.020	A
T1	0.820	A

Tukey = 0.333

En el cuadro 10 se observa que ninguno de los tratamientos es diferente estadísticamente a los demás lo que indica, que su comportamiento en el campo es igual o similar.

7.3 NIVEL DE EROSIÓN

Para poder llevar a cabo la investigación de ésta variable, se acudió a la utilización del método “Los clavos de la erosión” midiendo así la cantidad de suelo retenido durante el tiempo de evaluación, por ende; los tratamientos con numerales mayores son quienes tuvieron resultados superiores a los demás tratamientos.

En el cuadro 11, se detalla la retención de suelo que se obtuvo en cada tratamiento evaluado, expresando los resultados obtenidos en campo, los cuales fueron interpretados a una media luego de tabular las unidades experimentales que se evaluaron al final del experimento para luego ser analizados estadísticamente bajo el análisis de varianza (ANDEVA).

Cuadro 11. Nivel de erosión (expresado en centímetros) en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	I	II	III	IV	Total	Media
T1	0.50	0.50	1.00	0.80	2.80	0.70
T2	2.50	2.00	2.50	2.00	9.00	2.25
T3	3.00	4.00	3.00	2.50	12.50	3.13
T4	3.00	0.50	2.00	2.00	7.50	1.88
T5	1.00	1.00	0.50	1.00	3.50	0.88

Se puede observar en la interpretación de las medias, que el nivel de erosión manejado en el campo de la investigación fue menor en el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) con un resultado de 3.13 cm de suelo retenido, por tanto se contempla que la densidad de siembra del pasto ha intervenido en que el suelo se degrade menos que en los demás tratamientos, para hacer soporte a esto, se cita el siguiente tratamiento que es el dos (Café + un surco de pasto entre hileras) con 2.25 cm, de suelo retenido, cabe mencionar que el área experimentada contaba con una topografía tipo llanura, no estaba tan ondulada y su pendiente era ligeramente ondulada, este factor pudo inferir en que el suelo no estuvo en completo peligro de una erosión severa.

En el cuadro 12, se observa una transformación de datos ya que existe una variable en la continuidad de los mismos, afectando la homocedasticidad que es cuando la varianza del error condicional a las variables explicativas es constante a lo largo de las

observaciones, en caso de los datos de campo, se observa que la distribución no es continua para el uso correcto de ANDEVA.

Cuadro 12. Nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	I	II	III	IV	Total	Media
T1	1.22	1.22	1.41	1.34	5.21	1.30
T2	1.87	1.73	1.87	1.73	7.21	1.80
T3	2.00	2.24	2.00	1.87	8.11	2.03
T4	2.00	1.22	1.73	1.73	6.69	1.67
T5	1.41	1.41	1.22	1.41	5.47	1.37

Cuadro 13. Análisis de varianza nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	3	0.048	0.016	0.473NS	3.49	5.953
Tratamientos	4	1.463	0.366	10.747**	3.259	5.412
Error	12	0.408	0.034			
Total	19	1.920	0.101			

NS= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo

CV = 11.29

En el cuadro 13, se observa que el coeficiente de variación es de 11.29% indicando que el experimento se trabajó de forma adecuada en el campo; en cuanto a los resultados de bloques no existe significancia indicando que no hay diferencia significativa en ellos,

en comparación de los tratamientos que si existe significancia al 5%, indicando que se debe realizar la prueba de tukey para determinar esta diferencia estadística entre los tratamientos.

Cuadro 14. Prueba de medias (Tukey 5%) nivel de erosión (expresado en centímetros) datos de campo transformados a raíz de $x + 1$ en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	Media	Tukey 5%
T3	2.03	A
T2	1.8	A
T4	1.67	A
T5	1.37	B
T1	1.3	B

Tukey=0.54

El cuadro 14, indica como resultado de la prueba de tukey que los tratamientos tienen diferencia estadística conformados en dos grupos uno por el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) el tratamiento dos (Café + un surco de pasto entre hileras) y tratamiento cuatro (café más pasto al voleo) que son superiores a los demás, pero iguales entre ellos, mientras que el otro grupo conformado por los tratamientos cinco (testigo relativo) ,y tratamiento uno (testigo absoluto) son iguales entre si y por tanto inferiores a los resultados obtenidos, sin embargo, se muestra que la opción superior es el tratamiento tres, siendo el que mejor retención de suelo tuvo durante el experimento; quedando así abierto al análisis económico para hacer una determinación de que tan útil sería la aplicación de unos de los tratamientos.

7.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó un análisis económico a los cinco tratamientos evaluados el cual se basa en un estado de gastos, donde se detalla la inversión realizada durante el primer año de la estabilización de un área nueva de café durante un período contable e incluye elementos de gastos de operación, indirectos, y gastos ajenos a las operaciones de una empresa.

La estimación de los costos, se basó en un cálculo de los insumos y gastos tanto directos como indirectos que se utilizaron en cada tratamiento, la mano de obra, ejecución de cada tratamiento y el costo de la semilla (en el caso de los tratamientos que se usó).

Cuadro 15. Resumen de análisis económico para los Cinco tratamientos en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Tratamiento 1	Q 8,551.15	Q 5,648.56	Q 136.16	Q 14,335.87
Tratamiento 2	Q 9,465.48	Q 7,484.71	Q 196.58	Q 17,146.76
Tratamiento 3	Q 10,768.88	Q 8,083.99	Q 242.00	Q 19,094.87
Tratamiento 4	Q 9,006.62	Q 7,271.34	Q 178.42	Q 16,456.39
Tratamiento 5	Q 9,336.91	Q 6,163.92	Q 304.51	Q 15,805.35

En el cuadro 15, se puede observar que el tratamiento más accesible a su costo es el tratamiento cinco, puesto que es más factible para cualquier productor de café independiente del capital con que éste cuente, el tratamiento uno queda descartado aunque es el más económico por que la inversión solo fue la inicial y luego de ello, no se realizó ninguna labor que beneficie el retorno de capital invertido.

Dentro del rubro “materiales”, se contempla la inversión que se realizó en cuanto a los insumos agrícolas que se utilizó, es decir: el pasto, las plantas de café, plantas de sombra, pesticidas, entre otros, en cuanto al rubro “gastos”, se ha contemplado los costos que implicó el pago de IGSS; bonificaciones, y otros costos que implica el establecimiento de un área nueva conforme a las normativas de ley.

Cuadro 16. Resumen de resultados obtenidos en los indicadores de variables evaluadas, para los cinco tratamientos en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Tratamiento	Materia		No. Brotes	Diámetro de brotes	Nivel de Erosión	Costo
	Orgánica	Altura				
T1	2.03%	58.69	25	0.82	1.3	Q14,335.87
T2	2.03%	65.34	28	1.02	1.8	Q17,146.76
T3	3.30%	67.11	26	1.07	2.03	Q19,094.87
T4	0.59%	66.07	26	1.13	1.67	Q16,456.39
T5	2.36%	66.46	28	1.13	1.37	Q15,805.35

El cuadro 16, detalla los resultados obtenidos de los indicadores de variables evaluadas para poder analizar el resultado que presentó cada tratamiento, observando que según los análisis estadísticos anteriores, el tratamiento que mayor número de resultados positivos obtuvo fue el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) sin embargo es el tratamiento que mayor costo presenta y por seguimientos de campo, el manejo para el pasto implica mayor inversión en los cortes y tratamientos de insecticidas, ya que en todos los tratamientos se localizó el gusano nochero (*Agrotis ipsilon*); a manera positiva, es el tratamiento que menor control de malezas se realizó.

Observando los resultados se tiene que, la manera tradicional del caficultor que es el tratamiento cinco, es una buena alternativa para seguir cultivando café puesto que es de costo más accesible, y se observa que sus resultados se apegan a los del tratamiento tres. Asimismo, se tiene que el tratamiento dos (Café + un surco de pasto entre hileras) presenta resultados satisfactorios en la mayoría de las variables estudiados y su costo puede ser accesible y remunerable utilizándolo en áreas donde la pendiente es muy pronunciada y los factores climáticos tienden a afectar la erosión del suelo, como también se puede emplear en lugares donde las horas luz son cortas puesto que el café es un cultivo demandante de ella, ello con el objetivo de incorporación de materia orgánica, y también control de erosión.

8. CONCLUSIONES

Según la investigación realizada, se puede observar que en cuanto al aporte de materia orgánica se obtuvo un resultado positivo; ya que el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) da un resultado de 13.1%, siendo superior al resultado inicial el cual fue de 9.80%, en tanto se obtuvo un aporte con una diferencia de 3.3% de materia orgánica. Aceptando la hipótesis uno, que dice, uno o más de los tratamientos evaluados incrementaría la cantidad de M.O. presente en el suelo.

Se concluye que, al analizar los resultados, se determina que en cuanto a la variable del crecimiento vegetativo de altura que el tratamiento tres (Café + dos surcos de pasto entre hileras) tiene un efecto mayor a los otros tratamientos puesto que obtuvo un resultado de 67.11 cm de crecimiento hortotópico (vertical), pero como resultado de la prueba de Tukey, se determina que los tratamientos no tienen diferencia estadística y son iguales en la relación a su comportamiento en el campo, analizando la variable número de brotes, se presenta un resultado positivo entre los tratamiento dos (Café + un surco de pasto entre hileras) y el tratamiento cinco (testigo relativo) ambos con un promedio de 28 brotes, esto puede deberse a la competencia en cuanto a la luz y espacio que el pasto a doble hilera le pueda crear a la planta de café. En cuanto a la variable diámetro de brotes, se determina que los tratamientos cuatro (café + pasto al voleo) y cinco (testigo relativo) ha sobresalido de los otros tratamientos evaluados puesto que se obtuvo un resultado de 1.128 cm. de diámetro, en la prueba estadística observamos que el comportamiento en campo de los tratamientos evaluados es igual o similar, en el análisis de la variable, se acepta la hipótesis dos.

Aceptando la hipótesis tres, que indica que al menos un tratamiento minimizará la erosión del suelo; puesto que al llevar a cabo la investigación se determina que algunos tratamientos han tenido un resultado positivo en cuanto a la retención del suelo, minimizando así la erosión que se puede causar ya sea por las condiciones climáticas y/o las condiciones de pendiente, físicas y topográficas del mismo, siendo el más efectivo el tratamiento tres (café + dos surcos de pasto entre hileras) con un resultado

de 3.13 cm de suelo retenido, por tanto se contempla que la densidad de siembra del pasto ha intervenido en que el suelo se degrade menos que en los demás tratamientos.

Los resultados obtenidos en el análisis económico realizado a los tratamientos evaluados comparado a los resultado de campo; se observa que el tratamiento más factible de utilizar sigue siendo la manera tradicional del caficultor, que es el tratamiento cinco, ya que es accesible de manera económica y con resultados satisfactorios, sin embargo; en vías de preparación a los cambios climáticos y para la colaboración en la mitigación de la erosión del suelo, se contempla la posibilidad de implementar el tratamiento dos (Café + un surco de pasto entre hileras).

9. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda el uso del pasto únicamente en las áreas donde la pendiente es muy pronunciada y con alto nivel de erosión, con regímenes de lluvia altos, asimismo; como alternativa para la mitigación de cambios de temperaturas que puedan afectar la raíz del café. Siendo éste, el tratamiento número dos quien cumple con los requisitos de costo/beneficio; es decir, es accesible económicamente y cumple con las necesidades de la caficultura.

Se recomienda darle continuidad a la investigación con los tratamientos que han tenido un mejor resultado en la variable de número de brotes, ya que para la transformación de ATP y absorción de nutrientes foliares en el cultivo de café, ésta parte fisiológica presenta una importancia en ello.

En el análisis costo/beneficio con respecto a la incorporación de materia orgánica, se recomienda seguir aplicando el método tradicional del caficultor, es decir el uso de sombra a base de ingas para luego de su manejo, usar su material como incorporación de material orgánico, ya que, si se evalúa el costo que tiene esto con la incorporación de pasto, aumenta la inversión dejando un bajo margen de ganancias para el caficultor.

Se sugiere hacer una evaluación combinando los tratamientos que económicamente fueron factibles en el presente estudio, con fines de mitigación de erosión; éste apartado con referencia a las entidades encargadas de la mejoras continuas de la caficultura en Guatemala puesto que; teniendo en cuenta que el cultivo del café es una planta que se establece por al menos 30 años en el campo definitivo de siembra, para recomendar con certeza que la incorporación de pastos son una mejoría absoluta ante los sistemas tradicionales de siembras de café.

Se recomienda al pequeño caficultor, continuar con la forma tradicional del manejo del cultivo, puesto que económicamente no se presenta un resultado viable para su

ejecución. Sin embargo, se presenta la opción del tratamiento dos como una alternativa si fuese necesaria según la topografía y condiciones del área.

Queda abierta la posibilidad de seguir con la investigación para fines de evaluar el total aprovechamiento del pasto al cultivo y si existe una posibilidad de rentabilidad que remunere los costos, es decir; con fines pastorales lucrativos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANACAFE. (1998). *Manual de Caficultura*. Guatemala: Asociacion Nacional del Café.
- ANACAFE. (2009). *Proceso del Cultivo de Cafe*. Guatemala: Asociacion nacional del cafe.
- ANACAFE. (2012). *Situacion actual de la caficultura*. Guatemala: Asociacion Nacional del Cafe.
- ANACAFE. (2014). *Guía Técnica de Caficultura*. Guatemala: Asociacion Nacional Del Café.
- ANACAFE. (2015). *Los cafés de Guatemala*. Guatemala: Asociacion Nacional del Café.
- Ávila, G; Jiménez, F; Beer, J; Gómez, M.; Ibrahim, M (2001). *Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica*. *Agroforestería en las Américas*. 8 (30):32.
- Bugarín, J; Lemus, C, Sangines, L; Aguirre, J; Ramos, A; Soca, M; Arece, J. (2009) Evaluación de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit, México.
- Canchila, E; Soca, M; Ojeda, F; Machado, R; Canchila, N. (2010). *Dinámica de crecimiento de 24 accesiones de Brachiaria spp.* Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, 2009.
- Castillo, F. (22 de 08 de 2014). Problematicas de las precipitaciones severas. (Ana María Ajpop, Entrevistador)
- Chavez, V. (1999). *Manejoj de la Fertilizacion en Café*. ICAFE.
- Fixer, P. (2009). *Reserva del mundo de los nutrientes en mirar al futuro*. Atlanta: Better Crops.
- El cafetalito, (2009). *Proceso del Cultivo de Café*. Recuperado el 08 de Septiembre de 2014, de <http://www.elcafetalito.com/proceso.html>
- González, R; Anzúlez, A; Vera; A; Riera, L. (2009). *Manual de pastos tropicales para la Amazonia Ecuatoriana*. Ecuador. INIAP.
- Inglés, M. (2012). *Descripción botanica del cafeto*. Puerto Rico: Ecos del café.

- López, E; Gonzales, B. (2008). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Miles, J. (1996). *Pasturas de America*. Brazil: CIAT Publication No. 259.
- Ministerio de Agricultura Ganadería Alimentación, Asociación Nacional del Café, OIRSA. (Enero de 2014). Recuperado el 08 de Septiembre de 2014, de Plan de contingencia para el control de Roya en café: Disponible en http://web.maga.gob.gt/wp-content/uploads/img/roya/acceso_informacion-roya_del_cafe.pdf
- Olivera, Y; Machado, R; Del Pozo; P. (2006). Pastos y Forrajes. Recuperado el 13 de Octubre de 2014, Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/caracteristicas-brachiaria/brachiaria.pdf>
- OIRSA. (Enero de 2012). *El impacto de la Roya en el café en el país*. Guatemala: MAGA.
- Pizarro T., Hernán Cuitiño M., J. Pablo Flores V., Claudia Sangüesa P., Enzo Martínez A. Sociedad. (2008). Metodología de los clavos de erosión para la evaluación cuantitativa de la erosión. Chile: Proyecto FDI - CORFO 00C7FT.
- Ramírez, R; Herrera, S; Leonard, I; Verdecia, D; Alvarez, Y. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria brizantha* vrs *Brachiaria ruziziensis* vc. Recuperado el 24 de 07 de 2014, Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193014943014.pdf>.
- Sanchez, L. (2013). Efecto del cultivo de café (*Coffea arabica*, *Rubiaceae*) en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), con tres distanciamientos sobre el desarrollo vegetativo del cafeto. Tesis de grado, ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar.

Vallecilo, M. (Octubre de 2004). *Perfil de proyecto de café en asocio con aguacate*. Nicaragua: IICA.

Villanueva, C; Ibrahim, M; Rios, JN; Suárez JC. (2008). *Disponibilidad de Brachiaria brizantha en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea, en el trópico subhúmedo del cantón de Esparza*. Costa Rica: IICA.

11. ANEXOS

Anexo 1. Programa de fertilización al suelo y foliar, para el cultivo de café en su manejo de áreas nuevas.

Días después de la siembra	Producto	Dosis	Aplicación
14 días antes	Terramaj	1 libra/ hoyo	suelo
14 días antes	18-40-0	1.5 oz / hoyo	suelo
37 días	Caporal	200cc/200 litros de agua	foliar
37 días	Elementos menores	1,000cc/200 litros de agua	foliar
20 días	Forater	15 gr/planta	suelo
40 días	Baifidan Duo	15gr/planta	suelo
45 días	Formula 10-50-0	2 kg/200 litros de agua	foliar
45 días	Manzate	1kg/200 litros de agua	foliar
45 días	Koside	750gr/200 litros de agua	foliar
A partir de los 30 Días de siembra, se harán las aplicaciones, una vez al mes.	Sulfato de amonio 23-0-24 más boro y zinc	1 onz/planta	suelo
		1 onz/planta	suelo

Anexo 2. Análisis económico para el tratamiento uno en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Labor	Cantidad	U. M.	P. U.	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Caporal	1 días	Q	87.82	Q 87.82	Q 72.60	Q 17.00	Q 177.42
Estaquillado	2 días	Q	54.85	Q 109.69	Q 15.53	Q 3.48	Q 128.70
Ahoyado 0.40	5,720.00 hoyos	Q	0.40	Q 2,307.27	Q 184.99	Q 43.92	Q 2,536.19
Siembra	5,716.00 matas	Q	0.20	Q 1,143.20	Q 117.59	Q 27.41	Q 1,288.20
Resiembra de café	2 días	Q	35.00	Q 70.00	Q -	Q -	Q 70.00
Rellenando ahoyado	2 días	Q	38.78	Q 77.56	Q 234.82	Q -	Q 312.38
Molenderas	2 días	Q	60.38	Q 120.76	Q -	Q -	Q 120.76
Rellenando ahoyado	5,720.00 hoyos	Q	0.20	Q 1,151.89	Q 4,789.71	Q 13.93	Q 5,955.53
Ahoyado para resiembra	1 días	Q	35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Acarreo de almácigos	5,725.00 unidades	Q	0.10	Q 572.50	Q 68.62	Q 16.16	Q 657.28
Rellenado estaquillado	5,720.00 unidades	Q	0.07	Q 400.40	Q 60.56	Q 14.26	Q 475.22
Juntando estacas	1 días	Q	38.11	Q 38.11	Q -	Q -	Q 38.11
Arrancando troncos	1 días	Q	35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Caporal	2 días	Q	61.74	Q 123.47	Q -	Q -	Q 123.47
Molendera	2 días	Q	58.33	Q 116.67	Q -	Q -	Q 116.67
Arrancando troncos de Café	4,302.00 unidades	Q	0.50	Q 2,161.81	Q 104.13	Q -	Q 2,265.94
				Q 8,551.15	Q 5,648.56	Q 136.16	Q14,335.87

Anexo 3. Análisis económico para el tratamiento dos en plantación de Café en asocio con Ruzi; Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Labor	U. M.	Medida	P. U.	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Caporal	1	días	Q 56.41	Q 56.41	Q 72.60	Q 17.00	Q 146.01
Estaquillado	2	días	Q 54.85	Q 109.69	Q 15.53	Q 3.48	Q 128.70
Ahoyado 0.40	5720	hoyos	Q 0.40	Q 2,307.27	Q 184.99	Q 43.92	Q 2,536.19
Siembra	5716	matas	Q 0.20	Q 1,143.20	Q 117.59	Q 27.41	Q 1,288.20
Resiembra de café	2	días	Q 35.00	Q 70.00	Q -	Q -	Q 70.00
Rellenando ahoyado	2	días	Q 38.78	Q 77.56	Q 234.82	Q -	Q 312.38
Molenderas	2	días	Q 60.38	Q 120.76	Q -	Q -	Q 120.76
Rellenando ahoyado	5720	hoyos	Q -	Q 7.89	Q 4,789.71	Q 13.93	Q 4,811.53
Ahoyado para resiembra	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Acarreo de almácigos	5725	unidades	Q 0.10	Q 572.50	Q 68.62	Q 16.16	Q 657.28
Rellenado estaquillado	5720	unidades	Q 0.07	Q 400.40	Q 60.56	Q 14.26	Q 475.22
Juntando estacas	1	días	Q 38.11	Q 38.11	Q -	Q -	Q 38.11
Arrancando troncos	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Caporal	2	días	Q 61.74	Q 123.47	Q -	Q -	Q 123.47
Molendera	2	días	Q 58.33	Q 116.67	Q -	Q -	Q 116.67
Arrancando troncos/ café	4302	unidades	Q 0.50	Q 2,161.81	Q 104.13	Q -	Q 2,265.94
Platiando	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Aplicación de herbicida	20	cuerdas	Q 3.02	Q 60.38	Q 174.05	Q 3.07	Q 237.50
Caporal	1	días	Q 58.58	Q 58.58	Q -	Q -	Q 58.58
Aplic.Fert. diluido	1.5	días	Q 16.20	Q 24.31	Q 416.05	Q 2.93	Q 443.28
Fertilización	3.58	quintales	Q 20.00	Q 71.60	Q 23.86	Q 0.92	Q 96.38
Caporal	1	días	Q 73.09	Q 73.09	Q -	Q -	Q 73.09
Fertilización diluida	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q 60.86	Q -	Q 95.86
Fertilizante disuelta	0.5	Toneles	Q 30.00	Q 15.00	Q 290.72	Q -	Q 305.72
Fumigación plantilla	20	cuerdas	Q 1.50	Q 30.00	Q 15.74	Q 0.36	Q 46.10
Caporal	1	días	Q 70.40	Q 70.40	Q -	Q -	Q 70.40
Aplicación insecticida pasto	2	días	Q 35.00	Q 70.00	Q 177.48	Q -	Q 247.48
Fungicida Roya y foliar	7	cuerdas	Q 1.51	Q 10.54	Q 18.35	Q -	Q 28.89
Caldero	1	días	Q 30.21	Q 30.21	Q -	Q -	Q 30.21
Caporal	1	días	Q 72.47	Q 72.47	Q -	Q -	Q 72.47
Molendera	1	días	Q 63.64	Q 63.64	Q -	Q -	Q 63.64
Control Phoma	4	Cuerdas	Q 1.50	Q 6.00	Q 20.17	Q 0.50	Q 26.67
Siembra de pasto	18	días	Q 40.80	Q 734.43	Q 480.07	Q 31.94	Q 1,246.43
Conservación de suelo	1	días	Q 27.78	Q 27.78	Q -	Q -	Q 27.78
Mantenimiento de fosa	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Limpia pasto	18	cuerdas	Q 10.03	Q 180.53	Q -	Q 14.25	Q 194.78
Recortando pasto	4	días	Q 41.15	Q 164.60	Q -	Q -	Q 164.60
Aporque	1	días	Q 44.55	Q 44.55	Q -	Q -	Q 44.55
Caporal	1	días	Q 55.00	Q 55.00	Q -	Q -	Q 55.00
Aplicación de cal	1.75	sacos	Q 5.00	Q 8.75	Q 83.56	Q -	Q 92.31
Aplicación de terramix	28.22	bolsa	Q 4.00	Q 112.88	Q 75.24	Q 6.44	Q 194.57
				Q 9,465.48	Q 7,484.71	Q 196.58	Q 17,146.76

Anexo 4. Análisis económico para el tratamiento tres en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Labor	U. M.	Medida	Valor M/O	P. U.	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Caporal	1	días	Q56.41	Q56.41	Q56.41	Q72.60	Q17.00	Q146.01
Estaquillado	2	días	Q83.34	Q54.85	Q109.69	Q15.53	Q3.48	Q128.70
Ahoyado 0.40	5720	hoyos	Q2,288.00	Q0.40	Q2,307.27	Q184.99	Q43.92	Q2,536.19
Siembra	5716	matas	Q1,143.20	Q0.20	Q1,143.20	Q117.59	Q27.41	Q1,288.20
Resiembra de café	2	días	Q70.00	Q35.00	Q70.00	Q -	Q -	Q70.00
Rellenando ahoyado	2	días	Q53.34	Q38.78	Q77.56	Q234.82	Q -	Q312.38
Molenderas	2	días	Q83.34	Q60.38	Q120.76	Q -	Q -	Q120.76
Rellenando ahoyado	5720	hoyos	Q0.00	Q0.00	Q7.89	Q4,789.71	Q13.93	Q4,811.53
Ahoyado para resiembra	1	días	Q35.00	Q35.00	Q35.00	Q -	Q -	Q35.00
Acarreo de almácigos	5725	unidades	Q572.50	Q0.10	Q572.50	Q68.62	Q16.16	Q657.28
Rellenado estaquillado	5720	unidades	Q400.40	Q0.07	Q400.40	Q60.56	Q14.26	Q475.22
Juntando estacas	1	días	Q26.67	Q38.11	Q38.11	Q -	Q -	Q38.11
Arrancando troncos	1	días	Q26.67	Q35.00	Q35.00	Q -	Q -	Q35.00
Caporal	2	días	Q83.34	Q61.74	Q123.47	Q -	Q -	Q123.47
Molendera	2	días	Q83.34	Q58.33	Q116.67	Q -	Q -	Q116.67
Arrancando troncos de café	4302	unidades	Q2,151.00	Q0.50	Q2,161.81	Q104.13	Q -	Q2,265.94
Platiando	1	días	Q35.00	Q35.00	Q35.00	Q -	Q -	Q35.00
Aplicación de herbicida	15	cuerdas	Q45.00	Q3.02	Q45.29	Q130.53	Q2.30	Q178.12
Aplic. herbicida	20	cuerdas	Q60.00	Q3.00	Q60.00	Q53.14	Q -	Q113.14
Caldero herbicida	1	días	Q26.67	Q40.37	Q40.37	Q -	Q -	Q40.37
Caporal	1	días	Q41.67	Q58.58	Q58.58	Q -	Q -	Q58.58
Foqueo	15	cuerdas	Q45.00	Q3.00	Q45.00	Q20.84	Q -	Q65.84
Caporal	1	días	Q41.67	Q58.58	Q58.58	Q -	Q -	Q58.58
Aplic.fert. diluido	1.5	días	Q17.78	Q16.20	Q24.31	Q416.05	Q2.93	Q443.28
Fertilización	3.58	quintales	Q71.60	Q20.00	Q71.60	Q23.86	Q0.92	Q96.38
Caporal	1	días	Q41.67	Q73.09	Q73.09	Q -	Q -	Q73.09
Fertilización diluida	1	días	Q35.00	Q35.00	Q35.00	Q60.86	Q -	Q95.86
Fertilizante disuelta	0.5	Toneles	Q15.00	Q30.00	Q15.00	Q290.72	Q -	Q305.72
Fumigación plantilla	20	cuerdas	Q30.00	Q1.50	Q30.00	Q15.74	Q0.36	Q46.10
Caporal	1	días	Q41.67	Q70.40	Q70.40	Q -	Q -	Q70.40
Aplicación insecticida pasto	3	días	Q80.01	Q35.00	Q105.00	Q266.22	Q -	Q371.22
Fungicida Roya y foliar	7	cuerdas	Q10.50	Q1.51	Q10.54	Q18.35	Q -	Q28.89
Caldero	1	días	Q26.67	Q30.21	Q30.21	Q -	Q -	Q30.21
Caporal	1	días	Q41.67	Q72.47	Q72.47	Q -	Q -	Q72.47
Molendera	1	días	Q41.67	Q63.64	Q63.64	Q -	Q -	Q63.64
Control Phoma	4	Cuerdas	Q6.00	Q1.50	Q6.00	Q20.17	Q0.50	Q26.67
Siembra de pasto	36	días	Q960.12	Q40.80	Q1,468.86	Q960.13	Q63.88	Q2,492.87
Conservación de suelo	1	días	Q16.67	Q27.78	Q27.78	Q -	Q -	Q27.78
Mantenimiento de fosa	1	días	Q35.00	Q35.00	Q35.00	Q -	Q -	Q35.00
Limpia Pasto	36	cuerdas	Q360.00	Q10.03	Q361.05	Q -	Q28.50	Q389.56
Recortando pasto	8	días	Q213.36	Q41.15	Q329.20	Q -	Q -	Q329.20
Aporque	1	días	Q26.67	Q44.55	Q44.55	Q -	Q -	Q44.55
Caporal	1	días	Q41.67	Q55.00	Q55.00	Q -	Q -	Q55.00
Aplicación de cal	1.75	sacos	Q8.75	Q5.00	Q8.75	Q83.56	Q -	Q92.31
Aplicación de terramix	28.22	bolsa	Q112.88	Q4.00	Q112.88	Q75.24	Q6.44	Q194.57
					Q10,768.88	Q8,083.99	Q242.00	Q19,094.87

Anexo 5. Análisis económico para el tratamiento cuatro en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Labor	U. M.	Medida	P. U.	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Caporal	1	días	Q 56.41	Q 56.41	Q 72.60	Q 17.00	Q 146.01
Estaquillado	2	días	Q 41.67	Q 109.69	Q 15.53	Q 3.48	Q 128.70
Ahoyado 0.40	5720	hoyos	Q 0.40	Q 2,307.27	Q 184.99	Q 43.92	Q 2,536.19
Siembra	5716	matas	Q 0.20	Q 1,143.20	Q 117.59	Q 27.41	Q 1,288.20
Resiembra de café	2	días	Q 35.00	Q 70.00	Q -	Q -	Q 70.00
Rellenando ahoyado	2	días	Q 26.67	Q 77.56	Q 234.82	Q -	Q 312.38
Molenderas	2	días	Q 41.67	Q 120.76	Q -	Q -	Q 120.76
Rellenando ahoyado	5720	hoyos	Q -	Q 7.89	Q 4,789.71	Q 13.93	Q 4,811.53
Ahoyado para resiembra	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Acarreo de almácigos	5725	unidades	Q 0.10	Q 572.50	Q 68.62	Q 16.16	Q 657.28
Rellenado estaquillado	5720	unidades	Q 0.07	Q 400.40	Q 60.56	Q 14.26	Q 475.22
Juntando estacas	1	días	Q 26.67	Q 38.11	Q -	Q -	Q 38.11
Arrancando troncos	1	días	Q 26.67	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Caporal	2	días	Q 41.67	Q 123.47	Q -	Q -	Q 123.47
Molendera	2	días	Q 41.67	Q 116.67	Q -	Q -	Q 116.67
Arrancando troncos de café	4302	unidades	Q 0.50	Q 2,161.81	Q 104.13	Q -	Q 2,265.94
Platiando	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Aplicación de herbicida	20	cuerdas	Q 3.00	Q 60.38	Q 174.05	Q 3.07	Q 237.50
Caporal	1	días	Q 41.67	Q 58.58	Q -	Q -	Q 58.58
Aplic.Fert. diluido	1.5	días	Q 11.85	Q 24.31	Q 416.05	Q 2.93	Q 443.28
Fertilización	3.58	quintales	Q 20.00	Q 71.60	Q 23.86	Q 0.92	Q 96.38
Caporal	1	días	Q 41.67	Q 73.09	Q -	Q -	Q 73.09
Fertilización diluida	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q 60.86	Q -	Q 95.86
Fertilizante disuelta	0.5	Toneles	Q 30.00	Q 15.00	Q 290.72	Q -	Q 305.72
Fumigación plantilla	20	cuerdas	Q 1.50	Q 30.00	Q 15.74	Q 0.36	Q 46.10
Caporal	1	días	Q 41.67	Q 70.40	Q -	Q -	Q 70.40
Aplicación insecticida pasto	2	días	Q 26.67	Q 70.00	Q 177.48	Q -	Q 247.48
Fungicida Roya y poliar	7	cuerdas	Q 1.50	Q 10.54	Q 18.35	Q -	Q 28.89
Caldero	1	días	Q 26.67	Q 30.21	Q -	Q -	Q 30.21
Caporal	1	días	Q 41.67	Q 72.47	Q -	Q -	Q 72.47
Molendera	1	días	Q 41.67	Q 63.64	Q -	Q -	Q 63.64
Control Phoma	4	Cuerdas	Q 1.50	Q 6.00	Q 20.17	Q 0.50	Q 26.67
Siembra de pasto	10	días	Q 26.67	Q 408.02	Q 266.70	Q 17.74	Q 692.46
Conservación de suelo	1	días	Q 16.67	Q 27.78	Q -	Q -	Q 27.78
Mantenimiento de fosa	1	días	Q 35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Limpia pasto	13	cuerdas	Q 10.00	Q 130.38	Q -	Q 10.29	Q 140.67
Recortando pasto	2	días	Q 26.67	Q 82.30	Q -	Q -	Q 82.30
Aporque	1	días	Q 26.67	Q 44.55	Q -	Q -	Q 44.55
Caporal	1	días	Q 41.67	Q 55.00	Q -	Q -	Q 55.00
Aplicación de cal	1.75	sacos	Q 5.00	Q 8.75	Q 83.56	Q -	Q 92.31
Aplicación de terramix	28.22	bolsa	Q 4.00	Q 112.88	Q 75.24	Q 6.44	Q 194.57
				Q 9,006.62	Q 7,271.34	Q 178.42	Q 16,456.39

Anexo 6. Análisis económico para el tratamiento cinco en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

Trabajos	U. M.	Medida	P. U.	Total M/O	Materiales	Gastos	Total
Caporal	1 días	Q	56.41	Q 87.82	Q 72.60	Q 17.00	Q 177.42
Estaquillado	2 días	Q	41.67	Q 109.69	Q 15.53	Q 3.48	Q 128.70
Descombrado	23 cuerda	Q	30.43	Q 699.89	Q -	Q -	Q 699.89
Arrancado de matas	23 cuerda	Q	40.00	Q 934.61	Q -	Q -	Q 934.61
Arrancando Troncos de Café	1 días	Q	26.67	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Ahoyado 0.40	5720 hoyos	Q	0.40	Q 2,307.27	Q 184.99	Q 43.92	Q 2,536.19
Acarreo de Almácigos 0.20	5725 unidades	Q	0.20	Q 1,145.00	Q 68.62	Q 16.16	Q 1,229.78
Siembra	5716 matas	Q	0.20	Q 1,143.20	Q 117.59	Q 27.41	Q 1,288.20
Chapeo	1 día	Q	35.00	Q 35.00	Q 57.00	Q 78.50	Q 170.50
Aplicación de Cal	1.75 sacos	Q	31.43	Q 55.00	Q 83.56	Q -	Q 138.56
Rellenando Ahoyado	5720 hoyos	Q	0.20	Q 1,151.89	Q 4,789.71	Q 13.93	Q 5,955.53
Resiembra de Café	2 días	Q	35.00	Q 70.00	Q -	Q -	Q 70.00
Molenderas	2 días	Q	41.67	Q 120.76	Q -	Q -	Q 120.76
Rellenado Estaquillado	5720 unidades	Q	0.07	Q 400.40	Q 60.56	Q 14.26	Q 475.22
Juntando estacas	1 días	Q	26.67	Q 38.11	Q -	Q -	Q 38.11
Caporal	2 días	Q	41.67	Q 123.47	Q -	Q -	Q 123.47
Molendera	2 días	Q	41.67	Q 116.67	Q -	Q -	Q 116.67
Platiando	1 días	Q	35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Aplicación de Herbicida Basta	20 cuerdas	Q	3.00	Q 60.38	Q 174.05	Q 3.07	Q 237.50
Caporal	1 días	Q	41.67	Q 58.58	Q -	Q -	Q 58.58
Fertilización	3.58 quintales	Q	20.00	Q 71.60	Q 23.86	Q 0.92	Q 96.38
Caporal	1 días	Q	41.67	Q 73.09	Q -	Q -	Q 73.09
Fertilización Diluida	1 días	Q	35.00	Q 35.00	Q 60.86	Q -	Q 95.86
Fertilizante Disuelta	0.5 Toneles	Q	30.00	Q 15.00	Q 290.72	Q -	Q 305.72
Fumigación Plantilla	20 cuerdas	Q	1.50	Q 30.00	Q 15.74	Q 0.36	Q 46.10
Caporal	1 días	Q	41.67	Q 70.40	Q -	Q -	Q 70.40
Fungicida Roya y Foliar	7 cuerdas	Q	1.50	Q 10.54	Q 18.35	Q -	Q 28.89
Caldero	1 días	Q	26.67	Q 30.21	Q -	Q -	Q 30.21
Control Phoma	4 Cuerdas	Q	1.50	Q 6.00	Q 20.17	Q 0.50	Q 26.67
Conservación de Suelo	1 días	Q	16.67	Q 27.78	Q -	Q -	Q 27.78
Mantenimiento de fosa	1 días	Q	35.00	Q 35.00	Q -	Q -	Q 35.00
Aporque	1 días	Q	26.67	Q 44.55	Q -	Q -	Q 44.55
Caporal	1 días	Q	41.67	Q 55.00	Q -	Q -	Q 55.00
Sombra temporal	2 días	Q	35.00	Q 70.00	Q 45.00	Q 45.00	Q 160.00
Sombra permanente	1 día	Q	35.00	Q 35.00	Q 65.00	Q 40.00	Q 140.00
				Q 9,336.91	Q 6,163.92	Q 304.51	Q 15,805.35

ORDEN: 22 - 685 ANÁLISIS: AS-22
 CLIENTE : DIEZ DE MAYO SOCIEDAD ANONIMA
 FINCA: LAS NUBES
 LOCALIZACIÓN: SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN SUCHITEPEQUEZ
 CULTIVO: CAFE
 Fecha de Ingreso: 24/02/2015 Fecha de Ejecución: Fecha de Impresión: 15/03/2015



Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación de la Muestra	mg/L		Cmol(+)/L				mg/L		Cmol(+)/L		mg/L		%
		pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Cobre	*A.I	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.
	Niveles Adecuados ---->	5.5-6.5	1-5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	10-100	0.1-2.5	0.3-1.5	20-150	8-80	0.2-2	3-6
3540	M- UNICA AREA DE INVESTIGACION	5.40	0.04	2.10	0.09	0.09	0.90	35	2.30	0.15	35.58	0.80	0.78	9.80

*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)
 *M.O.= Materia Orgánica
 *C.S.=Concentración de sales

Muestra	Identificación de la Muestra	Porcentaje de Saturación en la CICE					Equilibrio de Bases			
		*CICE	K	Ca	Mg	A.I.	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
	Niveles Adecuados >	5-25	4-6	60-80	10-20	0-24.9	5-25	2.5-15	2-5	10-40
3540	M- UNICA AREA DE INVESTIGACION	3.28	2.20	71.80	15.28	3.60	15.28	6.60	3.52	32.28

*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Nomenclatura
 Al = Aluminio
 Mg = Magnesio
 Ca = Calcio
 K = Potasio

■ = Bajo o Fuera de Rango
■ = Adecuado
■ = Alto

Materia orgánica: Método de Walkley y Black

pH: método de potenciometría, relación 1:2.5 - Suelo:Agua

Solución extractante para Acidez Intercambiable con : KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Solución extractante para Azufre y Boro: FOSFATO ÁCIDO DE CALCIO metodología espectrofotometría visible

Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES por subcontratación

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con : DTPA (ácido dietilentriaminopentacético), metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES por subcontratación

Solución extractante para Fósforo: OLSEN MODIFICADO, metodología espectrofotometría UV-Visible por subcontratación

Solución extractante para Potasio con : OLSEN MODIFICADO, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES por subcontratación

- 1.- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Ing. Doris Vega
 Coordinador de Analab

Anexo 7. Análisis de suelo previo al establecimiento de la investigación en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.

ORDEN: 23 - 591 ANÁLISIS: AS-2
 CLIENTE : DIEZ DE MAYO SOCIEDAD ANONIMA
 FINCA: LAS NUBES
 LOCALIZACIÓN: SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN SUCHITEPEQUEZ



CULTIVO: CAFE
 Fecha de Ingreso: 06/01/2016 Fecha de Ejecución: 13/01/2016 15:57 Fecha de Impresión: 18/01/2016 **Informe de Resultados de Análisis de Suelos**

No.	Identificación de la Muestra	mg/L		Cmol(+)/L			mg/L		Cmol(+)/L		mg/L		%	
		pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Cobre	*Al	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.
	Niveles Adecuados --->	5.5-6.5	1-5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	10-100	0.1-2.5	0.3-1.5	20-150	8-80	0.2-2	3-6
3455	TRATAMIENTO 1	5.58	0.02	2.58	0.10	2.89	0.77	38.47	2.84	0.17	37.28	1.00	1.06	11.83
3456	TRATAMIENTO 2	5.75	0.01	2.68	0.10	3.77	0.86	45.83	3.46	0.11	31.12	1.04	1.08	11.83
3457	TRATAMIENTO 3	5.74	0.01	4.72	0.10	4.72	1.19	53.68	5.94	0.14	41.58	1.51	2.79	13.10
3458	TRATAMIENTO 4	5.19	0.01	2.10	0.10	1.05	0.20	36.07	1.80	0.38	28.72	0.70	0.64	10.39
3459	TRATAMIENTO 5	5.43	0.05	2.84	0.10	2.15	0.35	45.89	2.37	0.24	34.08	0.75	0.91	12.16

*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

*M.O.= Materia Orgánica

*C.S.=Concentración de sales

Muestra	Identificación de la Muestra	Porcentaje de Saturación en la CICE					Equilibrio de Bases			
		*CICE	K	Ca	Mg	A.I.	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
3455	TRATAMIENTO 1	3.93	2.54	73.54	19.59	4.33	28.90	7.70	3.75	36.60
3456	TRATAMIENTO 2	4.84	2.07	77.89	17.77	2.27	37.70	8.60	4.38	46.30
3457	TRATAMIENTO 3	6.15	1.63	76.75	19.35	2.28	47.20	11.90	3.97	59.10
3458	TRATAMIENTO 4	1.73	5.78	60.69	11.56	21.97	10.50	2.00	5.25	12.50
3459	TRATAMIENTO 5	2.84	3.52	75.70	12.32	8.45	21.50	3.50	6.14	25.00

Nomenclatura
 Al = Aluminio
 Mg = Magnesio
 Ca = Calcio
 K = Potasio

■ = Bajo o Fuera de Rango
■ = Adecuado
■ = Alto

*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Materia orgánica: Método de Walkley y Black

pH: método de potenciometría, relación 1:2.5 - Suelo:Agua

Solución extractante para Acidez Intercambiable con : KCl 1 Normal, metodología por volumetría.

Solución extractante para Azufre y Boro: FOSFATO ÁCIDO DE CALCIO metodología espectrofotometría visible

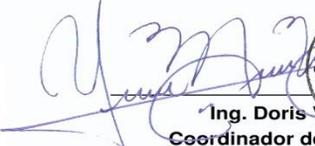
Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con : DTPA (ácido dietilentriaminopentacético), metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES

Solución extractante para Fósforo: OLSEN MODIFICADO, Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES

Solución extractante para Potasio con : OLSEN MODIFICADO, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES

- 1.- Los resultados de este informe son validos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.


Ing. Doris Vega
 Coordinador de Analab

Anexo 8. Análisis de suelo después de tabulación de datos en plantación de Café en asocio con Ruzi, Finca Las Nubes, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, 2015.