UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA DE INGENIERA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS FOLIARES EN DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO *(Theobroma cacao L.)* EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO – ALTO BENI

IVAN ROMAN CARVAJAL VELASCO

La Paz – Bolivia

2014

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERA AGRONOMICA

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS FOLIARES EN DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO *(Theobroma cacao L.)* EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO – ALTO BENI

Tesis de grado Presentado como requisito Parcial para optar el Titulo de Ingeniero Agrónomo

Ivan Roman Carvajal Velasco

Asesor:

Ing. Agr. Casto Maldonado Fuentes ……..

Tribunal Examinador:

Ing. Agr. René Calatayud Valdez ……..

Ing. Agr. Johnny Ticona Aliaga ……

Ing. Agr. Fernando Manzaneda Delgado ……

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador ……..

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por hacer posible que se lleve a cabo este trabajo y el cuidado que me brinda día a día.

Un agradecimiento muy caluroso a La Facultad de Agronomía y a todos mis docentes que fueron el pilar fundamental para mi formación profesional.

Agradecer también a la Estación Experimental de Sapecho en Alto Beni, por hacer posible que se llevara en buena hora el presente trabajo.

Un agradecimiento especial al Ing. Agr. Casto Maldonado, mi maestro y asesor, por haberme transmitido incondicionalmente sus conocimientos y por la confianza y amistad depositada en mi persona.

Quiero agradecer también a mis revisores Ing. Agr. René Calatayud, Ing. Agr. Fernando Manzaneda e Ing. Agr. Johnny Ticona, por sus correcciones y sugerencias tan acertadas para el bien de este trabajo.

Un agradecimiento muy cálido a la Señorita Lidia Paye Mamani, por ese apoyo tan paciente, oportuno e incondicional en la elaboración de este trabajo.

Finalmente agradecer a mis compañeros de la Facultad de Agronomia, generación "Tomates Asesinos" porque vivimos como hermanos en estos años que estudiamos juntos.

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a mi familia;

A mis padres Flavio Carvajal y Martha Velasco,

Por toda la confianza y la fe depositada en mi persona;

A mis hermanos Magaly, Jhonny y Nelson,

Por su apoyo tan oportuno y sus consejos tan acertados;

A mis sobrinitos Adrian, Fabiana y Renato;

Porque son la luz que ilumina y alegra mi hogar;

A todos ellos porque son mi inspiración

para seguir y mi razón para vivir.

Ivan Roman Carvajal Velasco

CONTENIDO

Indice General	i
Indice de Cuadros	vi
Indice de Figuras	vi
Indice de Gráficos	vii
Indice de Anexos	vii
Resumen	
Summary	xi

INDICE GENERAL

		Pág.
I.	**INTRODUCCION**	1
II.	**OBJETIVOS**	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
2.3.	Hipótesis	3
III.	**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**	4
3.1.	Origen del cacao	4
3.2.	Taxonomía	4
3.3.	Requerimientos edafoclimáticos del cacao	4
3.3.1.	Precipitación	5
3.3.2.	Temperatura	5
3.3.3.	Viento	6
3.3.4.	Altitud	6
3.3.5.	Luminosidad	6
3.3.6.	Suelo	7
3.4.	Abonado foliar	7
3.5.	Fertilizantes foliares	8
3.6.	Biofertilizantes	8
3.7.	Parámetros de calidad de un biofertilizante	9
a)	Olor	9
b)	Color	9
3.8.	Factores que afectan la absorción foliar	9
3.8.1.	Temperatura	9

3.8.2.	Humedad relativa	10
3.8.3.	Edad de la hoja	10
3.8.4.	Características de la solución aplicada	10
3.8.5.	Luz	10
3.9.	Ventajas de los biofertilizantes líquidos foliares	10
3.10.	Biol	11
3.11.	Purín	12
3.12.	Té de Estiércol	12
3.13.	Estiércol gallinaza	12
3.14.	Microorganismos que intervienen en los biofertilizantes	13
3.15.	¿Por que se utilizan los Biofertilizantes foliares?	13
3.16.	Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar	14
a)	Momento de aplicación	14
b)	Tamaño de la gotas	14
c)	Volumen de la solución	15
3.17	Principales enfermedades del cacao	15
3.17.1.	Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)	15
a)	Sintomatología	16
b)	Ciclo de vida	17
3.17.2.	Mazorca negra (*Phytopthora palmivora*)	18
a)	Sintomatología	19
b)	Ciclo de vida	21
3.17.3.	Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)	22
a)	Sintomatología	22
b)	Ciclo de vida	23
3.17.4.	Chirele o pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*)	24
a)	Sintomatología	25
3.18.	Parámetros de análisis nutricional foliar en el cacao	26
3.19.	Parámetros de análisis nutricional del suelo en el cacao	26
IV.	**LOCALIZACIÓN**	28
4.1.	Ubicación geográfica	28
4.2.	Características climáticas	28
4.3.	Topografía	28

4.4. Fisiografía 28
4.5. Vegetación 29
4.6. Suelos 30

V. MATERIALES Y MÉTODOS 32

5.1. Materiales 32

5.1.1. Material Biológico 32
5.1.2. Material de campo 32
5.1.3. Material de gabinete 33

5.2. Métodos 33

5.2.1. Procedimiento experimental 33

5.2.1.1. Descripción de la parcela experimental 33
5.2.1.2. Preparación del área experimental 34
5.2.1.3. Identificación de los tratamientos y el testigo 34
5.2.1.4. Preparación de los biofertilizantes 35

5.2.1.4.1. Preparación del biol foliar 35

a) Fabricación del biodigestor 35
b) Recolección del estiércol gallinaza 36
c) Recolección de los insumos vegetales 36
d) Mezcla de los insumos en el biodigestor 37
e) Proceso de fermentación del biol (anaeróbico) 38

5.2.1.4.2. Preparación del Purín 39

a) Recolección del estiércol gallinaza 39
b) Recolección de los insumos vegetales 39
c) Preparación y mezcla de los insumos 40
d) Proceso de fermentación en el purín 40

5.2.1.4.3. Preparación del Té de estiércol 41

a) Recolección del estiércol gallinaza 41
b) Recolección de los insumos vegetales 41
c) Preparación y mezcla de los insumos 42
d) Proceso de fermentación en el Té de estiércol 43

5.2.1.5. Colación del Biol, Purin y Té de estiércol 43

a) Colación del biofertilizante Biol 44
b) Colación del biofertilizante Purín 44

c) Colacion del biofertilizante Té de Estiércol 45

5.2.1.6. Análisis físico - químico de los biofertilizantes 46
5.2.1.7. Calibración del Motoaspersor "*STIHL SR – 400"* 47
5.2.1.8. Preparación y estimación de los volúmenes de las soluciones 48
5.2.1.9. Aplicación de los biofertlizantes 49

a) Aplicación del Biol 50
b) Aplicación del Purín 51
c) Aplicación del Té de estiércol 51

5.2.1.10. Manejo del cultivo 53

a) Desmalezado 53
b) Deschuponado 53
c) Podas 54

5.2.2. Diseño experimental 55

5.2.2.1. Formulación e identificación de los tratamientos 55

5.2.3. Croquis del experimento 56
5.2.4. Modelo lineal aditivo 57
5.2.5. Variables de Respuesta 57

5.2.5.1. Variables Agronómicas 57

5.2.5.1.1. Número de mazorcas 57
5.2.5.1.2. Porcentaje de Incidencia de Pasmazón del cacao 58
5.2.5.1.3. Porcentaje de Incidencia de Mazorca negra 58
5.2.5.1.4. Porcentaje de Incidencia de Escoba de bruja 58

5.2.5.2. Variables Económicas 58

5.2.5.2.1. Costos fijos 58
5.2.5.2.2. Costos variables 59
5.2.5.2.3. Costos totales 59
5.2.5.2.4. Relación Beneficio/Costo 59

VI. **RESULTADOS Y DISCUSIONES** 60

6.1. Análisis físico - químico de los biofertilizantes 60
6.2. Análisis físico - químico de suelos 61

6.3. **VARIABLES AGRONOMICAS** 62

6.3.1. Número de mazorcas 62

	6.3.1.1.	Análisis de Varianza del Número de mazorcas	63
	6.3.1.2.	Prueba de Duncan para el Número de mazorcas	64
6.3.2.		Porcentaje de Incidencia del Pasmazón del cacao (*Cherelle wilt)*	67
	6.3.2.1.	Análisis de Varianza de la incidencia del Pasmazón del cacao	68
	6.3.2.2.	Prueba de Duncan del Pasmazón del cacao	69
6.3.3.		Porcentaje de incidencia de Mazorca negra *(Phytopthora palmivora)*	72
	6.3.3.1.	Análisis de Varianza del porcentaje de incidencia de Mazorca negra	73
	6.3.3.2.	Prueba de Duncan de la Mazorca negra	74
6.3.4.		Porcentaje de incidencia de Esc. de bruja *(Moniliophthora perniciosa)*	77
	6.3.4.1.	Análisis de Varianza del porcentaje de incidencia de Escoba de Bruja	78
	6.3.4.2.	Prueba de Duncan de la Escoba de bruja	79
6.4.		**VARIABLES ECONOMICAS**	83
6.4.1.		Costos fijos	83
6.4.2.		Costos variables	83
6.4.3.		Costos totales	86
6.4.4.		Proyección de costos totales	87
6.4.5		Relación Beneficio/Costo	88
	a)	B/C Biol	88
	b)	B/C Purín	89
	c)	B/C Té de estiércol	90
VII.		**CONCLUSIONES**	92
VIII.		**RECOMENDACIONES**	95
IX.		**BIBLIOGRAFIA**	97

Indice de Cuadros

		Pág.
Cuadro 1.	Parámetros de análisis nutricional foliar en el cacao	26
Cuadro 2.	Parámetros de análisis nutricional del suelo en el cacao	27
Cuadro 3.	Dosis del Biol	50
Cuadro 4.	Dosis del Purín	51
Cuadro 5.	Dosis del Té de Estiércol	52
Cuadro 6.	Formulación e identificación de los Tratamientos	55
Cuadro 7.	Análisis físico – químico de los biofertilizantes	60
Cuadro 8.	Análisis físico – químico de suelos	61
Cuadro 9.	Análisis de Varianza para el Número de mazorcas	64
Cuadro 10.	Coeficiente de variación y media del Número de mazorcas	64
Cuadro 11.	Prueba de Duncan para el Número de mazorcas	65
Cuadro 12.	Prueba de Duncan para biofertilizantes	66
Cuadro 13.	Prueba de Duncan para dosis	66
Cuadro 14.	Análisis de Varianza de la incidencia del Pasmazón del cacao	69
Cuadro 15.	Coeficiente de variación y media del Pasmazón	69
Cuadro 16.	Prueba de Duncan del Pasmazón del cacao	70
Cuadro 17.	Prueba de Duncan para biofertilizantes	71
Cuadro 18.	Prueba de Duncan para dosis	72
Cuadro 19.	Análisis de Varianza del porcentaje incidencia de Mazorca negra	74
Cuadro 20.	Coeficiente de variación y media de la Mazorca negra	74
Cuadro 21.	Prueba de Duncan de la Mazorca negra	75
Cuadro 22.	Prueba de Duncan para biofertilizantes	76
Cuadro 23.	Prueba de Duncan para dosis	76
Cuadro 24.	Análisis de Varianza de incidencia de Escoba de Bruja	79
Cuadro 25.	Coeficiente de variación y media de la Escoba de bruja	79
Cuadro 26.	Prueba de Duncan de la Escoba de bruja	80
Cuadro 27.	Prueba de Duncan para biofertilizantes	81
Cuadro 28.	Prueba de Duncan para dosis	82
Cuadro 29.	Detalle de Costos fijos (ha/año)	84
Cuadro 30.	Costos de preparación del biofertilizante Biol (ha/año)	85
Cuadro 31.	Costos de preparación del biofertilizante Purín (ha/año)	85
Cuadro 32.	Costos de preparación del biofertilizante Té de Estiércol (ha/año)	86

Indice de Figuras

		Pág.
Figura 1.	Sistema del Biodigestor	11
Figura 2.	Mazorca con Monilia (*Moniliophthora roreri*)	16
Figura 3.	Ciclo de vida de la Moniliasis	18
Figura 4.	Mazorca con síntomas de la mazorca negra	19
Figura 5.	Avance de la Mazorca negra	20
Figura 6.	Ciclo de vida de la Mazorca negra	21

Figura 7.	Síntomas de la Escoba de bruja	22
Figura 8.	Ciclo de vida de la Escoba de bruja	24
Figura 9.	Síntomas del Pasmazón del cacao	25
Figura 10.	Mapa de la Provincia Sud Yungas	31
Figura 11.	Descripción de la Parcela Experimental	33
Figura 12.	Identificación de los tratamientos y el testigo	34
Figura 13.	Fabricación del Biodigestor	35
Figura 14.	Insumos vegetales	37
Figura 15.	Fermentación del biol	38
Figura 16	Pesaje de los insumos vegetales	40
Figura 17.	Fermentación del Purín	41
Figura 18.	Picado de los insumos vegetales	42
Figura 19.	Fermentación del Té de estiércol	43
Figura 20.	Colación del Biofertilizante Biol	44
Figura 21.	Colación del Biofertilizante Purín	45
Figura 22.	Colación del Biofertilizante Té de Estiércol	46
Figura 23.	Identificación de las muestras	46
Figura 24.	Calibración del Motoaspersor *STIHL SR – 400*	48
Figura 25.	Preparación de los biofertilizantes	49
Figura 26.	Aplicación foliar de los biofertilizantes	49
Figura 27.	Aplicación foliar del Biol	50
Figura 28.	Aplicación foliar del Purín	51
Figura 29.	Aplicación foliar del Té de estiércol	52
Figura 30.	Croquis Experimental	56

Indice de Gráficos

Gráfico 1.	Número de mazorcas	63
Gráfico 2.	Porcentaje de incidencia del Pasmazón del cacao	68
Gráfico 3.	Porcentaje de incidencia de la Mazorca negra	73
Gráfico 4.	Porcentaje de incidencia de la Escoba de Bruja	78

Indice de Anexos

Anexo 1.	Análisis Físico - Químico del Biol
Anexo 2.	Análisis Físico - Químico del Purín
Anexo 3.	Análisis Físico - Químico del Té de estiércol
Anexo 4.	Análisis Físico - Químico de suelos
Anexo 5.	Análisis de Varianza para el Número de mazorcas (SAS system)
Anexo 6.	Análisis de Varianza para Incidencia de *Cherelle wilt* (SAS system)
Anexo 7.	Análisis de Varianza para Incidencia de Mazorca negra (SAS system)
Anexo 8.	Análisis de Varianza para Incidencia de Escoba de bruja (SAS system)

Anexo 9. Prueba de Duncan para Número de mazorcas (SAS system)
Anexo 10. Prueba de Duncan para Incidencia de *Cherelle wilt* (SAS system)
Anexo 11. Prueba de Duncan para Incidencia de Mazorca negra (SAS system)
Anexo 12. Prueba de Duncan para Incidencia de Escoba de bruja (SAS system)
Anexo 13. Promedio de las variables de respuesta por repetición

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se evaluó a tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares y dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en clones de alto potencial productivo de 8 años de edad en la parcela 22 de la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

Los objetivos fueron evaluar el efecto que ejerce el uso de los tres biofertilizantes líquidos foliares en el cultivo de cacao, en el número de mazorcas, además de evaluar el porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*), porcentaje de incidencia de la mazorca negra (*Phytopthora palmivora*) y el porcentaje de incidencia de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao; por otro lado, también se determinó los costos fijos, variables y totales derivados de la elaboración y aplicación de los biofertilizantes líquidos foliares.

Los tratamientos fueron distribuidos bajo el Diseño Completamente al Azar con arreglo Factorial (dos factores), en cuatro repeticiones, donde los niveles del Factor A fueron los biofertilizantes: Biol, Purín y Té de Estiércol y los niveles del Factor B fueron las dosis de aplicación: al 10 % y 20 % para el biol y al 20 % y 30 % para el purín y el té de estiércol, en total fueron 7 tratamientos, incluyendo al testigo como Tratamiento 7. La investigación tuvo una duración de 6 meses, considerando desde la preparación de los biofertilizantes hasta el último registro de datos en campo.

Los resultados señalaron que el mayor número de mazorcas en los clones de cacao se presento en las plantas sometidas a purín al 30 % con una media de 17,75 mazorcas por planta, seguido del purín al 20 % con una media de 17,25 mazorcas, en tanto que el testigo o tratamiento 7 alcanzó una media de 12,75 mazorcas por planta.

En relación al porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao, las incidencias más bajas se presentaron en los clones sometidos a purín al 20 % con una media de 10,16 % de incidencia, seguido de purín al 30 % con una incidencia de 10,63 %, en

tanto que el testigo presentó la incidencia más alta con una media de 13,35 % de incidencia de pasmazón.

Por otro lado, los porcentajes de incidencia de mazorca negra más bajas se presentaron en clones sometidos a purín al 20 % con una incidencia de 2,18 %, seguido de biol al 10 % con una media de 3,23 %; mientras que el testigo presentó una incidencia de mazorca negra de 3,96 %.

En relación a la variable de incidencia de escoba de bruja, los clones sometidos a purín al 20 % presentaron la incidencia más baja con un promedio de 0,96 %, seguido de biol al 20 % con una incidencia de 1,11 %; en tanto que el testigo presento una incidencia de escoba de bruja del 1,4 %.

Finalmente el costo que representa la preparación del biol para una hectárea en un año tiene un costo de 224 bolivianos, mientras que el purín representa un costo de 214 bolivianos; en tanto que el té de estiércol representa un costo de 206,5 bolivianos por hectárea en un año.

Finalmente la relación Beneficio/costo proyectando a una hectárea de cacao por año, se tiene una mejor rentabilidad con la implementación de purín al 30 %, cuya relación beneficio/costo es de 8,46, la relación beneficio/costo más inferior se presento con la proyección de biol al 20 %, con una relación de 6,56, que de alguna forma es un buen valor que indica que existe rentabilidad con la implementación de este producto en una parcela de cacao.

SUMMARY

In the present research work, dose of application in the cultivation of cocoa evaluated to three liquid biofertilizantes's types foliares and two (*Theobroma cocoa L.*) In clones of potential productive height of 8 elderly years at the plot of land 22 of Sapecho Experiment Station – Alto Beni, contingent upon the Faculty of Agronomía of San Andrés Bigger University.

Objectives were to evaluate the effect that exercises the three liquid biofertilizantes's use foliares in the cultivation of cocoa, in the number of ears of corn, in addition to evaluate pasmazón's percentage of incidence of the cocoa (*Cherelle wilt*), percentage of incidence of the black ear of corn (*Phytopthora palmivora*) and the percentage of incidence of witch broom (*pernicious Moniliophthora*) in the cultivation of cocoa; In addition, also determined him fixed costs, variables and totals derived of elaboration and application of the liquid biofertilizantes foliares.

Treatments were distributed under the Design Completamente at random with repair Factorial (two factors), in four repetitions, where the levels of the Factor To they were the biofertilizantes: Biol, Purín and Té of Estiércol and levels they were B of the Factor them dose of application: To the 10 % and 20 % for the biol and to the 20 % and 30 % for the purín and the dung tea, in total 7 treatments matched, including like Treatment 7 to the control. The investigation had a duration of 6 months, postulate from the biofertilizantes's preparation every last one data recording at field.

The results indicated that I number the principal of ears of corn in the cocoa clones himself I present in the plants submitted to purín to the 30 % with a 17.75- ears of corn stocking for plant, once the 20 % with a 17.25- ears of corn stocking was gone after of the purín, in so much than the witness or treatment a 12.75- ears of corn stocking for plant caught up with 7.

In relation to pasmazón's percentage of incidence of the cocoa, the lowermost incidences presented itself in the clones submitted to purín to the 20 % with a stocking of 10.16 % of incidence, once the 30 % with 10.63 %'s incidence, while the witness presented the higher incidence with a stocking of 13.35 % of incidence of pasmazón was gone after of purín.

In addition, the lowermost percentages of incidence of black ear of corn presented itself in clones submitted to purín to the 20 % with 2.18 %'s incidence, once the 10 %

with 3.23 %'s stocking was gone after of biol; While the witness presented 3.96 %'s incidence of black ear of corn.

In relation to the variable of incidence of witch broom, the clones submitted they presented the lowermost incidence with 0.96 %'s average to purín to the 20 %, once the 20 % with 1.11 %'s incidence was gone after of biol; In so much than the witness I present a 1.4 %'s incidence of witch broom.

Finally the cost that represents the preparation of the biol for a hectare in a year has a Bolivian cost of 224, while the purín represents a Bolivian cost of 214; While the dung tea represents a Bolivian cost of 206.5 for hectare in a year.

Finally the relation Beneficio was hard to do projecting a hectare of cocoa per year, it has a better profitability with purín's implementation itself to the 30 %, whose relation benefit was hard to do benefit comes from 8.46, the relation an inferior cost himself I show with biol's projection the 20 %, with a relation of 6.56, that somehow it is a good value that you indicate that profitability with the implementation of this product at a cocoa plot of land exists .

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS FOLIARES EN DOS DOSIS DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE CACAO *(Theobroma cacao L.)* EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SAPECHO – ALTO BENI

I. INTRODUCCION

El cacao es una de las principales fuentes de ingreso de los productores de Alto Beni. En la actualidad esta región lidera la producción de cacao a nivel nacional con el 97 % de la producción total. El manejo del cultivo en la región es ecológico, sin adición de insumos sintéticos o prácticas que contaminan la fauna y la flora.

Los abonos orgánicos o biofertilizantes, son preparados que aportan nutrientes a los diversos cultivos, para que puedan mejorar su potencial productivo, tengan resistencia a plagas y enfermedades, además de estar al alcance del pequeño productor, estos abonos líquidos que son orgánicos como bioles, purines y diversos preparados tienen como base a insumos propios de la zona de producción.

Para impulsar la producción de las plantas, se recomienda aplicar abonos preferentemente orgánicos como el compost y el Bokashi en el suelo; purines y abonos líquidos (Biol), vinagre de madera, plantas vivas y desechos, estiércol descompuesto de gallinaza y ganado, y pulpa de café descompuesta. Todas estas opciones preferentemente producidas en sus zonas de producción.

En Alto Beni, existen diferentes enfermedades como la mazorca negra, moniliasis, escoba de bruja o el pasmazón del cacao que azotan a la producción de este cultivo, reduciendo considerablemente los rendimientos; a razón de ello, si bien no se tiene un conocimiento amplio de la aplicación con biofertilizantes, es de suma importancia considerar que su implementación a contribuido a disminuir la incidencia de algunas enfermedades en el cacao, ya que los biopreparados de aplicación foliar contribuyen de gran manera a la obtención de plantas más vigorosas, con mayor rendimiento y resistentes al ataque de plagas y enfermedades e inclemencias del tiempo.

Si bien la producción de cacao en Sapecho – Alto Beni es una de las principales fuentes de ingresos económicos en la región, no esta exenta a sufrir perdidas por

plagas y enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri)*, mazorca negra (*Phytopthora palmivora*) o escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), o factores de manejo limitantes que sin duda alguna disminuyen la producción, reflejado en el rendimiento del cultivo.

Así también, existe una seria limitante dentro de la producción de cacao, que es el pasmazón (*Cherelle wilt)*, que si bien no esta considerado como una enfermedad, sino como un desorden fisiológico, perjudica de gran manera el cuajado de las mazorcas cuando están pequeñas.

Por ello, ante la necesidad de incrementar el potencial productivo del cacao y de minimizar la incidencia de enfermedades como escoba de bruja o la mazorca negra y de alguna forma buscar alternativas que sean beneficiosas para el productor, se realizó ensayos a partir de la aplicación de tres biofertilizantes foliares preparados con materiales de la zona en la Parcela 22 a clones de cacao seleccionadas del Alto Beni con potencial productivo superior, de 8 años de edad.

Así también se observaron cual es el mejor nivel de aplicación (dosis) con el fin de reducir los costos de producción, además de contribuir a la producción orgánica del cultivo en la región, proponiendo a los biofertilizantes como alternativas que incrementen la producción, mejorando los rendimientos.

En tal sentido, en el transcurso del presente trabajo de investigación se logró identificar al mejor tratamiento y de acuerdo a ello se tiene la finalidad de proponerlo como una opción que esté al alcance del productor.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares en dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao *(Theobroma cacao L.)* en la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto que ejerce el uso de los tres biofertilizantes líquidos foliares en el número de mazorcas en el cultivo de cacao.
- Evaluar el porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*), mazorca negra (*Phytopthora palmivora*) y escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en el cultivo de cacao.
- Determinar la mejor dosis de aplicación de los tres biofertilizantes líquidos foliares.
- Determinar los costos fijos, variables y totales derivados de la elaboración y aplicación de los biofertilizantes líquidos foliares así como el Beneficio/costo de la implementación.

2.3. Hipótesis

Ho: No existe ninguna diferencia en el cultivo de cacao con la aplicación de los tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares en sus dos dosis de aplicación.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Origen del Cacao

Isla (2009) indica que el cacao es una planta originaria de América del Sur, del área que comprende la Amazonía (Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, Venezuela). Antiguamente en México, los Aztecas lo consideraban "La bebida de los dioses", de allí deriva su nombre científico (Theo – broma, que significa bebida de dios). Fue llevado por los españoles a Europa, para luego convertirse en una de los productos más populares del mundo: el chocolate.

3.2. Taxonomía

Hernández (1983), citado por Velarde (1998) menciona que Linneo creo el género *Theobroma* el año 1753 y la colocó dentro de las *Tiliáceas*. Posteriormente se consideró que pertenecía más bien a la familia de las *Sterculíaceas*. A continuación se presenta el taxa propuesto por Linneo (1753):

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Dillenniidae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	*Theobroma*
Especie	:	*Theobroma cacao*
Nombre común	:	Cacao

3.3. Requerimientos edafoclimáticos del cacao

MCOAB (2003) señala que el crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo

vegetativo como: la época de floración, brotación y cosecha esta regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos.

De acuerdo con Proamazonía (2004) el cacao requiere de las siguientes condiciones edafoclimáticas para su desarrollo y producción:

3.3.1. Precipitación

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año.

La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

3.3.2. Temperatura

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

Mínima de 23°C
Máxima de 32°C
Optima de 25°C

Las temperaturas extremas definen los límites de altitud y latitud para el cultivo de cacao. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao

está regulada por la temperatura. Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye.

Por su parte altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente. Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad esta determinada por la temperatura.

3.3.3. Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas.

En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg. no se observa dicho problema.

3.3.4. Altitud

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm.

La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. Observándose valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar, la altitud constituye un factor secundario.

3.3.5. Luminosidad

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aún cuando la

planta este a plena exposición solar. En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares.

Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta.

3.3.6. Suelo

Proamazonía (2004) indica que la profundidad del suelo es uno de los factores que determina la cantidad de agua susceptible de ser almacenada en el suelo y puesta a disposición de las plantas. En regiones donde las precipitaciones superan los 3,000 mm. la profundidad efectiva a considerar es de 1.00 m., que asegura la fijación estable de la planta y al mismo tiempo un suministro adecuado de agua a las raíces.

Sin embargo, en regiones con épocas secas prolongadas es conveniente considerar un límite mínimo de profundidad en 1.50 m. para que de esta manera se pueda aumentar el suministro de agua a las raíces.

3.4. Abonado foliar

Lalatta (1988), indica que el “abonado foliar” consiste en pulverizar la copa de los árboles con agua conteniendo disueltas, en bajas concentraciones, sales de macro o microelementos. Que tales soluciones puedan ser absorbidas por la superficie foliar ha sido probada desde hace mucho tiempo. Se ha visto también que aún admitiendo diferencias entre especie y especie, el tiempo de asimilación es breve, ya al cabo de 30 a 40 horas la mayor parte de la solución ha penetrado a través de la epidermis de las hojas.

No esta del todo clarificado el modo como estas soluciones penetran en las hojas, atravesando la cutícula que las reviste. Tampoco son buen conocidos los procesos que acompañan la metabolización y asimilación de los elementos absorbidos, ya que

no es éste ciertamente el camino normal por el que las plantas absorben las sales minerales.

Sin embargo Mora (2001) señala que la fertilización foliar es una práctica común que consiste en suministrar nutrientes a las plantas a través de su follaje. Se trata de rociar fertilizantes disueltos en agua directamente sobre las hojas.

Existen estudios que demuestran que la fertilización foliar proporciona ventajas muy significativas en relación a la aplicación de fertilizantes al suelo y la asocian con mayores rendimientos y mejor calidad de fruta

3.5. Fertilizantes foliares

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), señala que la aplicación foliar de fertilizantes, se realiza con aspersiones aéreas por medio de pulverizadores específicos. Estas aspersiones se pueden combinar con prácticas terapéuticas del cultivo tales como el uso de insecticidas y fungicidas. La aplicación foliar es tanto una forma de corrección complementaria de fertilización como una forma única de suministro de algunos elementos principalmente los micronutrientes.

Pero cabe considerar que la fertilización foliar es una práctica que si bien trae resultados beneficiosos se encuentra evolucionando, pues muy poco se conoce de esta práctica (Chilon, 1991).

3.6. Biofertilizantes

Restrepo (2002), define a los biofertilizantes como Súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol fresco de animales de producción, leche, melaza y ceniza, muchas veces enriquecido con harina de rocas molidas y algunas sales minerales.

Los biofertilizantes se originan a partir de la intensa actividad de los microorganismos que se encuentran disponibles y gratuitos en la naturaleza, los cuales transforman los materiales orgánicos, como el estiércol, el suero, la leche, el jugo de caña o de frutas, las pajas y las cenizas y producen vitaminas, ácidos y minerales complejos

indispensables al metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta. Muchas veces ignoramos la importancia de estos microorganismos y lo benéficos que son para la agricultura.

3.7. Parámetros de calidad de un biofertilizante

Según Restrepo (2002), existen numerosos aspectos o parámetros que valen la pena observar para verificar calidad de los biofertilizantes fermentados a base de estiércol fresco de vaca u otro tipo de abono.

a) Olor

Al abrir el biodigestor o tanque no deben existir malos olores (a putrefacción). La tendencia es que entre más dejemos fermentar y añejar el biofertlizante, éste será de mejor calidad y desprenderá un olor agradable de fermentación alcohólica y se conservará por más tiempo.

b) Color

Cuando se abre el tanque fermentador el biofertilizante debe presentar características como: Formación de una nata blanca en la superficie, entre más añejo el biofertilizante, más blanca será la nata, el contenido líquido, será de un color ámbar brillante y translúcido y en el fondo se debe encontrar algún sedimento.

3.8. Factores que afectan la absorción foliar

Según Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002) indica que los factores que afectan la absorción foliar son los siguientes:

3.8.1. Temperatura

A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20 y 26 ºC, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción nutritiva aplicada. Después de los 28 ºC comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.

3.8.2. Humedad relativa

Al aumentar la humedad relativa ambiental la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor, aumentando la probabilidad de su absorción.

3.8.3. Edad de la hoja

Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las viejas.

3.8.4. Características de la solución aplicada

Se difunden a nivel foliar en un mayor grado, los fosfatos y nitratos de potasio, que los cloruros de potasio.

3.8.5. Luz

Este factor es importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia, habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

3.9. Ventajas de los biofertilizantes líquidos foliares

INIA (2008) manifiesta que el uso y preparación de los biofertilizantes líquidos foliares tiene las siguientes ventajas:

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Su preparación es fácil y puede habituarse a diferentes tipos de envase.
- Requieren de un presupuesto corto para su elaboración.
- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- En la mayoría de los casos responden a preparación ecológica, no dañan el medio ambiente.
- Los resultados son buenos, sustituyen a los fertilizantes químicos.

3.10. Biol

INIA (2008) manifiesta que el biol es un biofertilizante o abono orgánico obtenido de la fermentación anaeróbica de estiércoles de animales domésticos, enriquecido con follaje de plantas que aportan nutrientes, o alguna acción de prevención contra plagas y enfermedades. Este producto se puede utilizar como inoculante y repelente de ciertas plagas y enfermedades, el uso del biol promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas.

La producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos son de preparación son locales. El biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol. La parte líquida es conocida como abono foliar. El resto sólido está constituido por materia orgánica no degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo. En el biol podemos usar cualquier tipo de estiércol.

Figura 1. Sistema del Biodigestor

Fuente: AGROBIOL (2002)

La elaboración del biol se realiza en un biodigestor (Figura 1), que puede ser realizado en el lugar de la aplicación y constituye de un sistema simple de fermentación anaeróbica.

3.11. Purín

INIA (2008) manifiesta al respecto que el purín o purina, es un abono orgánico, destinado a la incorporación del suelo (vía radicular) o directamente sobre la planta (vía foliar), según su preparación. Se caracteriza porque en su preparación se requieren insumos propios de la zona de producción además de estiércol fresco de animales como estiércol vacuno, ovino, porcino, gallinaza, etc.

Se considera que el purín foliar requiere de una fermentación aeróbica, es decir que debe existir la presencia de aire en su fermentación, con remociones diarias para homogenizar la calidad del producto, tomando en cuenta que este tipo de abono completa su fermentación alrededor de los 15 a 20 días después de su elaboración, en función a los insumos y el modo de preparación que se ha utilizado.

3.12. Té de estiércol

Según INIA (2008) el té de estiércol es una de las alternativas más sencillas de fertilización orgánica que se usa para mejorar la actividad microbiológica del suelo y el nivel de nutrición de las plantas, su elaboración es de bajo presupuesto, con materiales de la región.

De acuerdo con estudios realizados por INIA (2008), este biofertilizante, que también es de aplicación foliar permite la presencia y el pase de oxigeno, razón por la cual se considera que posee una fermentación aeróbica, que puede durar de 12 a 14 días.

3.13. Estiércol gallinaza

Mejía y Palencia (2002) indican que es un material compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama

con cal; su composición química varía de acuerdo con la cantidad de estos compuestos y el tipo de explotación, dependiendo si es gallinaza de piso o de jaula.

En camas para engorde de pollo, el contenido de nitrógeno después de dos meses empieza a disminuir por volatilización.

No existe una diferencia muy grande entre los contenidos nutricionales de la gallinaza de piso y la gallinaza de jaula, las dos son igualmente nutritivas y contiene elementos que pueden ser aprovechados fácilmente por las plantas. Un kilogramo de gallinaza de jaula o de piso contiene, en promedio, 17 gramos de nitrógeno, 0.8 de fósforo, 5.7 de potasio, 1.12 de calcio, 0.7 de magnesio y 2.1 de azufre.

Este material, tiene un pH de 8.2 que lo hace apto para ser aplicados en suelos ácidos.

3.14. Microorganismos que intervienen en los biofertilizantes

Mora (2001) señala que existen una diversidad de microorganismos que intervienen en la fermentación y generación de los biofertilizantes, esto esta en función al tipo de fermentación y a los insumos utilizados en su elaboración, entre los mas comunes se considera a *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Enterococcus faecalis* y *Proteus mirabilis*, que están presentes dentro de un proceso de fermentación anaeróbica, pues son producto de la presencia de la leche y la melaza, así como la interacción de diversos estiércoles e insumos vegetales cuyo contenido de proteínas, vitaminas y aminoácidos son material de trabajo de los microorganismos ya mencionados.

3.15. ¿Por que se utilizan los Biofertilizantes foliares?

Barbara y Ritchie (2003), señalan que existen factores que no permiten que la planta adquiera elementos nutritivos del suelo, y que por lo tanto la fertilización foliar es una alternativa, a continuación se explican las razones manifestadas por los autores:

- Porque el sistema radicular es ineficiente por ataque de enfermedades, mala formación del sistema radicular.

- Por condiciones de suelo: pH alcalino o acido, salinidad.
- Por condiciones de humedad, falta o exceso de agua que produce anoxia (falta de oxígeno) de raíces.
- Por condiciones climáticas: alta o baja temperatura, excesos de humedad relativa que afectan la transpiración.
- Por antagonismo de nutrientes que provocan bloqueamiento de ciertos nutrientes.
- Cuando se tienen campos con bajo abonamiento del suelo.
- En ciertas etapas fenológicas donde el cultivo exige un mayor suministro de nutrientes, ejemplo en el crecimiento y cuajado de los frutos.

3.16. Aspectos a tomar en cuenta en la aplicación foliar

Rodríguez (1989), citado por Tambillo (2002), hace mención a diferentes aspectos que deben ser consideraros para la aplicación foliar, señalando lo siguiente:

a) Momento de aplicación

El mejor momento para la aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer, de 6:00 am a 10:00 am o de 16:00 pm a 19:00 pm, porque es en estos periodos donde existe mayor acción estomática y los estomas están abiertos, por lo tanto la absorción de elementos es mayor.

Cabe considerar que la fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera los 27 º C.

b) Tamaño de la gotas

Estudios sobre la aplicación foliar consideran que las gotas pequeñas cubren un área más grande y aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares, tomando en cuenta que son absorbidas con mayor facilidad.

Sin embargo, cuando las gotas son demasiado pequeñas (menos de 100 micrones, podría ocurrir una desviación por acción del viento y por ende poca absorción de elementos presentes en el fertilizante a aplicarse.

c) Volumen de la solución

El volumen aplicado de la solución tiene un efecto significativo sobre la eficacia de absorción de nutrientes. El volumen de la solución debe ser tal, que sea suficiente para cubrir completamente el follaje de la planta, pero no demasiado alto para que se escurra de las hojas

3.17. Principales enfermedades del cacao

Uno de los factores limitantes para la producción de cacao es la presencia de enfermedades, siendo las más importantes: la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytopthora palmivora*)

3.17.1. Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

IDIAF (2000) señala que la enfermedad ataca solamente a los frutos del cacao en cualquier estado de desarrollo, siendo más susceptible cuando menor es su crecimiento. Sin embargo, su ataque es a menudo tan severo que se considera que la enfermedad constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de cacao a nivel nacional.

La enfermedad se presenta con la aparición de pequeñas manchas de color amarillo en mazorcas verdes y manchas anaranjadas en mazorcas rojas.

Bajo condiciones húmedas crece sobre la superficie de la mancha una especie de felpa dura y blanca de micelios pudiendo llegar a cubrir la totalidad de la mancha, y sobre la cual el hongo produce gran cantidad de esporas que fácilmente con el viento se desprenden y afectan a otras mazorcas de cacao (IDIAF, 2000).

La Figura 2 muestra los síntomas de la monilia en una mazorca de cacao.

Figura 2. Mazorca con Monilia (*Moniliophthora roreri*)

Fuente: EES. Parcela 22 (2013)

a) Sintomatología

Respecto a los síntomas característicos de la monilia, ARS (1998) indica la siguiente sintomatología:

Primer síntoma: Puntos claros o grasientos en la mazorca.

Los puntos grasientos son difíciles de ver, pero si se hace una buena revisión de la mazorca, pueden observarse en las mazorcas de color verde, los puntos son de color amarillo. En los frutos de color rojo, los puntos son de color anaranjado para comprobar que la mazorca está infestada pelamos apenas la cáscara con el machete donde se observe el lugar claro y si se notan puntitos café el hongo ya entró al fruto. En muchas ocasiones ya hay pudrición de las semillas.

Segundo síntoma: Abultamientos, Gibas o chichotes

Los abultamientos o gibas se presentan en los dos primeros meses de edad del fruto, que es el estado de pepinillo de la mazorca, y aparecen a causa de la entrada del hongo en el fruto. Cuando las mazorcas con giba o chichote se dejan en el suelo el desarrollo de la enfermedad se detiene y no se producen esporas.

Tercer síntoma: Madurez Prematura

La madurez prematura es un síntoma engañoso, ya que al observar una mazorca, se puede creer que ha madurado, pero al abrirla, se encuentra que las semillas están podridas. Los frutos con este síntoma son más pesados que las mazorcas maduras sanas.

Cuarto síntoma: Mancha café brillante o color chocolate.

Las manchas café chocolate, crecen de forma irregular hasta cubrir totalmente la mazorca. Al avanzar la mancha, el fruto se pone más pesado y comienza a secarse. Las mazorcas dejadas en el suelo en el estado de mancha chocolate llegan a producir esporas o semillas que pueden infectar otros frutos hasta por 20 días.

Quinto síntoma: Polvo Blanco y Cremoso (esporas o semillas)

El último síntoma en un fruto atacado por la Monilia, es la aparición sobre la mancha chocolate, de un polvo blanquecino que luego se vuelve cremoso. Esto aparece 6 ó 10 días después de las manchas chocolate y es muy peligroso, ya que este polvo son las esporas o semillas del hongo, que pueden infectar otros frutos o plantaciones sanas. Las mazorcas dejadas en el suelo con polvo blanco pueden infectar a otras mazorcas y plantaciones sanas durante 30 días.

b) Ciclo de vida

Phillips y Cerda (2009) aseguran que conociendo el ciclo de vida de los organismos que causan estas enfermedades comprenderemos mejor cuándo y cómo controlarlas. La duración del ciclo de vida depende de la variedad del cacao y de las

condiciones ambientales. El ciclo es más corto en climas calientes y húmedos que en climas frescos. En la Figura 3, se muestra el ciclo de vida de la Moniliasis.

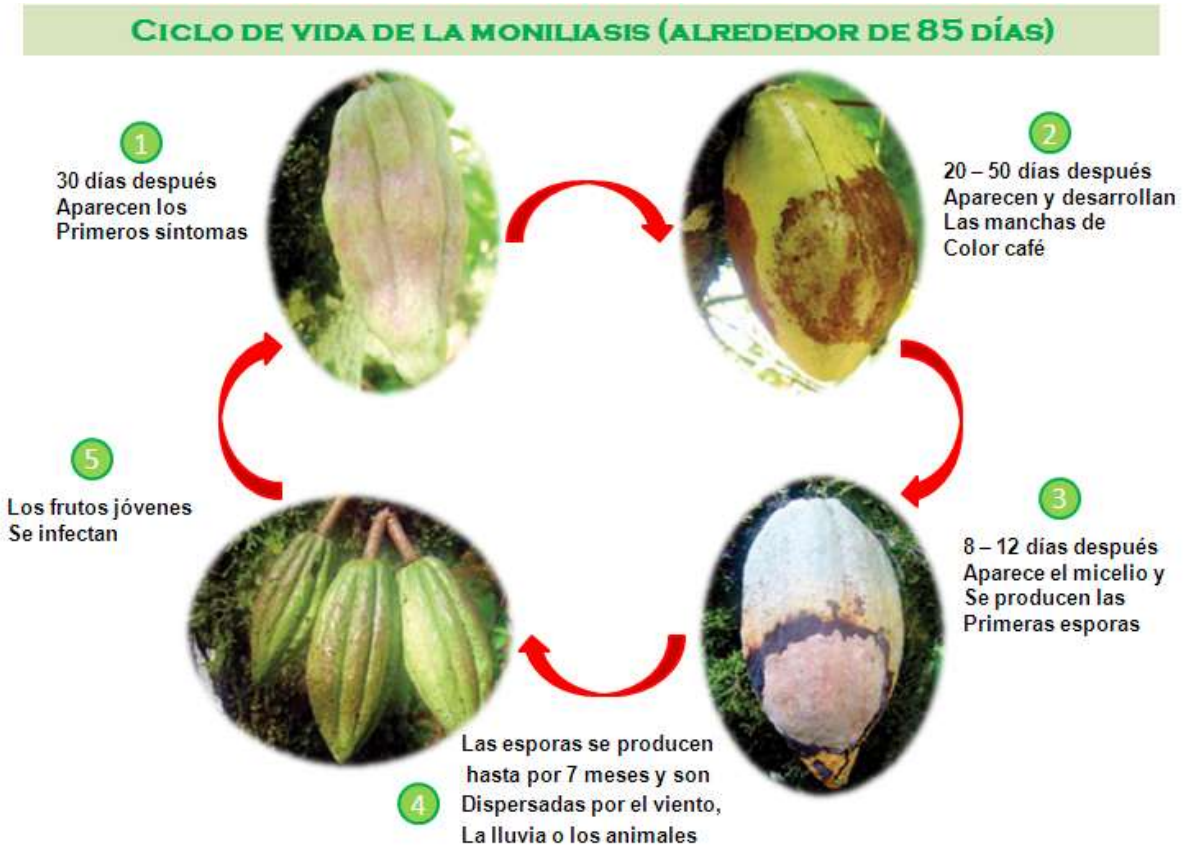


Figura 3. Ciclo de vida de la Moniliasis

Fuente: Elaboración propia (2013)

3.17.2. Mazorca negra (*Phytopthora palmivora*)

IDIAF (2000) señala que la mazorca negra es causada por un complejo de hongos del género *Phytopthora*, está presente en todas las áreas cacaoteras del mundo. Las condiciones de mal manejo, especialmente el exceso de sombra, mal drenaje y falta de poda que presentan muchas plantaciones, favorecen la presencia de la enfermedad, sobre todo cuando se presentan las temperaturas más bajas y lluvias más frecuentes.

Ataca todas las partes de la planta, pero las mayores pérdidas son por daños al fruto (Figura 4). En estos aparece una mancha de color café oscuro, por eso su nombre de mazorca negra. En el tronco, la plaga toma el nombre de “cáncer del tronco” y se manifiesta en manchas húmedas color café o vino tinto. En las hojas, los síntomas se manifiestan como manchas necróticas que se inician por los bordes, que generalmente se enrollan hacia adentro.

Figura 4. Mazorca con síntomas de la mazorca negra

Fuente: EES. Parcela 22 (2013)

a) Sintomatología

De acuerdo con la ARS (1998), la mazorca negra presenta los siguientes síntomas:

Primer síntoma: Manchas definidas en las mazorcas

El hongo que produce la mazorca negra, ataca la raíz, tallo, hojas, flores y frutos el cacao. El daño se presenta más intensamente en la mazorca. Se forma una mancha de color café oscuro que puede llegar a cubrir todo el fruto. Los bordes de la mancha son bien "parejos" como se identifica en la Figura 5.

Figura 5. Avance de la Mazorca negra

Fuente: ARS (1998)

Segundo síntoma: Daños en las hojas

En los chupones daña las hojas, el tallo y el cogollo. Las hojas se ponen secas y se enrollan para adentro, el cogollo se seca y el tallo se seca, se pone negro y se adelgaza.

Tercer síntoma: Cáncer en el tallo

En el tallo se produce "cáncer" que se inicia con una mancha oscura y húmeda, luego esta se hunde y sale un líquido pegajoso que parece goma. Dentro del tallo aparecen Manchas coloradas.

Cuarto síntoma: Muerte de los cojines florales

En los cojines florales el hongo causa una quema o muerte total de las flores y frutos. Los frutos muertos quedan colgados en el árbol durante varias semanas.

Quinto síntoma: Muerte de la planta

Si el ataque del hongo es muy fuerte, el mal llega hasta las raíces, estas se ponen con manchas coloradas, podridas y mueren, el árbol se va marchitando poco a poco hasta morir.

b) Ciclo de vida

Phillips y Cerda (2009) indican que el ciclo de vida de la mazorca negra es muy corto, por la rapidez de diseminación del hongo patógeno, puede abarcar desde los 10 días hasta los 15 días como se indica en la Figura 6.

Figura 6. Ciclo de vida de la Mazorca negra

Fuente: Elaboración propia (2013)

3.17.3. Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Esta enfermedad afecta a las plantas de cacao, especialmente a los brotes vegetativos, cojinetes florales y frutos jóvenes; en resumen ataca a tejidos meristemáticos (jóvenes), en activo crecimiento.

La escoba de bruja da origen a brotes mal formados, proliferación de ramas laterales; en los cojinetes florales produce la formación de brotes vegetativos y/o flores y mazorcas anormales en forma de chirimoyas, zanahorias, ocasionando manchas necróticas en la corteza y maceración en las almendras (SENASICA, 2011).

La Figura 7, muestra los Síntomas de la Escoba de Bruja.

Figura 7. Síntomas de la Escoba de bruja

Fuente: EES. Parcela 22 (2013)

a) Sintomatología

Existen diferentes síntomas que se presentan cuando existe el ataque de la escoba de bruja, que ataca a las diferentes partes del cultivo, como se manifiesta a continuación:

Primer síntoma: Proliferaciones vegetativas (escobas)

La brotación es estimulada y las hojas son muy suaves y angostas (en forma de espada). Además, tienen un color verde claro en lugar del verde oscuro o verde rojizo típico. También es común que el árbol produzca más chupones o brotes de lo normal, así lo manifiestan Porras y Sánchez (1991)

Segundo síntoma: Escobas en cojines florales

Los cojines florares presentan un crecimiento anormal y las yemas vegetativas se transforman en pequeñas escobas. Las flores presentan síntomas de “flor estrellada” ya que el pedicelo de la flor se engrosa y los sépalos necrosados persisten dándole un aspecto de estrella (Parra, 2008).

Porras y Sánchez (1991) indican que los síntomas en flores también se caracterizan por pequeños abultamientos de color amarillo que posteriormente se necrosan.

Tercer síntoma: Manchas en los frutos

Porras y Sánchez (1991) señalan que la producción de frutos disminuye debido al daño ocasionado por el hongo durante la floración. En frutos jóvenes (hasta los tres meses de edad) ocurre deformación y engrosamiento del pedúnculo. Los frutos adquieren forma de fresa, son de consistencia dura y posteriormente se oscurecen y mueren.

Los frutos maduros pueden desarrollar una mancha de color negro brillante de consistencia dura y se le denomina macha de asfalto.

b) Ciclo de vida

SENASICA (2011), señala que el ciclo de vida de la escoba de bruja tiene una duración larga, pero que es devastadora ya que ataca a los tejidos en crecimiento como lo muestra la Figura 8.

Figura 8. Ciclo de vida de la Escoba de bruja

Fuente: Elaboración propia (2013)

3.17.4. Chirele o pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*)

Ciferri (1984) manifiesta que la pasmazón de los pepinos es una enfermedad muy difundida, de naturaleza fisiológica, que afecta los frutos jóvenes de cacao (chireles o pepinos). Se presenta con mayor intensidad cuando los frutos tienen unos 5 centímetros de longitud, pero también es de ocurrencia común en los pepinos que han alcanzado hasta 10 centímetros. Los frutos secos cuelgan momificados en el árbol durante varias semanas.

El mismo autor indica que la enfermedad ha sido muy estudiada en Trinidad, pero que todavía quedan muchos aspectos obscuros, aunque después de las investigaciones de Voelcker y Cope en 1938 y de Humphries de 1941 a 1944, se

puede llegar a la conclusión de que el desorden es causado por una competencia por nutrientes entre los frutos de un mismo árbol.

A su vez Reyes y Armas (1965) indican que mediante marchitamiento prematuro en cacao, se define el detenimiento en el desarrollo de los frutos jóvenes, seguido de su secamiento y arrugamiento. Los frutos se toman amarillos y luego negros; posteriormente, se momifican y se infectan con hongos. Así también los mismos autores manifiestan que en muchos arboles frutales, como manzano, aguacate y cítricos, la perdida de frutos es muy común y bien reconocida.

a) Sintomatología

En cacao, a diferencia de dichas plantas, los frutos marchitan pero no se produce una capa de abscisión que provoque la caída de los mismos, sino que este marchitamiento esta precedido o acompañado por un arrugamiento o contracción del pedicelo del fruto (Reyes y Armas, 1965). El síntoma característico es una mancha de color oscuro y borde irregular. En frutos recién formados menores de 20 días, produce un chupado o marchitez (Figura 9). En frutos de mayor edad, ocurren deformaciones desarrollándose en forma de tumores o pelotas, apareciendo posteriormente una mancha de color chocolate rodeada por una zona de madurez prematura de color amarillo.

Figura 9. Síntomas del Pasmazón del cacao

Fuente: EES. Parcela 22 (2013)

3.18. Parámetros de análisis nutricional foliar en el cacao

Un análisis foliar se justifica siempre y cuando se trate de plantas en plena producción, para poder establecer valores de comparación en las concentraciones que se toman como estándares. Así, si un valor está por debajo de los niveles considerados normales, este se considera deficiente, y de otro modo, si un valor se encuentra sobre los niveles considerados normales, se puede hablar de una posible toxicidad. Obviamente, esta información se debe manejar con cuidado debido a que se puede confundir con desbalances nutricionales, y presencia de plagas y enfermedades. Los valores que se muestran en el siguiente cuadro se consideran valores normales dentro del promedio de nutrientes (Mora, 2001).

El Cuadro 1 presenta los valores de análisis foliar estándar de elementos nutrientes en *Theobroma cacao*, en base a 10 hojas de ramas no fruteras procedentes de plantas maduras, en la etapa de llenado de mazorcas.

ELEMENTO	CONCENTRACION (%)	ELEMENTO	CONCENTRACION (ppm)
Nitrógeno (N)	2,00 - 2,50	Hierro (Fe)	60 - 200
Fósforo (P)	0,13 - 0,25	Manganeso (Mn)	50 - 300
Potasio (K)	1,30 - 2,20	Boro (B)	25 - 70
Calcio (Ca)	0,30 - 0,60	Cobre (Cu)	8.00 - 12
Magnesio (Mg)	0,20 - 0,50	Zinc (Zn)	20 - 100

Cuadro 1. Parámetros de análisis nutricional foliar en el cacao

Fuente: Mora (2001)

3.19. Parámetros de análisis nutricional del suelo en el cacao

Para que una planta mantenga un sano crecimiento, es necesario que el suelo posea los niveles de nutrientes en forma moderada. Se considera que las plantas absorben los nutrientes en proporciones específicas, es importante que estos se mantengan balanceados en el suelo para que puedan ser aprovechados por el cultivo.

Suarez y Hernández (2010), consideran que previo al desarrollo de un programa de fertilización, es necesario conocer el nivel de fertilidad natural del suelo; este diagnóstico se lo puede realizar por medio de un análisis de suelo o foliar. Los muestreos e interpretación del análisis lo debe realizar un técnico con experiencia y en base a la interpretación se realizarán las posteriores recomendaciones de niveles de fertilización de acuerdo a lo requerido.

El Cuadro 2 es una guía elaborada por laboratorios del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2004), citado por Suarez y Hernández (2010), que facilita mucho la interpretación del estado de fertilidad del suelo.

PARÁMETRO	RANGO DE FERTILIDAD RELATIVA		
	Alto	**Medio**	**Bajo**
pH	7,5 - 6,5	6,4 - 5,1	< 5,0
Materia orgánica	> 6,1	6,0 - 3,1	< 3,0
Nitrógeno total (%)	> 0,41	0,40 - 0,21	0,2
Relación C/N	9,5 - 10,4	15,5 - 10,5	>15,6 ó < 9,4
Fósforo P (ppm)	> 16	15,0 - 6,0	< 5
Potasio inter cambiable meq / 100g.	> 0,41	0,40 - 0,16	< 0,15
Calcio inter cambiable meq / 100g.	> 18,1	18,1 - 4,1	< 4,0
Magnesio intercambiable meq / 100g.	> 4,0	4,4 - 0,9	< 0,80
C. I. C. meq / 100g.	> 30,1	30,0 - 12,1	< 12,0
Aluminio meq / 100g	< 0,30	0,31 - 1,50	> 1,51

Cuadro 2. Parámetros de análisis nutricional del suelo en el cacao

Fuente: CATIE (2004)

IV. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Sapecho, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UMSA, localizado a 276 km del centro de la ciudad de La Paz (Figura 10), Provincia Sud Yungas, que contempla los siguientes parámetros de ubicación (CUMAT – CUTESU, 1985):

Altitud: 450 m.s.n.m.

Latitud Sur: 16º22’34” y

Longitud Oeste: 68º07’45”

Precipitación: 1500 mm.

4.2. Características Climáticas

La estación Experimental de Sapecho – Alto Beni, según los datos del SENAMHI (2012) esta caracterizado por ser de clima cálido, con amplias variaciones estacionales, la temperatura media anual es de 26 ºC, con valores mínimos de 16 ºC y una máxima de 36 ºC, es común la presencia de heladas entre los meses de julio y septiembre. La precipitación promedio en el área de estudio es de 1500 mm con valores mínimos de 16.3 mm en agosto y máxima de 221,6 mm en enero y una humedad relativa promedio de 78 %.

4.3. Topografía

CUMAT - CUTESU (1985) indica que la región de Alto Beni es una zona caracterizada por una topografía ondulada a muy ondulada, con colinas y valles que varían entre 300 a 1400 metros de altura, a medida que se va alejando del río se incrementan las pendientes y se pueden evidenciar cambios climáticos, las pendientes pueden variar desde 0 % de inclinación (cercanas al río) a 71 % parcelas muy inclinadas (lejanas al río).

4.4. Fisiografía

CUMAT - CUTESU (1985) señala que la región de Alto Beni esta constituida por una gran unidad fisiográfica de cordilleras y valles sub – andinos. Alto Beni constituye un

bloque montañoso de plegamientos complejos que forman las serranías y colinas paralelas entre si; donde se distinguen las llanuras aluviales de relativa amplitud a lo largo de los ríos principales.

CUMAT – CUTESU (1985) a su vez describe a las unidades fisiográficas encontradas en la zona:

a) **Serranías:** De gran amplitud de relieve, cuyas laderas tienen pendientes muy pronunciadas y disectadas, formando valles profundos y estrechos, pudiendo diferenciarse serranía alta y baja. La primera tiene una amplitud de relieve que varía de 800 a 1000 m.s.n.m. y la serranía baja va entre 500 a 800 m.s.n.m.
b) **Colinas:** De menor amplitud de relieve, generalmente con cimas redondeadas y pendientes variables, pudiendo diferenciarse de colinas altas y colinas bajas. Las altas, tienen una amplitud de relieve de 400 m.s.n.m. y las colinas bajas entre 200 y 250 m.s.n.m.
c) **Llanura aluvial:** Consiste en una superficie relativamente plana de naturaleza aluvial, cuyos sedimentos provienen de las partes mas elevadas (serranías y colinas) y de los desbordes del río Alto Beni y Cotacajes. En estas se pueden distinguir terrazas por su posición relativa y por la susceptibilidad a la influencia actual del río con diferente antigüedad como: terrazas antiguas y terrazas recientes.
d) **Los curiches:** Son áreas de relieve cóncavo de textura pesada y lenta permeabilidad que pasan la mayor parte del año anegadas. Los taludes, ocurren a lo largo de los tributarios del río como valles en “V”, también se integra en esta unidad los bordes de las terrazas del valle.

4.5. Vegetación

Estudios realizados por CUMAT - CUTESU (1985) indican que la vegetación de Alto Beni es clasificada en tres zonas Agroecológicas: Bosque de transición Amazónico (300 a 500 m), bosque Sub Montano (500 a 600 m), bosque Húmedo Montañoso (600 a 1000 m). El “bosque húmedo subtropical” es siempre verde, relativamente alto y tupido, en algunas zonas todavía presenta bosques vírgenes. El “bosque muy húmedo subtropical”, presenta formaciones boscosas muy altas, tupidas y siempre

verdes. El “bosque pluvial subtropical”, tiene formaciones arbóreas generalmente pequeñas y deformes, en trechos presenta una vegetación mayormente herbácea y arbustiva.

Cordero (1998) citado por Miranda (2005) manifiesta que en las tres zonas de vida que acabamos de señalar, es parte de paisaje alto beniano la vegetación que la mano del hombre ha plantado: bananeros, cítricos, cacao, café, arroz, té, etc. Respecto a la fauna, esta zona tiene en existencia una gran variedad de mamíferos, aves, anfibios y reptiles.

4.6. Suelos

Los suelos de Alto Beni presentan, al menos en parte, características aceptables de fertilidad para uso agrícola extensivo. Sin embargo, son suelos muy delicados y susceptibles a una rápida erosión a causa de las excesivas pendientes que presenta su topografía y por la capa muy delgada de tierra fértil que tiene (CUMAT – CUTESU, 1985).

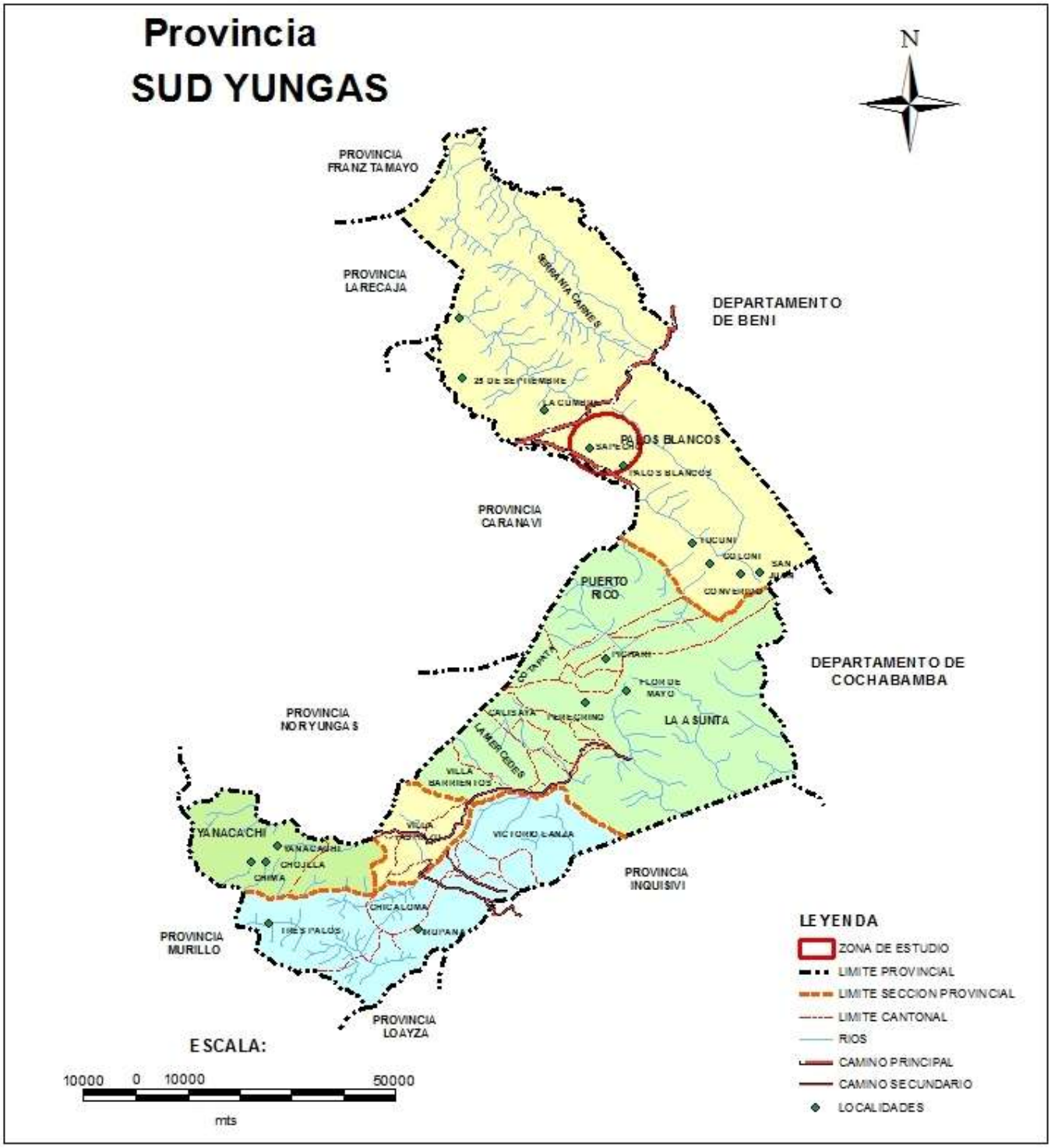


Figura 10. Mapa de la Provincia Sud Yungas

V. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se citan todos los materiales utilizados en el presente trabajo de investigación:

5.1. Materiales

5.1.1. Material Biológico

- Estiércol gallinaza
- Tierra de bosque virgen
- Leche
- Azúcar rubia
- Hojas de pacay (*Inga edulis*)
- Hojas de yuca (*Manihot esculenta*)
- Hojas de ortiga (*Urtica bonariensis*)
- Hojas de cola de caballo (*Equisetum arvense L.*)
- Hojas de kutzú (*Pueraria phaseoloides*)
- Hojas de chicharrilla (*Vicia benghalensis* L.)
- Cáscara de huevo
- Jugo de cacao
- Ceniza de fogón.

5.1.2. Material de Campo

- Biofermentador
- Bidones de 20 lts
- Mochila aspersora *STIHL SR - 400*
- Balanza analítica
- Yutes
- Botellas descartables
- Guantes
- Lentes de protección
- Barbijo
- Tijera podadora
- Machetes

- Cintas de color
- Coladora

5.1.3. Material de Gabinete

- Computadora
- Material de escritorio

5.2. Métodos

5.2.1. Procedimiento experimental

5.2.1.1. Descripción de la parcela experimental

La investigación se llevó a cabo en la Parcela Nº 22, cuyas plantas son clones de cacao seleccionadas del Alto Beni con potencial productivo superior, de 8 años de edad. El sistema de plantación es de 3 x 3 m en marco real, con una superficie total de 5049 m^2 donde se establecerán los tratamientos de forma aleatoria, con cuatro repeticiones en diseño al azar.

Esta parcela se caracteriza por tener sombra permanente, en el borde con mara, algunos motacus en el centro, parcialmente con kudzu, algunas acerolas, anonas y canelones. Así también, en la parcela experimental se pudo evidenciar problemas fitosanitarios como ser el ataque de chinche, escoba de bruja, mazorca negra y pasmazón. La Figura 11, muestra la Parcela 22 de la Estación Experimental de Sapecho, donde se realizó la investigación.

Figura 11. Descripción de la Parcela Experimental

5.2.1.2. Preparación del área experimental

El área experimental de la parcela estuvo constituida por 2673 m^2, donde se adecuó un Diseño Completamente al Azar, distribuidas en veintiocho unidades experimentales, con cuatro repeticiones, donde se distribuyeron de forma aleatoria los seis tratamientos, incluyendo también al testigo con sus respectivas repeticiones.

5.2.1.3. Identificación de los tratamientos y el testigo

Seguidamente, se ubicó el norte, entonces a partir de esta ubicación se procedió a disponer los seis tratamientos y el testigo, asignándole a cada tratamiento un color dentro de las unidades experimentales (Figura 12). Cabe considerar que, dentro de cada unidad experimental se designó seis plantas de cacao, de las cuales tres fueron tomadas en cuenta de forma aleatoria para la evaluación, teniendo un total de 168 plantas.

Cabe considerar también que en esta etapa se realizó una evaluación preliminar de la incidencia de las enfermedades como mazorca negra, escoba de bruja y pasmazón, no se evidenció la presencia de monilia en la parcela, a razón de ello no se tomó en cuenta a esta enfermedad como una variable sujeta a evaluación.

Figura 12. Identificación de los tratamientos y el testigo

5.2.1.4. Preparación de los biofertilizantes

5.2.1.4.1. Preparación del biol foliar

La preparación del biol foliar, cuyo proceso de fermentación es anaeróbica (sin la presencia de aire) fue realizada el 23 de febrero, donde se procedió de la siguiente manera:

a) Fabricación del biodigestor

En primera instancia se procedió a la fabricación del biodigestor donde se llevó a cabo el proceso de fermentación del biol (proceso anaeróbico), utilizando un bidón de 30 litros, se perforó la tapa del bidón conectando a una manguera transparente de ½ pulgada de diámetro que sirvió como un sistema de evacuación de gases, sellando al interior y al exterior de la tapa (conectada a la manguera) con selladora de plástico y cinta adhesiva, esto con la finalidad de que no exista la presencia de gases.

Así también, el otro extremo de la manguera fue sumergido a una botella de plástico de 2 litros, con agua, que sirvió como indicador del proceso de fermentación y evacuación de gases, tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Fabricación del Biodigestor

b) Recolección del estiércol gallinaza

Con la finalidad de obtener un estiércol de gallinaza fresco y que mantenga sus propiedades, fue recolectado una tarde antes de la preparación, evitando también de que no tenga contacto con los rayos solares que pudieron causar un proceso de volatilización.

La cantidad utilizada del estiércol es proporcional a ¼ del volumen total, cabe señalar también que la gallinaza fresca fue recolectada de una granja de Sapecho, muy cerca de la Estación Experimental de la UMSA.

c) Recolección de los insumos vegetales

Fabricado el biodigestor, se procedió a la recolección de los insumos vegetales; en primera instancia se recolectó hojas de pacay (*Inga edulis*) y hojas de yuca (*Manihot esculenta*), se tomó en cuenta estas dos especies por el gran aporte que presentan, las hojas de pacay por ser una *fabácea* representan un gran aporte de nitrógeno en sus hojas, en tanto que las hojas de yuca aportan con gran cantidad de melaza cuya función es de aportar la energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, así también, se recolectó hojas de ortiga (*Urtica bonariensis*), cuya sustancia principal el ácido salícico tiene propiedades repelentes y hojas de cola de caballo (*Equisetum arvense L.*) cuya sustancia principal es la fitoalexina que sin duda alguna es una sustancia que actua como fungicida y que contribuye a incrementar la resistencia al ataque de ciertos patógenos en las plantas y el acido silícico que ayuda a engrosar las paredes celulares y evita que el hongo se fije en las plantas.

Seguidamente, con la ayuda de un machete y una tijera podadora se procedió a picar todas las especies vegetales, en pedazos muy pequeños para así facilitar la acción de los microorganismos y obtener una mezcla mucho más homogénea dentro del proceso de fermentación del biol.

Una vez picado el material vegetal se procedió a pesarlo en una balanza analítica, de acuerdo a las proporciones requeridas que en todos los casos fue de 1 kilogramo

para todas las especies, esto acorde a las proporciones requeridas para obtener un producto de buena calidad.

La Figura 14 identifica a algunos de los insumos vegetales recolectados.

Figura 14. Insumos vegetales

d) Mezcla de los insumos en el biodigestor

Teniendo todos los materiales preparados se dispuso a mezclarlos, en primera instancia se introdujo 12 kilogramos del estiércol gallinaza al bidón (esto de acuerdo a proporción) mezclando con agua para lograr un producto homogéneo, posterior a ello se adicionaron todas las hojas picadas de las especies vegetales, previamente mezcladas, adicionando agua para homogenizar el producto; con la finalidad de obtener una solución mas completa se adicionó ½ kilogramo de tierra de bosque virgen, para obtener un aporte mineral del suelo; ¼ litro de leche, cuya función esta destinada a reavivar el biopreparado, aportando vitaminas, proteínas y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de fermentación; ¼ kilogramo de azúcar rubia (alimento para los microrganismos en la fermentación) y ¼ kilogramo de cáscara de huevo (aporte de calcio), la cantidad de estos insumos estuvo en función al volumen requerido en la preparación.

Finalmente, se procedió a mezclar todos estos insumos dentro del biodigestor y se completo con agua casi hasta la totalidad del volumen del mismo y se selló para evitar la presencia de aire del ambiente, por lo cual se lo protegió de la lluvia y el contacto directo con los rayos solares para evitar la volatilización de producto, como se muestra en la Figura 15.

e) Proceso de fermentación del biol (anaeróbico)

El proceso de fermentación del biol se inicio el 23 de febrero de 2013, cabe resaltar que el principal indicador del proceso de fermentación del biol fueron las burbujas de aire que fueron expulsadas por la manguera de evacuación de gases a la botella de agua, que a su vez en un indicador de que el sistema de evacuación funcionó correctamente y que la emisión de gases fue producto de la fermentación anaeróbica del biol, así como evacuador de los gases producto de la fermentación.

La fermentación del biol duro aproximadamente 31 días, momento en el cual ya no se evidenció la emisión de burbujas en el sistema y las características del producto fueron aceptables.

Figura 15. Fermentación del biol

5.2.1.4.2. Preparación del Purín

La preparación del biofertilizante Purín tuvo lugar el 8 de marzo del 2013, a continuación se detalla el procedimiento que se siguió para su elaboración:

a) Recolección del estiércol gallinaza

La recolección del estiércol gallinaza fresco se realizó una tarde antes de iniciada la preparación y fermentación del purín, con la finalidad de que este estiércol conserve en su mayoría sus propiedades y no exista un proceso de volatilización a causa del tiempo y los rayos solares.

La recolección fue realizada de una granja avícola próxima a la Estación Experimental de Sapecho.

b) Recolección de los insumos vegetales

De igual forma que el biol, se procedió a recolectar las especies vegetales (insumos vegetales) para la fabricación del purín, un aspecto importante a resaltar es que todas fueran de la región.

Se recolectó hojas de ortiga (*Urtica bonariensis*) por las propiedades repelentes que presenta, hojas kudzu (*Pueraria phaseloides*) y hojas de chicharrilla (*Cajanus cajan*) por el gran aporte de nitrógeno y fosforo que presentan estas dos especies en la parte foliar, así como por su aporte con tiamina que incrementa la inmunidad en las plantas y el ergosterol que reaviva y tonifica a la planta, aportando Vitamina E.

Posteriormente se realizó el picado de las hojas de todas las especies recolectadas, con un tamaño promedio de un centímetro, esto con la ayuda de machete y tijeras jardineras; asimismo se procedió a pesar las hojas picadas de todas las especies en una balanza analítica, en proporciones requeridas de acuerdo al volumen total de la preparación (20 litros), que en proporciones nos da un resultado de 1 kilogramo de hojas por especie

La Figura 16 identifica el pesaje de una de las muestras vegetales en la balanza analítica.

Figura 16. Pesaje de los insumos vegetales

c) Preparación y mezcla de los insumos

Obtenidos todos los insumos, se realizó la mezcla correspondiente de estos en un recipiente de 20 litros; en primer lugar se procedió a mezclar todos los insumos vegetales con 2.5 kilogramos de estiércol gallinaza (cantidad requerida de acuerdo a proporciones) y un poco de agua para homogenizar la solución, seguidamente después de obtener una solución homogénea, se adicionó a la misma ¼ litro de leche y ½ litro de jugo de cacao, que fueron las cantidades requeridas y adicionando agua hasta casi la totalidad del volumen del recipiente.

d) Proceso de fermentación en el purín

Obtenido el producto y considerando que el purín presenta una fermentación aeróbica (con presencia de aire) se protegió al producto de las inclemencias del tiempo (lluvias y rayos solares) donde se realizó remociones diarias todos los días durante 5 a 10 minutos por un lapso de 15 días (Figura 17), periodo en el cual finalizó la fermentación, cuyo indicador fue la formación de una nata blanquecina en la superficie del producto y un color ámbar brillante del mismo.

Figura 17. Fermentación del Purín

5.2.1.4.3. Preparación del Té de estiércol

La preparación del biofertilizante Té de estiércol se llevó a cabo el 8 de marzo del 2013, su preparación se realizó paralelamente con el purín donde se procedió de la siguiente manera:

a) Recolección del estiércol gallinaza

La recolección del estiércol gallinaza fresco se realizó una tarde antes de la preparación del té de estiércol, con la finalidad de que éste conserve todas sus propiedades, la recolección tuvo lugar en una granja cerca de la Estación Experimental de Sapecho de la UMSA.

b) Recolección de los insumos vegetales

Al igual que el biol y el purín, se procedió a recolectar hojas de especies vegetales para la elaboración de este producto, en este caso las hojas de las especies vegetales recolectadas fueron hojas de chicharrilla (*Cajanus cajan*) por el gran aporte de nitrógeno, hojas de yuca (*Manihot esculenta*) y hojas de ortiga (*Urtica bonariensis*) por las propiedades repelentes que presenta.

Asimismo, obtenidos todos los insumos vegetales, se procedió a picarlos de la misma forma como se procedió para la realización del purín, con trozos de un centímetro de tamaño como promedio como se percibe en la Figura 18.

Una vez picadas las hojas de las tres especies, con la ayuda de una balanza analítica se realizó el pesaje correspondiente; de acuerdo a proporciones (20 litros de volumen total), la cantidad requerida fue de ½ kilogramo de hojas de cada especie.

Figura 18. Picado de los insumos vegetales

c) Preparación y mezcla de los insumos

Seguidamente, se introdujeron los insumos vegetales (previamente picados y pesados) dentro de un yute limpio, posterior a ello se introdujo 2 kilogramos de estiércol gallinaza, así también se introdujo dentro del yute ¼ kilogramo de ceniza de fogón, cuya función principal esta destinada al aporte de minerales como calcio y fosforo y que a falta de minerales en el producto esta puede llegar a sustituirlas; se removió el yute hasta obtener un producto homogéneo.

Como siguiente paso, con la ayuda de una cuerda se cerró el extremo abierto del yute, de manera que adquiera la forma de un “té” grande, presionado para que se reduzca de tamaño y a la misma cuerda se amarró una piedra que sirvió como plomada para que el producto no flote.

Se introdujo el “té” grande junto con la piedra dentro de un recipiente de 20 litros y se adicionó agua hasta casi la totalidad del volumen del recipiente.

d) Proceso de fermentación en el Té de estiércol

Se considera que el proceso de fermentación que presenta el té de estiércol es aeróbico porque existe la presencia de aire para su fermentación, durante el tiempo de su fermentación se realizó sopados matutinos para obtener un producto de buena calidad.

En este caso, fue más simple identificar el proceso de fermentación de éste producto, debido a que se realizó un seguimiento periódico durante un lapso de 15 días (tiempo que duro su fermentación) y se pudo evidenciar que de forma gradual se iba formando una capa de nata blanca brillante en la superficie del producto, que se completo hasta transcurridos los 15 días, considerando que la formación de dicho cuerpo es el principal indicador de la fermentación de este tipo de productos orgánicos.

El Té de estiércol también se protegió de los rayos y de la lluvia como se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Fermentación del Té de estiércol

5.2.1.5. Colación del Biol, Purin y Té de estiércol

Transcurridos los 31 días de la fermentación del biol (fermentación anaeróbica) y 15 días de la fermentación del purín y té de estiércol (fermentaciones aeróbicas), se

procedió a realizar la colación de los tres biofertilizantes el 27 de marzo de 2013, que es la fecha coincidente para finalización de las tres fermentaciones. Se procedió de la siguiente manera:

a) Colación del biofertilizante Biol

Para la colación del biol, en primera instancia se retiro el sistema de evacuación de gases del biodigestor, donde se retiro la tapa sellada del mismo y se procedió a retirar todo el producto del interior introduciéndolo en un recipiente esterilizado. Obteniendo el producto fuera del recipiente, con la ayuda de una coladora se realizó la colación del mismo, obteniendo un producto mucho más homogéneo (Figura 20) y descartando a su vez partículas consideradas de tamaño grande que pudieron perjudicar en el momento de la aplicación del biol.

Colado el biol, se almacenó en botellas de 2 litros previamente esterilizadas y se sello bien la tapa para evitar que el producto sufra algún tipo de putrefacción durante su almacenamiento.

Figura 20. Colación del Biofertilizante Biol

b) Colación del biofertilizante Purín

En el caso del purín, la colación de este producto se realizó en primera instancia con la ayuda de un cernidor, esto con la finalidad de descartar la materia orgánica sólida del producto; a continuación se procedió con la colación de la parte ya cernida, esto

con un colador, hasta obtener un producto líquido homogéneo libre de partículas que puedan afectar la calidad del biofertilizante.

Obtenido el purín, libre de partículas que puedan dañar su composición, fue almacenado en botellas de 2 litros previamente esterilizadas, protegidos de la lluvia y los rayos solares, sellando correctamente la tapa para evitar la putrefacción de este producto. En la Figura 21 se puede apreciar el biofertilizante purín después de haber realizado el colado correspondiente.

Figura 21. Colación del Biofertilizante Purín

c) Colación del biofertilizante Té de Estiércol

Respecto al té de estiércol, la obtención del éste se logró a través de exprimir el "té grande" en reiteradas ocasiones hasta lograr obtener la mayor cantidad del producto líquido en el recipiente en el cual fue preparado.

Cabe destacar que dentro del té de estiércol se encontraron partículas en suspensión, razón por la cual se realizó el colado del producto con una coladora hasta obtener un producto líquido homogéneo (Figura 22), libre de partículas y cuerpos extraños.

Como en el caso del biol y del purín, se almacenó el producto en botellas de 2 litros previamente esterilizadas, brindándole las condiciones necesarias, como evitar el contacto directo con los rayos solares y la lluvia para evitar su putrefacción.

Figura 22. Colación del Biofertilizante Té de Estiércol

5.2.1.6. Análisis físico - químico de los biofertilizantes

Una vez obtenidos los tres biofertilizantes, se procedió a tomar muestras de cada uno para su análisis físico y químico en laboratorio. Con la ayuda de una malla milimétrica se realizó un filtrado fino de cada uno de los productos, considerando que la cantidad requerida para cada muestra fue de un litro.

Posterior a ello, se vertió cada producto en un frasco de un litro de volumen cada uno previamente esterilizado e identificado y sellando al mismo de forma definitiva hasta su análisis en laboratorio como se muestra en la Figura 23. Las muestras fueron enviadas al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

Figura 23. Identificación de las muestras

5.2.1.7. Calibración del Motoaspersor "*STIHL SR – 400"*

Para la aplicación de los tres biofertilizantes se trabajó con un Motoaspersor "*STIHL SR – 400"*, de acuerdo al manual de la Compañía "Stihl AG", para el cálculo del caudal y velocidad del equipo, se procedió de la siguiente forma:

Considerando que el volumen de solución apropiado es de 200 litros por hectárea en el nivel 3 del motoaspersor (nivel más recomendado), en nuestro caso la superficie experimental es de 2673 m^2, por tanto, el volumen de solución apropiado para nuestra superficie fue de 50 litros.

El ancho o área de trabajo por cultivo, depende del mismo cultivo, en el caso del cacao fue de 3 metros.

De acuerdo a la velocidad de avance, esta puede ser variable de persona a persona, en tal sentido se realizó ensayos simuladores con la aplicación de agua con el equipo, donde se tuvo un promedio de 18 metros por minuto.

Teniendo conocimiento de estos datos se emplea la siguiente fórmula propuesta para determinar el caudal de salida por unidad de tiempo.

$$V\ caudal = \frac{V\ solución * Vel\ avance * b\ ancho}{A\ superficie}$$

Donde:

$V_{caudal} = Caudal\ de\ salida$

$V_{solución} = Volumen\ de\ la\ solución$

$Vel._{Avance} = Velocidad\ de\ avance$

$B = Ancho\ de\ trabajo$

$A = Superficie\ de\ aspersión$

Reemplazando la formula con nuestros datos:

$$V\ caudal = \frac{50 * 18 * 3}{2673}$$

$$Vcaudal = 1.01\ \mathrm{l/min}$$

Este resultado nos da a entender que el caudal de salida es de 1.01 litros por minuto, con el nivel 3 del motoaspersor.

En la Figura 24 se puede apreciar la calibración del Motoaspersor *STIHL SR – 400*, con agua, en las plantas de cacao.

Figura 24. Calibración del Motoaspersor *STIHL SR – 400*

5.2.1.8. Preparación y estimación de los volúmenes de las soluciones

Considerando que para la superficie total del área experimental (2673 m^2) se requiere un volumen de 50 litros de la solución y teniendo conocimiento de que cada unidad experimental tiene una superficie de 54 m^2, por regla de tres se determinó aplicar a cada unidad experimental 2 litros de solución.

Tomando en cuenta también que cada tratamiento se repite cuatro veces, lo que dio a entender que el volumen de la solución aplicado seria de 8 litros por tratamiento, que determina la cantidad de agua en relación al volumen de biofertilizante requerido por tratamiento.

La Figura 25 muestra la preparación de las dosis de aplicación.

Figura 25. Preparación de los biofertilizantes

5.2.1.9. Aplicación de los biofertilizantes

Las aplicaciones se realizaron acorde a los objetivos planteados, es de suma importancia señalar que las aplicaciones fueron realizadas en horas de la mañana de 7:00 a 9:00 am y de 16:00 a 18:00 pm debido a que en este horario existe una mayor acción estomática (apertura de estomas) deduciendo que existiría mayor absorción de los nutrientes presentes en los tratamientos aplicados en la parte foliar. Se tomó en cuenta llevar puesto un equipo de protección constituido por lentes protectores, guantes, barbijo, botas de goma y sobrero (Figura 26); así también se tuvo la seguridad de que el equipo motoaspersor se encuentre en buenas condiciones.

Figura 26. Aplicación foliar de los biofertilizantes

La aplicación de los biofertilizantes se realizó por etapas, como se detalla a continuación:

a) Aplicación del Biol

A continuación se describe la aplicación del biol:

Teniendo el producto ya filtrado, con un recipiente graduado se procedió a medir la cantidad de biol requerido, tomando en cuenta que esta solución abarco el **Tratamiento 1** y el **Tratamiento 2**, en el Cuadro 3 se consideran las relaciones utilizadas al momento de la aplicación:

Biofertilizante	Tratamiento	Concentración de biol (%)	Biol (ml)	Agua (l)	Vol. de solución (l)
BIOL	1	10	800	7,2	8
	2	20	1600	6,4	8

Cuadro 3. Dosis del Biol

Este cuadro expresa las proporciones volumétricas utilizadas en el biol que de cierta forma engloba a los tratamientos 1 y 2, se realizaron 3 aplicaciones con la concentración al 10 % y 3 aplicaciones al 20 %, una en cada mes, iniciando en abril la primera aplicación y culminando en junio con la tercera aplicación en ambos tratamientos, acorde a los objetivos planteados (Figura 27).

Figura 27. Aplicación foliar del Biol

b) Aplicación del Purín

De igual forma que el biol, se procedió a medir con un recipiente graduado el volumen requerido de purín para el Tratamiento 3 y el Tratamiento 4 en base a las siguientes relaciones señaladas en el Cuadro 4:

Biofertilizante	Tratamiento	Concentración de Purín (%)	Purín (ml)	Agua (l)	Vol. de solución (l)
PURÍN	3	20	1600	6,4	8
	4	30	2400	5,6	8

Cuadro 4. Dosis del Purín

En el caso del purín, se trabajo en dos concentraciones, para en tratamiento 3 al 20 % y para el tratamiento 4 al 30 %, en ambos tratamientos se realizaron seis aplicaciones paralelas, acorde a los objetivos propuestos, con un lapso de 15 días, iniciando la primera aplicación en abril y la sexta aplicación en la segunda quincena de junio.

La aplicación del Purín fue a la parte foliar como lo indica la Figura 28.

Figura 28. Aplicación foliar del Purín

c) Aplicación del Té de estiércol

Al igual que los dos productos anteriores, el volumen de té de estiércol fue medido acorde a proporciones y destinado para el **Tratamiento 5** y el **Tratamiento 6**, como se presenta a continuación en el Cuadro 5:

Biofertilizante	Tratamiento	Concentración de Té est. (%)	Té de estiércol (ml)	Agua (l)	Vol. de solución (l)
TÉ DE ESTIÉRCOL	5	20	1600	6,4	8
	6	30	2400	5,6	8

Cuadro 5. Dosis del Té de Estiércol

El té de estiércol estuvo destinado al tratamiento 5 y al tratamiento 6, con dos concentraciones, al 20 % y al 30 % respectivamente, en proporciones señaladas en el cuadro anterior, se realizaron 6 aplicaciones para ambas concentraciones como se había planteado, se siguió el cronograma propuesto para el purín, empezando con la primera aplicación en abril y concluyendo con la sexta aplicación en la segunda quincena de junio.

La aplicación del biofertilizante té de estiércol se muestra en la Figura 29.

Figura 29. Aplicación foliar del Té de estiércol

El **testigo** o **Tratamiento 7,** no fue sometido a ningún tipo de ensayo o aplicación, pero al igual que los seis tratamientos anteriores el testigo esta presente en cuatro repeticiones y dentro de los objetivos experimentales.

5.2.1.10. Manejo del cultivo

Paralelamente a la investigación y aplicación de los tratamientos se realizaron diversas labores de manejo en el cultivo dentro de la parcela como ser: deschuponado, poda fitosanitaria, limpieza del área experimental, etc.

a) Desmalezado

El desmalezado es una labor muy importante dentro del manejo de cultivos tropicales, debido a que el excesivo crecimiento de malezas en las parcelas se constituyen una amenaza para la producción, como ser el caso de competencia por nutrientes en el suelo, focos de transmisión de enfermedades, excesiva sombra, entre otros factores.

El desmalezado en la parcela experimental se realizó cada 30 días, con la finalidad de no dejar crecer en exceso a las malezas, así también se considero de no dejar muy descubierto el suelo para que no tenga un contacto directo con los rayos solares.

En tal sentido, el desmalezado se realizó en la mayoría de los casos con motodeshierbadora en toda la parcela experimental, contribuyendo a su vez con el "anillado" manual al borde de las plantas de cacao para evitar daños a la corteza.

b) Deschuponado

Durante todo el proceso de investigación, se realizó el deschuponado correspondiente a todas las plantas de cacao, esta labor agronómica tuvo lugar cada 15 días en la parcela, con la finalidad de evitar perjudicar la producción, además de contribuir a una optima toma de datos para obtener resultados confiables.

Se retiraron aquellos chupones con un crecimiento excesivo, que tenían un crecimiento paralelo al tronco del cultivo.

Así también, los chupones que crecían entrelazados con las ramas fueron retirados para dar un mejor ambiente al crecimiento de las mazorcas.

c) Podas

Si bien, dentro de la parcela se tienen clones de cacao seleccionadas del Alto Beni con potencial productivo superior, de 8 años de edad, se logró evidenciar que no existía la necesidad de realizar una poda de rehabilitación, salvo en algunas plantas para estimular el brote de chupones basales, donde la poda se realizó con la ayuda de un machete filo y una tijera podadora.

Así mismo, se realizó podas de mantenimiento en distintas etapas, acorde al requerimiento del cultivo, eliminando ramas secas y mal formadas, despuntando estas ramas para regular el crecimiento, todo esto se realizó con la finalidad de obtener una variación mínima para rescatar resultados que sean confiables y precisos en la investigación.

Dentro de la parcela se dio mayor énfasis a la poda fitosanitaria, teniendo lugar cada 30 días, coincidiendo con el periodo de evaluación y la toma de datos, puesto que ante la existencia de ramas con frutos enfermos producto de la mazorca negra y la escoba de bruja (variables de respuesta) estas fueron retiradas con una previa evaluación de los daños ocasionados en el cultivo.

5.2.2. Diseño Experimental

En el presente trabajo de investigación se implementó el Diseño experimental de Diseño Completamente al Azar con arreglo bifactorial propuesto por Cochran y Cox en 1971.

El diseño estuvo conformado por seis tratamientos y cuatro repeticiones, considerando al testigo como el tratamiento siete, dando un total de veintiocho unidades experimentales.

5.2.2.1. Formulación e identificación de los tratamientos

Se formularon los tratamientos de acuerdo a la combinación de los dos factores, como ser:

Factor A: tipo de biofertilizante

Factor B: dosis de aplicación

Considerando que se trabajó con tres tipos de biofertilizantes y dos dosis de aplicación cada uno con su respectiva identificación (color), el Cuadro 6 presenta la formulación e identificación de cada tratamiento.

Tratamiento	Biofertilizante	Dosis (%)	Color
T1	Biol	10	
T2	Biol	20	
T3	Purín	20	
T4	Purín	30	
T5	Té de estiércol	20	
T6	Té de estiércol	30	
T7 ó Testigo	Ninguno	0	

Cuadro 6. Formulación e identificación de los Tratamientos

Fuente: Elaboración propia (2013)

5.2.3. Croquis del experimento

La Figura 30 presenta el Croquis Experimental y la distribución de los tratamientos en las unidades experimentales, a su vez se ubica en relación al norte.

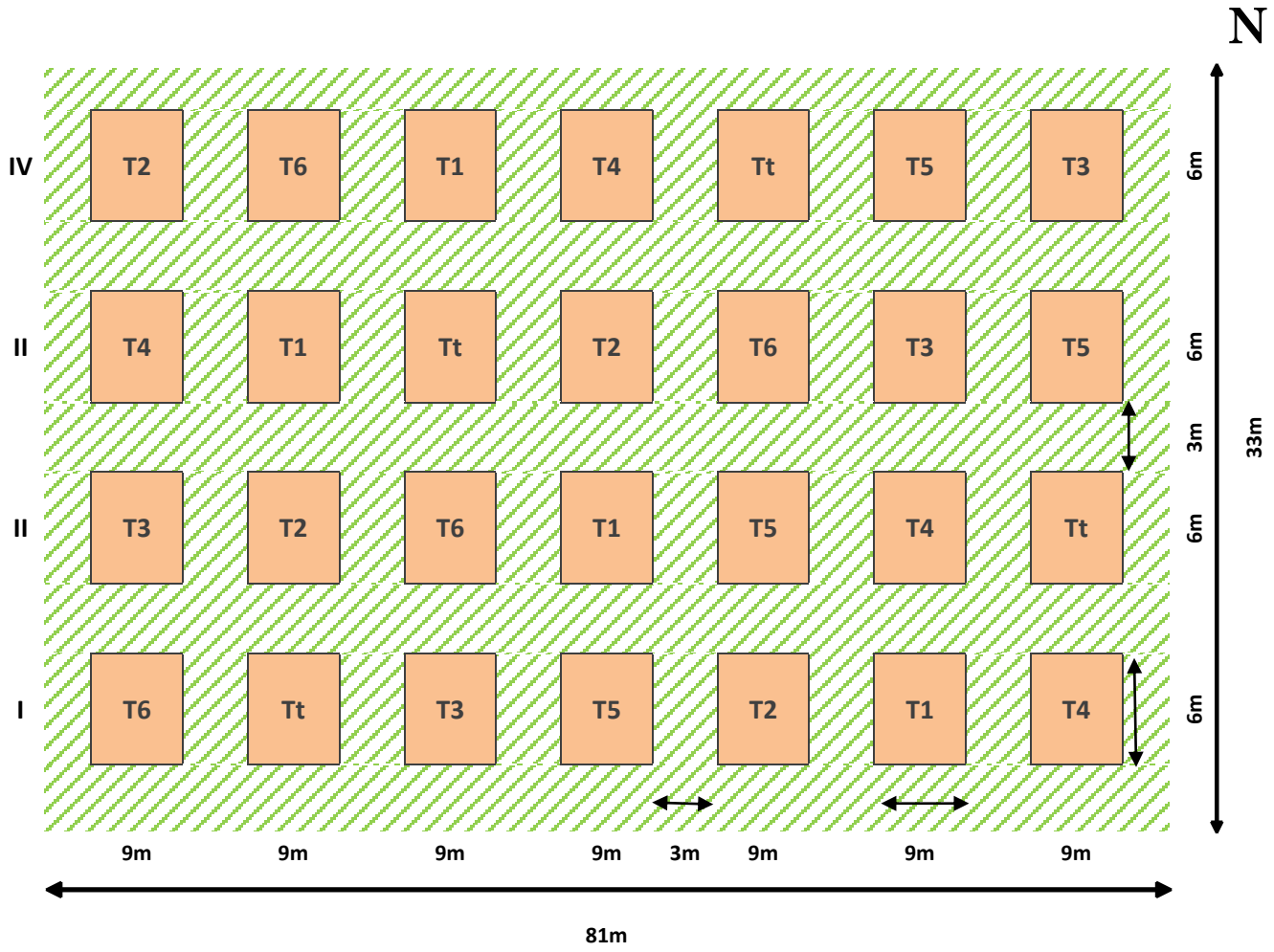


Figura 30. Croquis Experimental

Referencias:

- **Pasillos**
- **Unidad experimental**

5.2.4. Modelo Lineal Aditivo

Little y Hills (1976) proponen el siguiente Modelo Lineal Aditivo para este tipo de Diseño Experimental:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk}	=	Una observación cualquiera
μ	=	Media general
α_i	=	Efecto del i - esímo nivel del Biofertilizante
β_j	=	Efecto del j - esímo nivel de Dosis
$(\alpha\beta)_{ij}$	=	Interacción del i - esímo nivel del Biofert. con el j - esímo nivel de la dosis.
ε_{ijk}	=	Error experimental

5.2.5. Variables de Respuesta

5.2.5.1. Variables Agronómicas

Las variables agronómicas están en función a las características que presentaron las plantas de cacao seleccionadas como muestras y en función a los objetivos específicos, como ser el número de mazorcas, el porcentaje de incidencia de pasmazón y la incidencia de enfermedades como ser mazorca negra y escoba de bruja, tomando en cuenta que se consideraron todas estas variables de respuesta para cada muestra.

5.2.5.1.1. Número de mazorcas

Esta variable se evaluó a partir de la primera aplicación en el mes de abril, hasta la última aplicación en el mes de junio.

Para su evaluación después de cada aplicación se procedió a contar las mazorcas sanas de las plantas de cacao dentro de la parcela experimental (muestras), posterior a ello se realizó un promedio para observar los resultados obtenidos.

5.2.5.1.2. Porcentaje de Incidencia de Pasmazón del cacao

Para la evaluación de esta variable se considero el porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*) en cada planta de cacao, después de cada aplicación de los biofertilizantes, es decir que esta variable se evaluó quincenalmente.

Se determinó el porcentaje de incidencia de pasmazón a través del conteo de las mazorcas dañadas y del total de todas las mazorcas de cada planta de cacao.

5.2.5.1.3. Porcentaje de Incidencia de Mazorca negra

La evaluación de la incidencia de mazorca negra se realizó cada quince días, es decir después de cada aplicación, para ello se considero el porcentaje de incidencia de esta enfermedad en cada planta de cacao, específicamente en cada mazorca. Se logró obtener el porcentaje de incidencia considerando el número total de mazorcas dentro de cada planta y el número de mazorcas dañadas con esta enfermedad.

5.2.5.1.4. Porcentaje de Incidencia de Escoba de bruja

De igual forma que la incidencia de la mazorca negra, esta variable se determinó a través de la evaluación quincenal de cada planta de cacao tomada como muestra, la obtención del porcentaje de incidencia de escoba de bruja se logró obtener a través del conteo del número de mazorcas dañadas con esta enfermedad en relación al número total de mazorcas, en evaluaciones periódicas.

5.2.5.2. Variables Económicas

Para la evaluación de las variables económicas se determinó los costos fijos y variables en el proceso productivo del cacao, tomando en cuenta los gastos que puedan representar la aplicación de los diferentes biofertilizantes propuestos en el presente trabajo.

5.2.5.2.1. Costos fijos

Respecto a la determinación de los costos fijos se consideraron los gastos realizados en la aplicación de los diferentes biofertilizantes, es decir, las herramientas y los

materiales de campo utilizados en las prácticas agronómicas para llevar a cabo la aplicación de estos biofertilizantes.

5.2.5.2.2. Costos variables

Para la determinación de esta variable, se consideraron aquellos gastos realizados y el costo que representan en la preparación de cada biofertilizante, es decir los insumos y los materiales utilizados en la elaboración de los mismos.

5.2.5.2.3. Costos totales

Estas variable, esta condicionada en base al costo total que representará la preparación de los diferentes biofertilizantes, de forma independiente.

5.2.5.2.4. Relación Beneficio/Costo

Esta variable permite determinar de manera explícita cual es el valor de los beneficios, cual es el valor de los costos y los compara a través del cociente resultante y establece la rentabilidad del proyecto, permitiendo tomar decisiones de inversión.

Si esta relación es igual a 1, el proyecto no pierde ni gana en la inversión. Si la relación es mayor a 1, significa que el proyecto gana por la inversión; es obvio que el proyecto será mejor cuando esta relación se aleja considerablemente de 1 y lo contrario cuando su valor se acerque a 1. Sin embargo cuando la relación es menor a 1, significa que el proyecto pierde por la inversión.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Análisis físico - químico de los biofertilizantes

El análisis de los tres biofertilizantes se realizó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), en el Cuadro 7 se puede apreciar la composición nutricional de los mismos en relación a algunos nutrientes; el análisis detallado se presenta en los Anexos 1,2 y 3.

Biofertilizante	Parámetro					
	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (g/L)	Sodio (g/L)	M.O. (%)
BIOL	0,236	0,029	0,366	0,754	0,659	0,41
PURIN	0,047	0,035	0,164	0,633	0,28	0,27
TE DE ESTIERCOL	0,034	0,01	0,185	0,416	0,402	0,2

Cuadro 7. Análisis físico – químico de los biofertilizantes

Fuente: IBTEN (2013)

Respecto al análisis de los biofertilizantes líquidos foliares, AGROBIOL (2002) manifiesta que estos productos poseen concentraciones bajas de algunos nutrientes, pero que de alguna forma contribuyen de gran manera a la producción de los cultivos, no se tiene un índice o parámetros exactos de cuanto contribuyen los biofertilizantes debido a que su preparación varía de región a región y que su elaboración esta en función de los requerimientos nutricionales de la planta y de su estado.

Por su parte Mora (2001), señala que el aporte de nutrientes con estos productos orgánicos contribuye a cumplir aproximadamente los requerimientos nutricionales foliares de cultivo de cacao, que se presento en el Cuadro 1; la preparación y la composición de estos productos es variable, pero el autor considera que los mismos tienen un gran aporte de macronutrientes N, P, K al cultivo.

Sin embargo para que exista un aporte de micronutrientes al cultivo por parte de los biopreparados, en la mayoría de los casos es necesario introducir algunos aditivos como Sulfato de Zinc, bórax, sulfato de hierro, clorato de calcio entre otros.

6.2. Análisis físico - químico de suelos

El análisis de suelos de la parcela 22 de la E.E. de Sapecho se realizó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) en noviembre de 2011, en función a este análisis se tienen los siguientes resultados que se presentan en el Cuadro 8 y el Anexo 14 presenta los parámetros detallados del análisis realizado.

Parámetro	Unidad	Valor
pH	___	6,27
Materia Orgánica	%	2,58
Nitrógeno total	%	0,14
Fósforo	ppm	5,92
Potasio	meq/100 g	0,14
Calcio	meq/100 g	10,93
Magnesio	meq/100 g	1,26
Sodio	meq/100 g	0,1
C.I.C.	meq/100 g	12,57
Aluminio	meq/100 g	0,15

Cuadro 8. Análisis físico – químico de suelos

Fuente: IBTEN (2011)

De acuerdo a la Guía elaborada por CATIE y citada por Suarez y Hernández (2010) sobre los parámetros nutricionales del suelo en el cultivo de cacao; en relación al análisis de suelos de la parcela experimental realizado en noviembre de 2011 se logra evidenciar que el contenido de materia orgánica es baja dentro del rango de fertilidad con un valor de 2,58 %.

Asimismo el contenido de Nitrógeno es bajo con 0,14 %, el Fósforo tiene un valor de 5,92 ppm, que dentro del rango de fertilidad esta considerado como medio, en tanto que el Potasio posee un valor de 0,14 meq/100g que se estima como bajo. Nutrientes como Calcio y Magnesio poseen valores de 10,93 meq/100g y 1,26 meq/100g que están considerados dentro del rango de fertilidad relativa como valores medios.

6.3. VARIABLES AGRONOMICAS

De acuerdo con los datos obtenidos en campo y el respectivo análisis estadístico, a continuación se presentan los resultados de la investigación con sus respectivas interpretaciones y discusiones, bajo el siguiente esquema: en primer lugar se presentan las variables de respuesta con su respectivas gráficas de barras, posterior a ello se presentan los Análisis de varianza, interpretando los resultados de cada análisis, paralelamente se presentan las pruebas medias, realizada a través de la prueba de Duncan, considerando también la discusión acerca de cada variable de respuesta.

6.3.1. Número de mazorcas

En base a los datos registrados y a los promedios de las aplicaciones, se puede apreciar que existen diferencias en el número de mazorcas por tratamiento. Evidenciando que el Tratamiento 4 presenta un promedio superior en relación a los demás tratamientos con 17.75 mazorcas en promedio, seguido del Tratamiento 3 con un valor promedio de 17.25 mazorcas por planta (Gráfica 1); cabe considerar que ambos tratamientos corresponden a la aplicación de purín al 30 % y 20 % respectivamente.

Así también, los promedios más bajos que fueron registrados en relación al número de mazorcas corresponden al Tratamiento 2 (biol al 20 %) con un promedio de 14 mazorcas por planta; en tanto que el Tratamiento 7 o testigo presenta el promedio más bajo con un valor de 12.75 mazorcas por planta.

Proamazonia (2004) manifiesta que las cosechas deben realizarse frecuentemente cuando se tiene altos índices de producción, se debe evitar que exista una sobre maduración ya que esto altera considerablemente a la calidad del grano, asimismo indica que el número de mazorcas puede variar de un clon a otro, así como de variedad a variedad.

La ARS (1998) indica que existen factores que influyen en el número de mazorcas en las plantas dentro de una misma parcela, estas variaciones pueden ser debido a la disponibilidad de sombra, puesto que las plantas que se encuentran en la parte externa tienen menos sombra, así también, las plantas del borde de la parcela pueden estar o no en contacto con otros cultivos, además otro factor importante es la textura del suelo porque no es homogénea, además de que el factor de polinización también juega un factor determinante para que algunas plantas posean mas mazorcas que otras.

Gráfica 1. Número de mazorcas

6.3.1.1. Análisis de Varianza del Número de mazorcas

De acuerdo con el Análisis de varianza, respecto al número de mazorcas, se logra evidenciar que existen diferencias significativas entre los biofertilizantes para esta variable. En tanto que el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre las dosis aplicadas en relación al número de mazorcas.

Por otro lado, en base a los resultados para los tratamientos, dentro del número de mazorcas, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre la interacción biofertilizante y dosis (tratamientos), producto de la fertilización foliar aplicada,

aunque se consideran también ciertos factores como ser: resistencia de los clones, fertilización del suelo, o labores de cultivo entre otros, en tal sentido es conveniente realizar una prueba de medias a través de Duncan para verificar estas diferencias.

El Cuadro 9 representa en Análisis de Varianza para el Número de Mazorcas

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Biofertilizante	2	39	19,54166667	1,34	0,285 *
Dosis	1	2,04166667	2,04166667	0,14	0,7123 ns
Interac. A * B	2	4,08333333	2,94166667	0,2	0,17 *
Error	18	261,75	14,5416667		
Total corregido	23	306,9583333			

Cuadro 9. Análisis de Varianza para el Número de mazorcas

R - cuadrado	Coef. Var.	Raíz MSE	Media
0,147278	17,89569	3,813354	15,9583

Cuadro 10. Coeficiente de variación y media del Número de mazorcas

El Cuadro 10 señala un valor de 17,89 para el coeficiente de variación respecto a la variable del número de mazorcas, indicando con este valor que existió un buen manejo de campo para esta variable, considerando a su vez que los datos y registros obtenidos son confiables.

Asimismo se logra percibir que la media o promedio para el número de mazorcas es de 15,95 mazorcas por planta de cacao.

6.3.1.2. Prueba de Duncan para el Número de mazorcas

En el Cuadro 11 se muestra los resultados de la prueba de medias Duncan para la variable de número de mazorcas.

Duncan Agrupamiento			Media	N	Biofer. * dosis
		A	17,75	4	4
		A			
		A	17,25	4	3
		A			
		A	16,75	4	5
	B	A			
	B	A	15,25	4	6
	B	A			
	B		14,75	4	1
	B				
	B		14	4	2
	B				
	B		12,75	4	7 (T)

Cuadro 11. Prueba de Duncan para el Número de mazorcas

Se puede apreciar que los promedios más altos registrados para el número de mazorcas en base a los tratamientos propuestos son del Tratamiento 4 (correspondiente al purín al 30 %) con un valor de 17,75 mazorcas por planta, seguido del Tratamiento 3 (purín al 20 %) cuya media es de 17,25 y del Tratamiento 5 (té de estiércol al 20 %); siendo superiores en la interpretación de letras dentro del análisis estadístico, razón por la cual se deduce que con ambos tratamientos en base a purín se lograron obtener mayor cantidad de mazorcas sanas.

Así también se tiene medias de 15,25 correspondiente al Tratamiento 6, correspondientes al té de estiércol al 30 % y 14,75 para el Tratamiento 1, biofertilizante en base a biol al 10 %.

En tanto los promedios más bajos registrados fueron del Tratamiento 2 correspondiente a biol al 20 % con una media de 14 mazorcas por planta y por ultimo tenemos al Tratamiento 7 o testigo con una media de 12,75 mazorcas por planta, representando el valor mas bajo, con menor cantidad de mazorcas sanas.

De acuerdo a la Prueba de Duncan para la interacción de ambos factores se logró evidenciar que los tratamientos sometidos a purín tuvieron mayor número de

mazorcas sanas, corroborando de esta manera lo propuesto por INIAP (2009), que propone al biofertilizante purín como una alternativa eficaz para el aporte de nutrientes en plantas de cacao en producción.

INIAP (2009) manifiesta que aplicaciones quincenales con purín en concentraciones de hasta 30 % contribuyen a obtener mazorcas más vigorosas y sanas en el momento de la cosecha, debido al aporte nutricional que representa este producto, siempre y cuando se proporcione el manejo adecuado al cultivo.

Duncan Agrupamiento		Media	N	Biofertilizante
	A	17,5	8	2
	A			
	A	16	8	3
B	**A**			
B		14,375	8	1

Cuadro 12. Prueba de Duncan para biofertilizantes

El Cuadro 12 indica que existen diferencias en el efecto de los tres biofertilizantes para esta variable, registrándose mayor número de mazorcas con el purín, cuya media alcanza un valor de 17,5 mazorcas por planta, seguido del té estiércol con una media de 16 mazorcas y por último se encuentra el biol con un promedio de 14,37 mazorcas por planta.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Dosis
A	16,25	12	1
A			
A	15,667	12	2

Cuadro 13. Prueba de Duncan para dosis

De acuerdo con el Cuadro 13, se evidencia que no existen diferencias significativas en los efectos de las dos dosis de aplicación, con cada biofertilizante, corroborando de esta forma los resultados del análisis de varianza, sin embargo existe una diferencia poco acentuada entre ambas dosis, dándose mayor número de mazorcas

con la dosis 1, cuya media es de 16,25 mazorcas y de la dosis 2 se obtuvo una media de 15,66 mazorcas por planta.

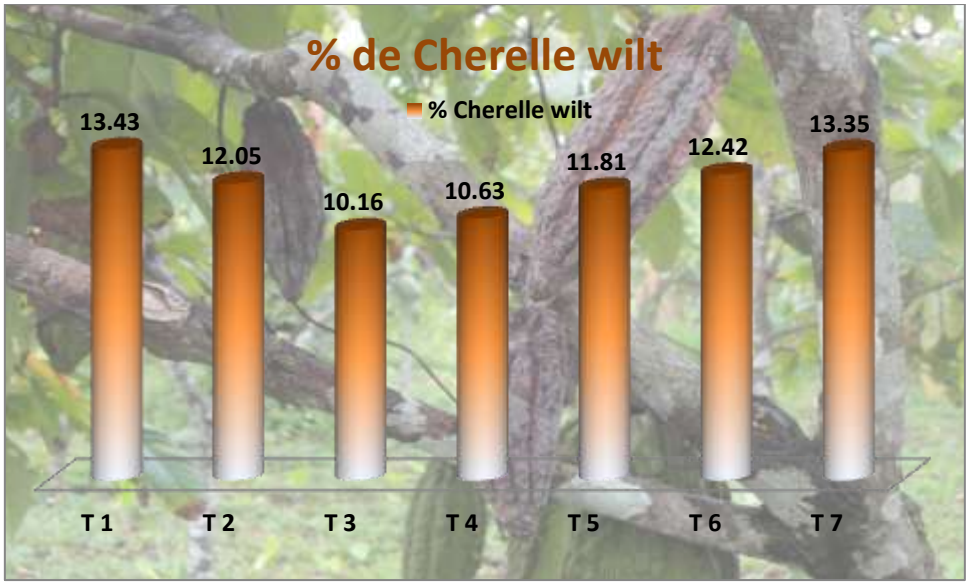
6.3.2. Porcentaje de Incidencia del Pasmazón del cacao (*Cherelle wilt)*

En función a los tratamientos aplicados y a los registros obtenidos, se deduce que para la variable del porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao, el Tratamiento 1 representa el porcentaje mas alto de incidencia de pasmazón cuyo valor es de 13,43 % dando lugar a la incidencia mas alta de esta variable en las plantas de cacao, seguida del Tratamiento 7 o testigo cuyo porcentaje de incidencia es del 13,35 % como se muestra en la Gráfica 2, afirmándose así, que no existen diferencias muy acentuadas en la incidencia de ambos tratamientos.

En tanto que los porcentajes de incidencia de pasmazón más bajos se manifestaron con el Tratamiento 3 y el Tratamiento 4, donde los porcentajes de incidencia fueron de 10,16 % y 10,63 % respectivamente. Cabe considerar que ambos tratamientos corresponden a la aplicación con el biofertilizante purín y que de alguna forma seria atribuir cierto merito a este biofertilizante respecto a esta variable.

En el caso del pasmazón del cacao (*Cherelle wilt*), se logra evidenciar que las incidencias con los diferentes tratamientos presentan oscilaciones, se puede presumir que es producto de la fertilización foliar aplicada y las diferentes composiciones que poseen, respecto a ello, Reyes y Armas (1965) realizaron una disminución del pasmazón del cacao con ensayos a través de la fertilización foliar, con productos a base de potasio y de calcio, como en el caso del purín, atribuyendo posiblemente a hongos la principal causa del marchitamiento.

Los mismos autores indican que es necesario realizar un manejo para combatir la pasmazón, a diferencia de otros frutales como manzanos o cítricos, en el cacao los frutos marchitan pero no se produce una capa de abscisión que provoque la caída de los mismos, posteriormente se momifican y se infectan con hongos.



Gráfica 2. Porcentaje de incidencia del Pasmazón del cacao

6.3.2.1. Análisis de Varianza de la incidencia del Pasmazón del cacao

A través del análisis de varianza para la variable del porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao, se logra evidenciar que existen diferencias significativas entre los biofertilizantes, a razón de ello es necesario realizar una prueba de medias. Por otro lado el análisis muestra que no existen diferencias significativas entre las dosis aplicadas.

Este análisis indica que sí existen diferencias significativas entre la interacción biofertilizante y dosis (tratamientos) respecto a esta variable, que si bien se debe a influencia de la aplicación de los biofertilizantes, como también a la influencia de factores ajenos a la investigación, considerando que las aplicaciones de los tratamientos y las dosis de aplicación fueron periódicas e iguales en función a los objetivos propuestos; por ello es necesario realizar una prueba de Duncan para verificar las diferencias existentes.

El Cuadro 14 presenta el Análisis de Varianza de la incidencia del Pasmazón del cacao

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Biofertilizante	2	23,54063333	11,77031667	3,02	0,0742 *
Dosis	1	0,05900417	0,05900417	0,02	0,9035 ns
Interac. A * B	2	4,96043333	2,48021667	0,64	0,5411 *
Error	18	70,245125			
Total corregido	23	98,80519583			

Cuadro 14. Análisis de Varianza de la incidencia del Pasmazón del cacao

R - cuadrado	Coef. Var.	Raíz MSE	Media
0,289054	16,80601	1,975476	11,75458

Cuadro 15. Coeficiente de variación y media del Pasmazón

Si bien el diseño aplicado a la investigación gana cierta precisión debido a que la interacción de factores presenta significancia, como se demostró en el Análisis de Varianza, el coeficiente de variación manifiesta un valor de índice de confiabilidad de 16,80 %, cuyo valor esta dentro del rango de aceptación y confiabilidad del diseño (Cuadro 15).

De esta manera se da a entender que el manejo del experimento fue bueno y se encamino bien la investigación, concluyéndose de esta forma que los datos y registros obtenidos del porcentaje de incidencia de pasmazón en las plantas de cacao son confiables.

A su vez, la media obtenida en relación al porcentaje de incidencia de pasmazón en plantas de cacao es de 11,75 %.

6.3.2.2. Prueba de Duncan del Pasmazón del cacao

En el Cuadro 16 indica los resultados de la prueba de Duncan para el porcentaje del Pasmazón del cacao.

Duncan Agrupamiento		Media	N	Biofer. * dosis
	A	13,435	4	1
	A			
	A	13,355	4	7 (T)
	A			
B	A	12,425	4	6
B	A			
B	A	12,053	4	2
B	A			
B	A	11,813	4	5
B	A			
B	A	10,638	4	4
B				
B		10,165	4	3

Cuadro 16. Prueba de Duncan del Pasmazón del cacao

En base a la prueba de medias de Duncan se deduce que estadísticamente los promedios del porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao en la interpretación de letras poseen diferencias entre tratamientos (interacción de factores), manifestándose que la incidencia de pasmazón más alto es correspondiente al Tratamiento 1 en base a biol al 10 % con un valor de 13,43 %, dando a entender que con este biofertilizante y dosis de aplicación se controló en menor medida la incidencia de la variable sujeta a investigación, por otro lado el Tratamiento 7 o testigo tiene un valor de incidencia de 13,35 %.

En tanto que la incidencia de pasmazón presenta una media mas baja con el Tratamiento 2 (biol al 20 %) con una incidencia del 12,05 %, algo que resulta contradictorio en relación al Tratamiento 1 (biol al 10 %) que presenta la incidencia más alta, pero que fue elaborado con el mismo producto, diversos factores tanto de manejo como ajenos a la investigación (climáticos, edafológicos entre otros) darían como resultado esta variación.

El Tratamiento 6 presenta una media de 12,42 % de incidencia de pasmazón y el Tratamiento 5 una media de 11,81 % de incidencia, ambos tratamientos

corresponden a la aplicación con Té de estiércol, al 30 % para el primer caso y 20 % de concentración para el segundo caso, siendo ambos valores intermedios

Respecto al Tratamiento 4, presenta una media de 10,63 % de incidencia, por otro lado el Tratamiento 3 presenta un valor de 10,16 %, siendo los porcentajes de incidencia mas bajos de pasmazón del cacao, ambos tratamientos están en función al biofertilizante purín, 20 % de concentración para el Tratamiento 3 y 30 % de concentración para el Tratamiento 4, en tal sentido se deduce que la aplicación de este biofertilizante presento mayor influencia positiva en relación a los demás biofertilizantes para esta variable.

Si bien se tiene 10,16 y 10,63 % de incidencia con los tratamientos en base a purín, siendo los mas bajos y 13,35 % de incidencia para el testigo, son valores dentro del rango de aceptación, Reyes y Armas (1965) indican a través de diferentes ensayos que las incidencias de pasmazón en el cultivo de cacao oscilan entre 19 a 92 % de los frutos formados.

Duncan Agrupamiento		Media	N	Biofertilizante
	A	12,7438	8	1
	A			
B	**A**	12,1188	8	3
B				
B		10,4013	8	2

Cuadro 17. Prueba de Duncan para biofertilizantes

En relación a los biofertilizantes, el Cuadro 17, manifiesta que el mayor porcentaje de incidencia de pasmazón del cacao tuvo lugar con la aplicación de biol con una media de 12,74 %, siendo estadísticamente superior, en tanto que la aplicación con té de estiércol dio lugar a una media de 12,11 % de incidencia de la enfermedad.

En la interpretación de letras se evidencia que el porcentaje de incidencia tiene una media inferior con la aplicación de purín, con un promedio de 10,40%.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Dosis
A	11,8042	12	1
A			
A	11,705	12	2

Cuadro 18. Prueba de Duncan para dosis

De acuerdo con el Cuadro 18, para esta variable no se presentan diferencias significativas en el efecto de las dosis de aplicación, en tal sentido se afirma el resultado obtenido en el análisis de varianza; con la dosis 1 se tiene una media de 11,80 % de pasmazón del cacao, mientras que con la aplicación de la dosis 2 se dio lugar a una media de 11,70 % de incidencia de pasmazón, entre ambas dosis existe una diferencia muy baja en relación a esta variable.

6.3.3. Porcentaje de incidencia de Mazorca negra *(Phytopthora palmivora)*

De acuerdo a los registros de esta variable, correspondiente al porcentaje de incidencia de mazorca negra en las plantas de cacao, se puede afirmar que el porcentaje de incidencia de esta enfermedad mas alta que se registró fue del Tratamiento 7 o testigo con un valor del 3,96 % de incidencia de la enfermedad en las plantas de cacao en promedio, seguida a su vez del Tratamiento 4 cuya incidencia tiene un valor del 3,82 %.

Las plantas de cacao que fueron sometidas al Tratamiento 1 (biol al 10 %) y Tratamiento 3 (purín al 20 %) presentaron incidencias de mazorca negra, con valores de 3,23 % para el Tratamiento 1 y de 2.18 % para el Tratamiento 3, siendo este ultimo el valor mas bajo, que da a entender que tuvo mas resistencia al ataque de la mazorca negra, en relación a los demás tratamientos propuestos.

A través de la aplicación de los tres biofertilizantes se logra percibir que el porcentaje de mazorca negra oscila entre un valor de 2,18 % a 3,96 % de incidencia de esta enfermedad, llevando a atribuir cierto mérito a los biofertilizantes aplicados, específicamente al Tratamiento 3, a base de purín al 20 %.

En relación a ello AGROBIOL (2002) manifiesta que la implementación de bioles y purines orgánicos acompañados de un manejo adecuado de distintas podas como la poda fitosanitaria y la recolección de mazorcas enfermas contribuyen a disminuir la incidencia de esta enfermedad, tonificando y vigorizando al cultivo.

La Gráfica 3 muestra el porcentaje de incidencia de la mazorca negra, con la aplicación de los distintos tratamientos.

Gráfica 3. Porcentaje de incidencia de la Mazorca negra

6.3.3.1. Análisis de Varianza del porcentaje de incidencia de Mazorca negra

El Análisis de Varianza para la variable de porcentaje de incidencia de mazorca negra nos muestra que no existen diferencias significativas entre los biofertilizantes, en tanto que demuestra que si existen diferencias entre las dos dosis aplicadas, que si bien las diferencias existentes son producto de la influencia de los biofertilizantes foliares.

Existe la posibilidad de que el manejo y factores ajenos a la investigación contribuyeran con esta variación, pudiendo ser factores climáticos o edáficos presentes en el terreno de investigación.

Asimismo este análisis estadístico demuestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos propuestos (interacción de factores), para ello se realizó una prueba de medias de Duncan para identificar estas diferencias.

El Cuadro 19 presenta el Análisis de Varianza del porcentaje de incidencia de Mazorca negra.

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Biofertilizante	2	0,22543333	0,11271667	0,25	0,7805 ns
Dosis	1	1,90406667	1,90406667	4,24	0,0542 *
Interac. A * B	2	3,55603333	1,77801667	3,96	0,0375 *
Error	18	8,07665	0,44870278		
Total corregido	23	13,76218333			

Cuadro 19. Análisis de Varianza del porcentaje incidencia de Mazorca negra

R - cuadrado	Coef. Var.	Raíz MSE	Media
0,413127	19,36124	0,669853	3,135833

Cuadro 20. Coeficiente de variación y media de la Mazorca negra

En función al análisis de varianza se logró percibir que el coeficiente de variación esta dentro del rango de índice de confiabilidad con un valor de 19,36 % (Cuadro 20), que indica que los datos de campo son confiables y que el manejo de la investigación fue bueno, dando a conocer que se realizó un manejo y toma de datos adecuado para esta variable.

A su vez, para el porcentaje de incidencia de mazorca negra en las plantas de cacao se tiene una media de 3,13 % de incidencia.

6.3.3.2. Prueba de Duncan de la Mazorca negra

En el Cuadro 21 se presenta la Prueba de Duncan de la Mazorca negra, con su interpretación de letras.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Biofer. * dosis
A	3,9625	4	7 (T)
A			
A	3,8225	4	4
A			
A	3,3125	4	6
A			
A	3,2325	4	1
A			
B A	3,1475	4	5
B A			
B A	3,1175	4	2
B			
B	2,1825	4	3

Cuadro 21. Prueba de Duncan de la Mazorca negra

Considerando que a través del análisis de varianza se obtuvo significancia en la interacción de factores (tratamientos), la prueba de medias de Duncan identifica que, estadísticamente el promedio de porcentaje de incidencia de mazorca negra del Tratamiento 7 o testigo es el mas alto, con un valor de 3,96 % de incidencia de esta enfermedad; seguido del Tratamiento 4 (purín al 30 %) con una media del 3,82 % de incidencia de mazorca negra, demostrando inferioridad en relación a los demás tratamientos.

Asimismo se identificó a través de Duncan que el Tratamiento 6, en base a Té de estiércol al 30 % tiene media de 3,31 %, seguido por una diferencia poco acentuada por el Tratamiento 1 (biol al 10 %) con una media de 3,23 %.

El Tratamiento 5 (Té de estiércol al 20 %) presenta una media de 3,14 % de incidencia de mazorca negra que mediante la prueba de Duncan es estadísticamente igual y superior a la media del Tratamiento 2 cuya media es 3,11 % repitiéndose este caso con el Tratamiento 3 con un valor de 2,18 %, siendo las incidencias mas bajas de mazorca negra en las plantas de cacao.

Sin embargo, el Tratamiento 3 que esta a base de purín al 20 %, representa estadísticamente la media más baja en función a esta variable, es decir, que el

porcentaje de incidencia de mazorca negra en relación a este tratamiento aplicado fue menor, a su vez es contradictorio con el Tratamiento 4, que presenta una de las medias de incidencia de mazorca negra más altas.

Si bien, el porcentaje de incidencia de mazorca negra oscila entre 2,18 a 3,96 %, es presumible que estas incidencias bajas se deban a la influencia de los biofertilizantes, como a factores de manejo, porque conforme a lo señalado por Suárez y Hernández (2010), manifiestan que el porcentaje de incidencia de mazorca negra en diferentes cacaotales es del 10 al 20 %, producto de un manejo inadecuado y de la escasa fertilización foliar y edáfica.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Biofertilizante
A	3,23	8	3
A			
A	3,175	8	1
A			
A	3,0025	8	2

Cuadro 22. Prueba de Duncan para biofertilizantes

El Cuadro 22 manifiesta que estadísticamente no existen diferencias significativas en el efecto de los tres biofertilizantes, referente al porcentaje de incidencia de mazorca negra, a través de la interpretación de letras se presenta una igualdad entre los tres biofertilizantes.

Por otro lado cabe considerar que se tiene un promedio superior de incidencia de la enfermedad con la aplicación de té de estiércol cuyo valor es 3,23 %, seguido del biol con una media de 3,17 %, en tanto que con el purín se tiene una media de 3,00 % de incidencia de mazorca negra.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Dosis
A	3,4175	12	2
B A			
B	2,8542	12	1

Cuadro 23. Prueba de Duncan para dosis

Referente a las dosis de aplicación para esta variable, el Cuadro 23 indica que estadísticamente existen diferencias entre los efectos de ambas dosis, dando lugar a un promedio de incidencia de mazorca negra más alto con la aplicación de la dosis 2, con un promedio de 3,41 % de incidencia, siendo estadísticamente superior a la dosis 1, donde el promedio de incidencia de la enfermedad alcanzo un valor de 2,85 % de incidencia de esta enfermedad.

6.3.4. Porcentaje de incidencia de Escoba de bruja *(Moniliophthora perniciosa)*

Por otro lado, para esta variable de respuesta el porcentaje de incidencia más alto registrado en las plantas de cacao fue con el Tratamiento 6 (té de estiércol al 30 %), con una incidencia del 1,44 %, seguida del Tratamiento 7 o Testigo con un valor del 1,40 % de incidencia, manifestándose en base a los registros obtenidos que no existen diferencias muy proporcionales en ambos tratamientos.

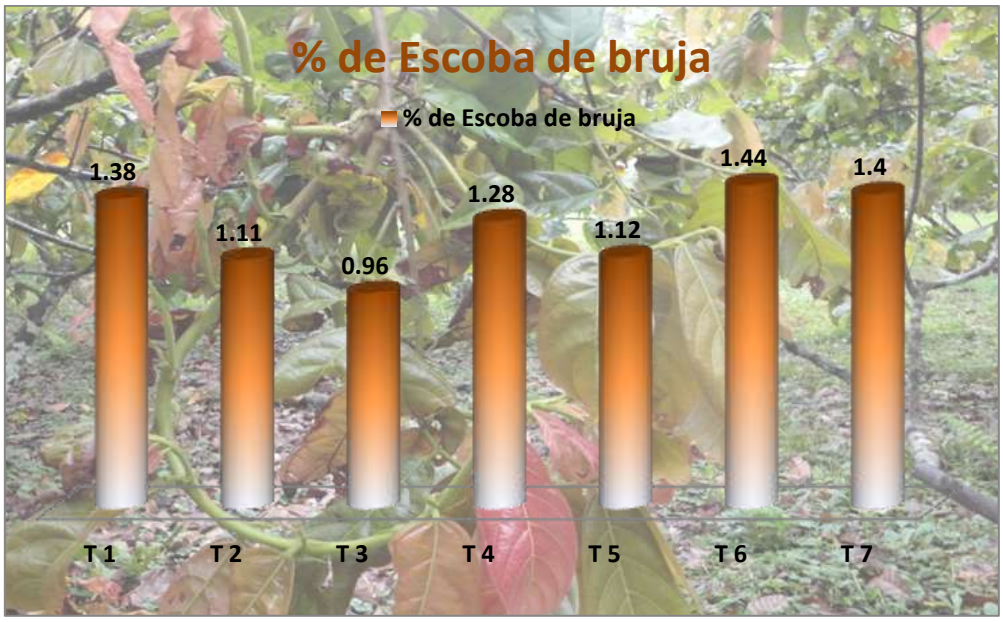
Asimismo, el porcentaje de incidencia de escoba de bruja en las plantas de cacao sometidas al Tratamiento 5 representa un valor de 1,12 % siendo uno de los registros más bajos de incidencia de esta enfermedad.

En tanto que el porcentaje de incidencia de escoba de bruja en los clones de cacao cuya aplicación se dio con el Tratamiento 3 (purín al 20 %) representa un valor del 0,96 %, demostrando de esta forma cierta resistencia a esta enfermedad con el tratamiento aplicado.

Mora (2001), señala que el manejo y la fertilización en el cacao son determinantes para la resistencia a la escoba de bruja, deduciendo que debe existir condiciones necesarias para la producción del cultivo como el manejo, sobre todo la poda.

Este autor indica que la fertilización orgánica es una alternativa de control, siempre y cuando tenga conocimiento de las necesidades del cultivo, considerando a su vez que una aplicación con productos orgánicos debe ser casi frecuente.

En la Gráfica 4 se muestra el porcentaje de incidencia de escoba de bruja con los distintos tratamientos.



Gráfica 4. Porcentaje de incidencia de la Escoba de Bruja

6.3.4.1. Análisis de Varianza del porcentaje de incidencia de Escoba de Bruja

Respecto a la variable Escoba de bruja, el Análisis de Varianza nos muestra que existen diferencias significativas entre biofertilizantes, razón para considerar que el diseño aplicado a la investigación gana precisión, del mismo modo se demuestra que existen diferencias significativas entre las dosis aplicadas, que pueden ser producto de diversos factores, de manejo, climático o edáfico.

Así también, el ANVA demuestra que existen diferencias significativas entre tratamientos (interacción de factores), sea por la influencia de la aplicación de los biofertilizantes foliares como también existe la posibilidad de influencia de factores ajenos a la investigación, esto conlleva a realizar una prueba de medias de Duncan para identificar estas diferencias.

El Cuadro 24 muestra el análisis de varianza para la variable Escoba de Bruja.

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Biofertilizante	2	0,10885833	0,05442917	0,69	0,5157 *
Dosis	1	0,08881667	0,08881667	1,12	0,3037 *
Interac. A * B	2	0,46020833	0,23010417	2,9	0,0807 *
Error	18	1,42585			
Total corregido	23	2,08373333			

Cuadro 24. Análisis de Varianza de incidencia de Escoba de Bruja

El Cuadro 25 presenta el coeficiente de variación y la media del porcentaje de incidencia de la escoba de bruja

R - cuadrado	Coef. Var.	Raíz MSE	Media
0,315723	18,13285	0,28145	1,216667

Cuadro 25. Coeficiente de variación y media de la Escoba de bruja

El coeficiente de variación para esta variable es de 18,13 % que, dentro del rango del índice de confiabilidad da a entender que el manejo de campo y los datos obtenidos sobre el porcentaje de incidencia de escoba de bruja son confiables y el manejo fue bueno, encaminando de forma adecuada la investigación

La media para el porcentaje de incidencia de escoba de bruja obtuvo un valor aproximado de 1,21 %.

6.3.4.2. Prueba de Duncan de la Escoba de bruja

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza para esta variable, se realizo una prueba de medias de Duncan para observar la diferencia entre la interacción de ambos factores y observando la variación existente en el rango de medias de cada tratamiento.

El Cuadro 26 presenta la prueba de Duncan para la variable incidencia de Escoba de Bruja, con la interpretación de letras.

Duncan Agrupamiento		Media	N	Biofer. * dosis
	A	1,44	4	6
	A			
	A	1,405	4	7 (T)
	A			
	A	1,38	4	1
	A			
B	A	1,2825	4	4
B	A			
B	A	1,1225	4	5
B	A			
B	A	1,11	4	2
B				
B		0,965	4	3

Cuadro 26. Prueba de Duncan de la Escoba de bruja

Si bien existen diferencias poco acentuadas en relación al porcentaje de incidencia de escoba de bruja en todos los tratamientos, se considera los resultados obtenidos en el análisis de varianza para realizar una prueba de medias de Duncan, demostrando que estadísticamente la incidencia mas alta y superior se presentó con el Tratamiento 6 (té de estiércol al 30 %) con una media del 1,44 % de incidencia, seguido con por la media estadísticamente igual del Tratamiento 7 o testigo con una incidencia del 1,40 %, demostrando diferencias poco prolongadas

De igual forma, estadísticamente se deduce que existe una media similar a las anteriores a través de la interpretación de letras con la media del Tratamiento 1 (biol al 10 %) cuyo valor es de 1,38 % de incidencia de escoba de bruja.

En el caso del Tratamiento 4 (purín al 30 %) se puede afirmar que estadísticamente posee una media igual e inferior en relación a las anteriores medias en función al porcentaje de incidencia de escoba de bruja, cuyo valor es de 1,28 %, prolongándose este resultado e interpretación para el Tratamiento 5 a base de Té de estiércol (20 %)

con un valor de 1,12 % de incidencia de escoba de bruja en el total del número de mazorcas de plantas de cacao.

Así también, el Tratamiento 2 refleja una incidencia de escoba de bruja que través de la interpretación de Duncan es igual e inferior a los tratamientos señalados con anterioridad con un valor de 1,11 % de incidencia de la enfermedad en el número total de las mazorcas de cacao.

Es necesario considerar, que estadísticamente el porcentaje de incidencia de escoba de bruja con el Tratamiento 3 elaborado con purín al 20 % es inferior al resto de los demás tratamientos, con una media de 0,96 % de incidencia de la enfermedad, dando a entender de esta forma, que este tratamiento actuó con mayor influencia positiva respecto a los demás tratamientos para esta variable.

En la investigación se observó a través de la prueba de medias de Duncan que estadísticamente existen diferencias entre las medias de las incidencias de esta enfermedad; si bien, la incidencia mas baja registrada fue con el Purín al 20 % y la incidencia mas alta fue con el té de estiércol al 30 %, son incidencias bajas en relación a lo señalado por SENASICA (2011) que indica que las incidencias de la escoba de bruja en promedio abarcan del 20 al 40 % en las producciones de cacao.

En tal sentido estas incidencias bajas presumiblemente son debido a la influencia de la aplicación de los biofertilizantes, como los factores de manejo proporcionados a la parcela, considerando también la resistencia genética por parte de los clones de cacao.

Duncan Agrupamiento	Media	N	Biofertilizante
A	1,2813	8	3
A			
A	1,245	8	1
B A			
B	1,1238	8	2

Cuadro 27. Prueba de Duncan para biofertilizantes

En el Cuadro 27 se puede apreciar que estadísticamente existen diferencias en el efecto de la aplicación de los tres biofertilizantes en relación al porcentaje de incidencia de escoba de bruja, si bien, son diferencias escasas, la interpretación de Duncan manifiesta que están presentes.

En tal sentido con el biofertilizante té de estiércol se tiene una media de 1,28 % de incidencia, considerada superior estadísticamente, seguido por el biol, que alcanzo una media de 1,24 % de incidencia. En tanto, que la aplicación con purín alcanzo una media considerada inferior, dando lugar a un valor de 1,12 % de incidencia de escoba de bruja en los clones.

Duncan Agrupamiento		Media	N	Dosis
	A	1,2775	12	2
B	**A**			
B		1,1558	12	1

Cuadro 28. Prueba de Duncan para dosis

El Cuadro 28, indica por medio de Duncan que estadísticamente existen diferencias en el efecto de las dos dosis de aplicación en relación a esta variable, las diferencias son escasas pero de alguna forma la interpretación sostiene que están presentes.

Con la dosis 2 se obtuvo un promedio de incidencia de escoba de bruja considerada superior, con una media de 1,27 % de incidencia de la enfermedad, mientras que con la dosis 1 se obtuvo una media inferior, cuyo valor alcanzo el 1,15 % de incidencia de escoba de bruja en los clones de cacao.

6.4. VARIABLES ECONOMICAS

Dentro de la evaluación de los costos de producción en el cultivo de cacao se consideraron para ello los costos fijos y los costos parciales o variables en lo que respecta la aplicación con los biofertilizantes foliares.

Cabe considerar que estos fueron proyectados para un año con el objetivo de observar las diferencias entre los costos entre uno y otro fertilizante.

6.4.1. Costos fijos

En la determinación de los costos fijos se consideraron todos los gastos realizados en la aplicación de los diferentes biofertilizantes, es decir, las herramientas y los materiales de campo utilizados en las prácticas agronómicas que hicieron posible la aplicación de estos tres biofertilizantes, así también como todos los gastos en los que incurrieron durante el proceso productivo, materiales, herramientas y alquiler de algunos equipos.

Realizando una proyección de costos fijos, se puede afirmar que tiene un valor de 3500,2 bs por hectárea en una proyección anual, estos costos constituyen a su vez los costos que representan el uso de los diferentes equipos y herramientas de campo para las aplicaciones de los diferentes biofertilizantes.

El Cuadro 29 presenta el detalle de los costos fijos de la producción de cacao en una hectárea por año.

6.4.2. Costos variables

Para la determinación de esta variable, se consideraron aquellos gastos realizados y el costo que representan en la preparación de cada biofertilizante, es decir los insumos y los materiales utilizados en la elaboración de los mismos. De acuerdo a las proyecciones, se tiene lo siguiente:

Para el caso del biol se puede afirmar que el costo de la preparación de este biofertilizante, con una proyección anual posee un valor aproximado de 224 bs para una hectárea, en un año (Cuadro 30).

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
MATERIALES Y HERRAMIENTAS (depr.)				
Machete	Unidad	1	30	30
Tijera podadora	Unidad	1	200	200
Cosechadora o cresta de gallo	Unidad	1	20	20
Serrucho de poda	Unidad	2	40	80
Navajas para injertar	Unidad	2	100	200
Costales	Unidad	2	4	8
EQUIPOS				
Alquiler Mochila aspersora STHELL SR - 400	Jornal	12	20	240
Gasolina	Lt	40	3,7	148
Aceite para motor de dos tiempos	Lt	2	28	56
MANO DE OBRA				
Labores Agronómicas				
Poda de mantenimiento	Jornal	6	40	240
Poda fitosanitaria	Jornal	6	40	240
Desmalezado (3 x año)	Jornal	15	40	600
Deschuponado	Jornal	6	40	240
Cosecha	Jornal	6	40	240
Fermentado	Jornal	2	40	80
Secado	Jornal	2	40	80
Aplicación de los biofertilizantes	Jornal	12	40	480
Imprevistos (10%)				318,2
TOTAL (Bs)				**3500,2**

Cuadro 29. Detalle de Costos fijos (ha/año)

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
INSUMOS				
Materiales de ensayo				
Estiércol gallinaza	Kg	48	0,5	24
Azucar	Kg	2	4	8
Leche	Lt	2	5	10
MATERIALES				
Materiales de campo				
Bidón plástico de 120 litros	Unidad	1	80	80
Manguera (1/2 plg de diámetro)	m	1	2	2
MANO DE OBRA				
Recolección de materiales	Jornal	1	50	50
Preparación del biofertilizante	Jornal	1	50	50
Total (Bs)				**224**

Cuadro 30. Costos de preparación del biofertilizante Biol (ha/año)

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
INSUMOS				
Materiales de ensayo				
Estiércol gallinaza	Kg	48	0,5	24
Leche	Lt	2	5	10
MATERIALES				
Materiales de campo				
Turril de boca ancha de 120 lts	Unidad	1	80	80
MANO DE OBRA				
Recolección de materiales	Jornal	1	50	50
Preparación del biofertilizante	Jornal	1	50	50
Total (Bs)				**214**

Cuadro 31. Costos de preparación del biofertilizante Biol (ha/año)

En el caso del purín, el costo que representan los insumos y los materiales para su preparación constituye una inversión de 214 bs por hectárea en un año, como se presenta en el Cuadro 31.

Asimismo, el costo que representan los insumos del té de estiércol y los materiales para su elaboración abarca un presupuesto de 206,5 bs por hectárea en un plan anual (Cuadro 32), siendo este el presupuesto mas bajo en relación a los demás biofertilizantes.

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
INSUMOS				
Materiales de ensayo				
Estiércol gallinaza	Kg	48	0,5	24
Ceniza de fogón	Kg	1	0,5	0.50
MATERIALES				
Materiales de campo				
Turril de boca ancha de 120 lts	Unidad	1	80	80
Yute	Unidad	1	2	2
MANO DE OBRA				
Recolección de materiales	Jornal	1	50	50
Preparación del biofertilizante	Jornal	1	50	50
Total (Bs)				**206,5**

Cuadro 32. Costos de preparación del biofertilizante Té de Estiércol

6.4.3. Costos totales

Estas variable, esta condicionada en base al costo total que representará la preparación de los diferentes biofertilizantes, de forma independiente, que es la suma de los costos fijos con los costos variables. A continuación se representan los costos totales para cada biofertilizante.

Biol

$$CT = 3500{,}2\ bs + 224\ bs$$

$$\boldsymbol{CT = 3724{,}2\ bs}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, se percibe que el costo total que representa la aplicación del biofertilizante biol a una hectárea en un pronóstico anual incurre a una inversión de 3724,2 bolivianos

Purín

$$CT = 3500{,}2\ bs + 214\ bs$$

$$\boldsymbol{CT = 3714{,}2\ bs}$$

En el caso del purín, el costo total que representa la aplicación de este biofertilizante foliar a una hectárea por el lapso de un año equivale a una inversión de 3714,2 bolivianos

Té de estiércol

$$CT = 3500{,}2\ bs + 206{,}5\ bs$$

$$\boldsymbol{CT = 3706{,}7\ bs}$$

Por otra parte, para la aplicación del biofertilizante té de estiércol en una superficie de una hectárea por el lapso de un año representa una inversión aproximada de 3706,7 bolivianos.

6.4.4. Proyección de costos totales

Alvarado (2003) citado por Villegas (2004) señala que la proyección de costos totales durante el ciclo productivo de un cultivo, se realiza a partir de la suma de los costos fijos y los costos variables en los que se invirtieron en el primer año de producción, a razón de ello, para los siguientes años de producción no es necesaria la adquisición de algunos activos fijos (materiales y herramientas), como sucede en el primer año.

Este autor manifiesta que los valores (equipos, herramientas, etc.) de los costos fijos sufren una depreciación a partir del tercer año, debido al desgaste que sufren, es por esta razón que se deben tomar en cuenta el costo de algunas herramientas en las siguientes proyecciones anuales, que de alguna forma influyen en los costos fijos.

6.4.5. Relación Beneficio/Costo

En la relación Beneficio/Costo en la aplicación de cada uno de los tres biofertilizantes considera el dato de rendimiento de número de mazorcas promedio de las unidades experimentales para cada biofertilizante, obtenido a través de la cosecha, es decir el beneficio que representa la aplicación de estos productos, abarcándose de la siguiente manera proyectando para 1 hectárea:

De acuerdo con CACAO FINO (2008), el número promedio de mazorcas para obtener 1 kilogramo de cacao seco es de **14 mazorcas**.

INIAF (2012) indica que el precio de un kilogramo de cacao seco (Pepa) en el mercado formal y comercial es de **22 bolivianos/kilogramo**.

Zelada (2010) manifiesta que el rendimiento promedio de cacao en la región de Alto Beni es de **450 kilogramos/hectárea**.

La densidad de plantación de cacao en la parcela experimental fue de 3 metros entre plantas y 3 metros entre hileras, proyectando un total de **1111 plantas/hectárea.**

Los promedios que se presentan a continuación son de las unidades experimentales por bloque, donde en cada unidad experimental se tuvo a 3 plantas como muestra, obteniendo el promedio de un muestreo de 12 plantas por tratamiento.

a) B/C Biol

Biol (10 %)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	1	15	12	20	12	14,75

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{15\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 26187\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{26187\ bs}{3724{,}2\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 7{,}03}$$

Biol (20 %)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	2	17	16	12	11	14

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{14\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 24442\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{24442\ bs}{3724{,}2\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 6{,}56}$$

Murillo (2002) citado por Miranda (2005) asegura que cuando la relación es una cifra inferior a 1 tiende a ser bajista y no existe rentabilidad, en cambio, si es mayor a 22, es alcista manifestando de esta manera que existe escasa demanda, lo que originara que asciendan los precios.

Para el caso del biol, la relación Beneficio /costo es de 7,03 en el caso de biol al 10 % y de 6,56 para biol al 20 %, dando a entender que en ambos casos la aplicación de este producto es rentable en la producción de cacao.

b) B/C Purín

Purín (20%)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	3	16	19	13	21	17,25

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{17\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 29678\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{29678\ bs}{3714{,}2\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 7{,}90}$$

Purín (30%)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	4	18	17	13	23	17,75

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{18\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 31425\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{31425\ bs}{3714{,}2\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 8{,}46}$$

En relación al biofertilizante Purín, se tiene una relación de Beneficio /costo de 7,90 para el producto al 20 % y de 8,46 para purín al 30 %, proyectado para 1 hectárea de cacao, expresando en ambos casos una buena rentabilidad con la implementación de este biofertilizante.

c) B/C Té de Estiércol

Té est. (20%)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	5	12	21	21	13	16,75

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{17\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 29678\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{29678\ bs}{3706{,}7\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 8{,}00}$$

Té est. (30%)	Tratamiento	REP. I	REP. II	REP. III	REP. IV	PROMEDIO
	6	13	12	19	17	15,25

$$B = \frac{1111\ plantas}{1\ ha} * \frac{15\ mazorcas}{1\ planta} * \frac{1\ kg\ (cacao\ seco)}{14\ mazorcas} * \frac{22\ bolivianos}{1\ kg\ (cacao\ seco)}$$

$$B = 26187\ bs/ha$$

La relación Beneficio/Costo será:

$$\frac{B}{C} = \frac{26187\ bs}{3706{,}7\ bs} = \boldsymbol{\frac{B}{C} = 7{,}06}$$

En el caso del té de estiércol, se tiene una relación de Beneficio/costo de 8,00 para 1 hectárea de cacao con la aplicación de este producto al 20 % y de 7,06 con la implementación de este biofertilizante al 30 %, expresando en ambos casos una buena rentabilidad.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a todos los resultados obtenidos y a lo largo de la investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se logró evidenciar que en relación a la variable del número de mazorcas el Tratamiento 4, a base de purín al 30 % presenta un mayor número de mazorcas sanas con un promedio de 17,75 mazorcas, seguido del Tratamiento 3 a base del mismo producto al 20 % de concentración, con una media de 17,25 mazorcas por planta, dando a entender de esta forma la influencia del purín en relación al número de mazorcas. Sin embargo en relación al Tratamiento 7 o testigo cuya media es de 12,75 mazorcas, los resultados de estos tratamientos representan una diferencia considerable.

- De acuerdo a la incidencia del pasmazón del cacao *(Cherelle wilt)* en el ensayo realizado se concluye que las incidencias mas bajas se registraron con el Tratamiento 3 con una media de 10,16 % de incidencia, que corresponde a purín al 20 %, seguido del Tratamiento 4, también a base de purín al 30 %, con un promedio de incidencia de 10,63 %; por otro lado el Tratamiento 1, a base de biol al 10 % presenta una incidencia de 13,43 %, siendo una de la mas altas.

- Asimismo, el Tratamiento 7 o testigo, presenta una incidencia de 13,35 % de pasmazón del cacao, de acuerdo a esto se puede afirmar que existen diferencias en las incidencias, pero son poco considerables.

- Respecto al porcentaje de incidencia de la mazorca negra (*Phytopthora palmivora*), los clones de cacao presentaron las incidencias mas bajas con el Tratamiento 3, a base de purín al 20 %, con una media de 2,18 %, seguido del Tratamiento 1 correspondiente a biol al 10 %, con una incidencia de 3,23 %, en tanto que el Tratamiento 4 preparado con purín al 30 %, presenta una

incidencia de 3,82 %, que en relación al Tratamiento 3 es contradictorio, puestos que ambos tratamientos están en función al mismo biofertilizante.

- Por otra parte el Tratamiento 7 o testigo, presenta un promedio de incidencia de mazorca negra de 3,96 %, siendo esta la incidencia más alta, en relación a los demás tratamientos, considerando a su vez que los tratamientos aplicados y el manejo de alguna forma influyeron positivamente en los clones de cacao.

- La incidencia mas alta registrada en función a la variable escoba de bruja *(Moniliophthora perniciosa*) se manifiesta con el Tratamiento 6, elaborado con té de estiércol al 30 %, con una incidencia del 1,44 %, seguido de el Tratamiento 1, a base de biol al 10 % cuya media de incidencia de la enfermedad es de 1,38 %; en tanto que las incidencias mas bajas que se registraron fueron en los clones sometidos al Tratamiento 3 (purín al 20 %) con una incidencia de 0,96 porciento, siendo la mas baja, seguido del Tratamiento 2 (biol al 20 %), cuya media es de 1,11 %, resultando contradictorio al Tratamiento 1, puesto que ambos corresponden al biol.

- No obstante el Tratamiento 7 o testigo presento una incidencia de escoba de bruja de 1,40 %, que en relación a los demás tratamientos es superior, pero no considerablemente, que se presume es por la influencia de los biofertilizantes como de las condiciones de manejo.

- En relación a costos de producción, la implementación de los distintos biofertilizantes indica que el costo de producción del cultivo y la implementación del Biol representa una inversión de 3724,2 bolivianos en un año por hectárea, por otro lado, el Purín representa una inversión de 3714,2 bolivianos por hectárea en una producción anual, en tanto que la implementación del Té de estiércol representa el costo de 3706,7 bolivianos por hectárea en un año.

- Respecto a la relación Beneficio/costo en la implementación de los distintos biofertilizantes, a las dosis propuestas, proyectando a una hectárea de cacao por año, se concluye que se tiene una mejor rentabilidad con la implementación de purín al 30 %, cuya relación beneficio/costo es de 8,46, seguido de té de estiércol al 20 % con una relación de beneficio/costo de 8,00. Sin embargo la relación beneficio/costo más inferior se presento con la proyección de biol al 20 %, con una relación de 6,56, que de alguna forma es un buen valor que indica que existe rentabilidad con la implementación de este producto en una parcela de cacao.

VIII. RECOMENDACIONES

Finalizado el trabajo de investigación y en base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda realizar la fertilización orgánica al cultivo de cacao a través de la aplicación de biopreparados o biofertilizantes foliares con la finalidad de promover la producción orgánica en la región, además de reducir los costos de producción, considerando a su vez que las aplicaciones deben ser periódicas puesto que los productos orgánicos tienen una composición menor al de los productos químicos.

- Es importante recomendar también que se podrían utilizar algún tipo de adherente en los biofertilizantes foliares para lograr mayor efectividad en las aplicaciones, debido a que es probable que exista evaporación de los productos o factores climáticos como la lluvia laven casi en su totalidad el producto aplicado.

- Es necesario realizar un registro detallado de las frecuencias de aplicación y de las dosis utilizadas, para observar y poder realizar un seguimiento adecuado de las mismas en relación a la respuesta del cultivo, esto con la finalidad de ajustar dosis y frecuencia.

- Se recomienda realizar paralelamente a las aplicaciones de los biofertilizantes foliares un manejo adecuado del cultivo, como el deschuponado, control de malezas, poda fitosanitaria y poda de mantenimiento, además de retirar las mazorcas enfermas para evitar nuevos focos de infección y diseminación de los agentes patógenos.

- Es sumamente importante tomar en cuenta el momento de aplicación, por ello se recomienda realizar las aplicaciones en horas de la mañana o en horas de la tarde, donde existe mayor acción estomática (apertura de estomas), para

que el cultivo pueda absorber la mayor cantidad de nutrientes del producto aplicado.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el biofertilizante purín (ambas dosis) debido a que presentaron una influencia superior en el cultivo de cacao en relación a los demás tratamientos, tanto en la variable de número de mazorcas como en las variables de incidencia.

- Es recomendable realizar un análisis físico – químico de los biofertilizantes para tener conocimiento de de los compuestos orgánicos presentes en los mismos, de esta forma poder establecer con exactitud el efecto de los mismos sobre el cultivo.

- Las proyección de las relaciones Beneficio/Costo en los tres biofertilizantes a sus dos dosis de aplicación manifiestan que existe rentabilidad con la implementación de estos productos en una parcela de cacao, por ello se recomienda incentivar a los productores a que promuevan la agricultura orgánica con la implementación de estos productos en sus parcelas que de alguna forma mejoran el rendimiento de las plantas de cacao.

IX. BIBLIOGRAFIA

➢ LIBROS CONSULTADOS

BARBARA, J y RITCHIE, J. 2003. Descubriendo y aprendiendo acerca del cacao. Guía para facilitadores. Ed. CABI. Quito, Ecuador. 135 p.

CACAO FINO. 2008. Manual de Fomento y Manejo Integral para la Producción de Cacao Fino. Apoyo de la Embajada de Dinamarca. Ed. REPSA. Santa Cruz, Bolivia. 18 p.

CIFERRI, R. 1984. Estudios sobre el Cacao, Incidencia de la Pasmazón de los Pepinos en algunos cacaos venezolanos. S/e. S/Ed. Caracas, Venezuela. 342 p.

COCHRAN, W. y COX, G. 1971. Diseños Experimentales. 2ª *ed.* Ed. TRILLAS. México DF, México. 660 p.

CUMAT - CUTESU (Capacidad de uso mayor de laTierra). 1985. Proyecto Alto Beni. Informe técnico. La Paz, Bolivia. 146 p.

CHILON, E. 1991. Apuntes de Fertilidad de Suelos. S/E. S/e. La Paz, Bolivia. 65 p.

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2000. Prevención de Enfermedades del Cacao. Ed. Ciencias. San Francisco de Macoris, República Dominicana. 16 p.

INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2009. Manual del cultivo de Cacao. Ed. MAGAP. Quito, Ecuador. 25 p.

LALATTA, F. 1988. Fertilización de Arboles Frutales. 1ª edición. CEAC. Barcelona, España. 171 p.

LITTLE, T, y HILLS, J. 1976. Métodos Estadísticos para la investigación en la Agricultura. 2ª *reimp.* Ed. TRILLAS. México DF, México. 270 p.

MCOAB (Modernización de la Cacaocultura Orgánica en Alto Beni). 2003. Memorias para curso de promotores. Alto Beni, Bolivia. 12 p.

PARRA, D. 2008. Escoba de bruja del cacao en Venezuela. Centro de Investigaciones del Estado Miranda (INIA). Ed. BITE. Maracaibo, Venezuela. 56 p.

PHILLIPS, W y CERDA, R. 2009. Enfermedades del Cacao en Centroamérica. Catalogo. 4ª edición. Ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 24 p.

PORRAS, V y SÁNCHEZ, L. 1991. Enfermedades del cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Comunicación y Desarrollo. Ficha número 5. Ed. La Lima. Cortes, Honduras. 16 p.

PROAMAZONIA (Programa para el Desarrollo de la Amazonía). 2004. Manual del Cultivo de Cacao. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 83 p.

RESTREPO, J. 2002. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y Biofertilizantes Foliares. 1ª edición. Ed. Revoluciones. San Jose, Costa Rica. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 155 p.

REYES, H y ARMAS, L. 1965. Observaciones sobre el marchitamiento de los chireles en el cacao. S/e. S/E. Estado de Miranda, Venezuela. 28 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2012. Datos climáticos de Alto Beni. La Paz, Bolivia. 18 p.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2011. Escoba de Bruja del Cacao. Ficha técnica número cuatro. 1ª edición. Ed LANREF. Coyoacán, México. 25 p.

SUÁREZ, J. y HERNÁNDEZ, A. 2010. Programa Nacional de Investigación para incrementar la Sostenibilidad y Competitividad de la Cacaocultura en Colombia. 2ª edición. Ed. Produmedios. Bogotá, Colombia. 90 p.

ZELADA, E. 2010. Cultivo del Cacao. S/e. La Paz, Bolivia. 27 p.

- **TESIS CONSULTADAS**

MIRANDA, M. 2005. Evaluación del Comportamiento Agronómico de las Plantaciones de Cacao (*Theobroma cacao L.)* injertadas y establecidas por la Cooperativa el CEIBO en Alto Beni. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 101 p.

TAMBILLO, N. 2002. Estudio Comparativo de Diferentes Niveles de Fertilizantes Foliares en el Cultivo de de la Cebada Forrajera (*Hordeum vulgare*) en el Altiplano Central. La Paz, Bolivia. 81 p.

VELARDE, J. 1998. Evaluación de Comportamiento y Desarrollo de cuatro Variedades de Cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre tres pies de Injerto en la zona de Alto Beni. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 116 p.

VILLEGAS, A. 2004. Evaluación de Biofertilizantes Líquidos Foliares en el Cultivo de Banano (*Musa acuminata*) en la zona de Alto Beni, Provincia Sud Yungas. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 117 p.

- **SITIOS WEB**

AGROBIOL (Manual de Elaboración Biofertilizante Foliar). 2002. Abonos orgánicos en la Agricultura (en línea). Ed. MIXTECA. Lima, Perú. 22 p. Consultado el 18 de enero de 2014. Disponible en:

http://www.canacacao.biofertilizante.agrobiolorg/uploads/smartsection/19foliar.pdf

ARS (Agricultural Research Service). 1998. Enfermedades y otras Plagas del Cultivo de Cacao (en Linea). Estación en Investigacion de Agricultura Tropical – USDA. Ed. Bioverstity. Lima, Perú. Consultado el 15 de enero de 2014. Disponible en:

http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Enfermedades_cacao.pdf

INIA 2008. Producción y uso del Biol. Proyecto *In situ.* 1ª edición. SLM GRAFIC. (en línea). Lima, Perú. 12 p. Consultado el 22 de agosto de 2013. Disponible en:

http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf

INIAF 2012. Precio de los productos agrícolas de exportación, cacao. (en línea). 4 p. Consultado el 22 de marzo de 2014. Disponible en:

http://www.iniaf,bolivia.gob.insumos/preciosexpor/in/cacao

ISLA, E. 2009. Propuesta para el Manejo de Cacao Orgánico. Proyecto "Paz y Conservación Binacional en la Cordillera del Cóndor Ecuador – Perú" (en línea). Lima, Perú. 85 p. Consultado el 6 de septiembre de 2013. Disponible en:

http://www.fintrac.com/docs/perú/Producción de cacao/20%_WEB.pdf

MEJIA, L y PALENCIA, G. 2002. Abono orgánico, Manejo y uso en el Cultivo de Cacao (en línea). s/e. s/E. Cuzco, Perú. 18 p. Consultado el 6 de septiembre de 2013. Disponible en:

http://agritech.tnau.ac.in/abonorrganico/cacao_plantation%20crops_cocoa.html

MORA, A. 2001. Fertilización. Evaluación de las necesidades de Fertilización (en línea). Bogotá, Colombia. 17 p. Consultado el 15 de noviembre de 2013. Disponible en:

http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Fertilizacion_del_cacao.pdf

ANEXOS

IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FÍSICO - QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *IVAN ROMAN CARVAJAL VELASCO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia SUD YUNGAS, SAPECHO - ALTO BENI.*

NO SOLICITUD: *246A / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *02 / Julio / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *02 / Agosto / 2013*
Nº Factura : *6823 / 13*

ESTACION EXPERIMENTAL SAPECHO - UMSA

DESCRIPCIÓN : *Muestra de abono BIOL : T 1 - T 2.*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
614-01 /2013	pH	7,06	-	Potenciometría
614-02 /2013	Conductividad eléctrica	17,510	mS / cm	Potenciometría
614-03 /2013	Materia Orgánica	0,410	%	Walkley Black
614-04 /2013	Nitrógeno Kjeldahl	0,236	%	Kjeldahl
614-05 /2013	Fósforo	0,029	%	Espectrofotometría UV-Visible
614-06 /2013	Potasio	0,366	%	Emisión atómica
614-07 /2013	Calcio	0,754	g / L	Absorción atómica.
614-08 /2013	Sodio	0,659	g / L	Emisión atómica
614-09 /2013	Humedad	97,00	%	Gravimetría
614-10 /2013	Materia seca	3,00	%	Gravimetría
614-11 /2013	Densidad	0,92	g / ml	Picnometría

OBSERVACIONES,-

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz-Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - BoliviaCasilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FÍSICO - QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *IVAN ROMAN CARVAJAL VELASCO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia SUD YUNGAS, SAPECHO - ALTO BENI.*

NO SOLICITUD: *246B / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *02 / Julio / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *02 / Agosto / 2013*
Nº Factura : *6823 / 13*

ESTACION EXPERIMENTAL SAPECHO - UMSA

DESCRIPCIÓN : *Muestra de abono PURIN : T 3 - T 4.*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
615-01 /2013	pH	5,88	-	Potenciometría
615-02 /2013	Conductividad eléctrica	10,320	mS / cm	Potenciometría
615-03 /2013	Materia Orgánica	0,270	%	Walkley Black
615-04 /2013	Nitrógeno Kjeldahl	0,047	%	Kjeldahl
615-05 /2013	Fósforo	0,035	%	Espectrofotometría UV-Visible
615-06 /2013	Potasio	0,164	%	Emisión atómica
615-07 /2013	Calcio	0,633	g / L	Absorción atómica.
615-08 /2013	Sodio	0,280	g / L	Emisión atómica
615-09 /2013	Humedad	93,50	%	Gravimetría
615-10 /2013	Materia seca	6,50	%	Gravimetría
615-11 /2013	Densidad	0,93	g / ml	Picnometría

OBSERVACIONES,-

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz-Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - BoliviaCasilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FÍSICO - QUIMICO DE ABONOS

INTERESADO : *IVAN ROMAN CARVAJAL VELASCO*
PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ, Provincia SUD YUNGAS, SAPECHO - ALTO BENI.*

NO SOLICITUD: *246C / 2013*
FECHA DE RECEPCION : *02 / Julio / 2013*
FECHA DE ENTREGA : *02 / Agosto / 2013*
Nº Factura : *6823 / 13*

ESTACION EXPERIMENTAL SAPECHO - UMSA

DESCRIPCIÓN : *Muestra de abono TE DE ESTIERCOL : T 5 - T 6.*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
616-01 /2013	pH	7,60	-	Potenciometría
616-02 /2013	Conductividad eléctrica	9,930	mS / cm	Potenciometría
616-03 /2013	Materia Orgánica	0,200	%	Walkley Black
616-04 /2013	Nitrógeno Kjeldahl	0,034	%	Kjeldahl
616-05 /2013	Fósforo	0,010	%	Espectrofotometría UV-Visible
616-06 /2013	Potasio	0,185	%	Emisión atómica
616-07 /2013	Calcio	0,416	g / L	Absorción atómica.
616-08 /2013	Sodio	0,402	g / L	Emisión atómica
616-09 /2013	Humedad	96,6	%	Gravimetría
616-10 /2013	Materia seca	3,40	%	Gravimetría
616-11 /2013	Densidad	0,94	g / ml	Picnometría

OBSERVACIONES,-

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR La Paz-Bolivia

RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - BoliviaCasilla 4821 , Telf.-2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo

Anexo 5. Análisis de Varianza para el Número de mazorcas (SAS system)

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
BIOFERTILIZANTE	3	1 2 3
DOSIS	2	1 2

Número de observaciones leídas 24
Número de observaciones usadas 24

Procedimiento GLM

Variable dependiente: **número de mazorcas**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	45.2083333	9.0416667	0.62	0.6851
Error	18	261.7500000	14.5416667		
Total corregido	23	306.9583333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	mazorcas Media
0.147278	17.89569	3.813354	15.95833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	39.08333333	19.54166667	1.34	0.2858 *
dosis	1	2.04166667	2.04166667	0.14	0.7123 ns
biofertilizante*dosis	2	4.08333333	2.94166667	0.20	0.1700 *

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	39.08333333	19.54166667	1.34	0.2858 *
dosis	1	2.04166667	2.04166667	0.14	0.7123 ns
biofertilizante*dosis	2	4.08333333	2.94166667	0.20	0.1700 *

Anexo 6. Análisis de Varianza para Incidencia de *Cherelle wilt* (SAS system)

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
BIOFERTILIZANTE	3	1 2 3
DOSIS	2	1 2

Número de observaciones leídas 24
Número de observaciones usadas 24

Procedimiento GLM

Variable dependiente: **pasmazón del cacao *(Cherelle wilt)***

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	28.56007083	5.71201417	1.46	0.2502
Error	18	70.24512500	3.90250694		
Total corregido	23	98.80519583			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pasmazón Media
0.289054	16.80601	1.975476	11.75458

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	23.54063333	11.77031667	3.02	0.0742 *
dosis	1	0.05900417	0.05900417	0.02	0.9035 ns
biofertilizant*dosis	2	4.96043333	2.48021667	0.64	0.5411 *

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	23.54063333	11.77031667	3.02	0.0742 *
dosis	1	0.05900417	0.05900417	0.02	0.9035 ns
biofertilizant*dosis	2	4.96043333	2.48021667	0.64	0.5411 *

Anexo 7. Análisis de Varianza para Incidencia de Mazorca negra (SAS system)

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
BIOFERTILIZANTE	3	1 2 3
DOSIS	2	1 2

Número de observaciones leídas 24
Número de observaciones usadas 24

Procedimiento GLM

Variable dependiente: **mazorca negra (*Phytopthora palmivora*)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	5.68553333	1.13710667	2.53	0.0663
Error	18	8.07665000	0.44870278		
Total corregido	23	13.76218333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	mazorca negra Media
0.413127	19.36124	0.669853	3.135833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	0.22543333	0.11271667	0.25	0.7805 ns
dosis	1	1.90406667	1.90406667	4.24	0.0542 *
biofertilizant*dosis	2	3.55603333	1.77801667	3.96	0.0375 *

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	0.22543333	0.11271667	0.25	0.7805 ns
dosis	1	1.90406667	1.90406667	4.24	0.0542 *
biofertilizant*dosis	2	3.55603333	1.77801667	3.96	0.0375 *

Anexo 8. Análisis de Varianza para Incidencia de Escoba de bruja (SAS system)

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
BIOFERTILIZANTE	3	1 2 3
DOSIS	2	1 2

Número de observaciones leídas 24
Número de observaciones usadas 24

Procedimiento GLM

Variable dependiente: **escoba de bruja**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	0.65788333	0.13157667	1.66	0.1950
Error	18	1.42585000	0.07921389		
Total corregido	23	2.08373333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	escoba de bruja Media
0.315723	18.13285	0.281450	1.216667

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	0.10885833	0.05442917	0.69	0.5157 *
dosis	1	0.08881667	0.08881667	1.12	0.3037 *
biofertilizant*dosis	2	0.46020833	0.23010417	2.90	0.0807 *

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
biofertilizante	2	0.10885833	0.05442917	0.69	0.5157 *
dosis	1	0.08881667	0.08881667	1.12	0.3037 *
biofertilizant*dosis	2	0.46020833	0.23010417	2.90	0.0807 *

Anexo 9. Prueba de Duncan para Número de mazorcas (SAS system)

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para mazorcas

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	BIOFERTILIZANTE
	A	17.500	8	2
	A			
	A	16.000	8	3
B	A			
B		14.375	8	1

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	DOSIS
	A	16.250	12	1
	A			
	A	15.667	12	2

Número de medias	2	3	4	5	6	7
Rango crítico	5.219	5.479	5.645	5.761	5.847	5.913

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	BIOFERT*DOSIS
	A	17.750	4	4
	A			
	A	17.250	4	3
	A			
	A	16.750	4	5
B	A			
B	A	15.250	4	6
B	A			
B		14.750	4	1
B				
B		14.000	4	2
B				
B		12.750	4	7

Anexo 10. Prueba de Duncan para Incidencia de *Cherelle wilt* (SAS system)

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para pasmazón del cacao

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	BIOFERTILIZANTE
	A	12.7438	8	1
	A			
B	A	12.1188	8	3
B				
B		10.4013	8	2

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	N	DOSIS
A	11.8042	12	1
A			
A	11.7050	12	2

Número de medias	2	3	4	5	6	7
Rango crítico	2.796	2.935	3.024	3.086	3.132	3.168

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO			MEDIA	N	BIOFERT*DOSIS
		A	13.435	4	1
		A			
		A	13.355	4	7
		A			
	B	A	12.425	4	6
	B	A			
	B	A	12.053	4	2
	B	A			
	B	A	11.813	4	5
	B	A			
	B	A	10.638	4	4
	B				
	B		10.165	4	3

Anexo 11. Prueba de Duncan para Incidencia de Mazorca negra (SAS system)

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para mazorca negra

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	BIOFERTILIZANTE
A		3.2300	8	3
A				
A		3.1750	8	1
A				
A		3.0025	8	2

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	DOSIS
	A	3.4175	12	2
B	A			
B		2.8542	12	1

Número de medias	2	3	4	5	6	7
Rango crítico	0.986	1.036	1.067	1.089	1.105	1.118

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

DUNCAN AGRUPAMIENTO			MEDIA	N	BIOFERT*DOSIS
		A	3.9625	4	7
		A			
		A	3.8225	4	4
		A			
		A	3.3125	4	6
		A			
		A	3.2325	4	1
		A			
	B	A	3.1475	4	5
	B	A			
	B	A	3.1175	4	2
	B				
	B		2.1825	4	3

Anexo 12. Prueba de Duncan para Incidencia de Escoba de bruja (SAS system)

Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para escoba

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	BIOFERTILIZANTE
A		1.2813	8	3
A				
A		1.2450	8	1
B	A			
B		1.1238	8	2

DUNCAN AGRUPAMIENTO		MEDIA	N	DOSIS
A		1.2775	12	2
B	A			
B		1.1558	12	1

Número de medias	2	3	4	5	6	7
Rango crítico	.4010	.4210	.4337	.4427	.4493	.4543

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

DUNCAN AGRUPAMIENTO			MEDIA	N	BIOFERT*DOSIS
		A	1.4400	4	6
		A			
		A	1.4050	4	7
		A			
		A	1.3800	4	1
		A			
	B	A	1.2825	4	4
	B	A			
	B	A	1.1225	4	5
	B	A			
	B	A	1.1100	4	2
	B				
	B		0.9650	4	3

Anexo 13. Promedio de las variables de respuesta por repetición

	Tratamiento	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	PROMEDIOS
Número de mazorcas	**1**	15	12	20	12	**14,75**
	2	17	16	12	11	**14**
	3	16	19	13	21	**17,25**
	4	18	17	13	23	**17,75**
	5	12	21	21	13	**16,75**
	6	13	12	19	17	**15,25**
	7	13	14	12	12	**12,75**
Cherelle wilt (%)	**1**	13,9	13,84	10,42	15,58	**13,435**
	2	10,36	10,54	11,57	15,74	**12,0525**
	3	8,76	10,81	11,22	9,87	**10,165**
	4	10,51	10,35	12,84	8,85	**10,6375**
	5	14,7	9,38	10,57	12,6	**11,8125**
	6	12,75	11,51	10,73	14,71	**12,425**
	7	12,33	14,5	14,58	12,01	**13,355**
Mazorca negra (%)	**1**	4.15	2,63	3,73	2,42	**3,23**
	2	3,1	2,65	4,19	2,53	**3,1175**
	3	2,09	2,02	2,28	2,34	**2,1825**
	4	4,21	4,27	3,91	2,9	**3,8225**
	5	3,7	2,57	3,27	3,05	**3,1475**
	6	3,9	2,67	2,46	4,22	**3,3125**
	7	4,09	4,5	4,28	2,98	**3,9625**
Escoba de bruja (%)	**1**	1,44	1,39	1,33	1,36	**1,38**
	2	0,93	1,2	1,11	1,2	**1,11**
	3	0,68	1,02	1,21	0,95	**0,965**
	4	0,93	1,81	0,79	1,6	**1,2825**
	5	1,28	1,28	0,95	0,98	**1,1225**
	6	1,14	1,81	1,13	1,68	**1,44**
	7	1,17	1,34	1,68	1,43	**1,405**