

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“EFECTO DE BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR A DIFERENTES NIVELES
EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRUTILLA (*fragaria x annanasa*) EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA”**

PADILLA ARUHIZA VERÓNICA

LA PAZ – BOLIVIA

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR A DIFERENTES NIVELES
EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE FRUTILLA(*fragaria x annanasa*)EN EL
CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

Tesis de Grado Presentado como requisito
parcial para optar el Título de Ingeniero
Agrónomo.

PADILLA ARUHIZA VERÓNICA

ASESORES:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Ing. M.Sc. Yakov Arteaga García

TRUBUNAL EXAMINADOR:

Ing. Roberto Miranda Casas

Ing. Freddy Porco Chiri

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

2013

Dedicatoria

Dedicado a mi familia: A mi querida Madre por sus palabras de aliento, a mi Padre por su apoyo moral e incondicional. Principalmente a mis hermanos; Patricia, Ramiro, Amalia, Rosendo, Lidia, Freddy, Marco, Rodrigo y David Padilla, por creer en mí y darme todo su apoyo. Y por último a mis docentes por transmitirme sus conocimientos y experiencias para la vida profesional.

Verónica Padilla Aruñiza

Agradecimientos

Mis agradecimientos de corazón al Ing. Jorge Pascuali Cabrera, por su colaboración, asesoramiento y dedicación para con mi persona en la elaboración de mi trabajo de tesis, de la misma forma al Ing. Yakov Arteaga García por su apoyo, orientación y consejos sabios. Y finalmente al Ing. Roberto Miranda Casas, e Ing. Freddy Porco Chiri, agradeciendo sus sabios consejos, y recomendaciones.

INDICE GENERAL		Pág.
1 INTRODUCCIÓN		1
1.2 Justificación		2
1.3 Objetivos		3
1.3.1 Objetivo General		3
1.3.2 Objetivos Específicos		3
2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA		4
2.1 Descripción de la planta de Frutilla		4
2.1.1 Flores y Fruto		5
2.1.2 Estolones		6
2.1.3 Propagación		6
2.2 Descripción de la Variedad		7
2.3 Aspectos Eco Fisiológicos		8
2.3.1 Clima		8
2.3.1.1 Temperatura		8
2.3.1.2 Fotoperiodo		9
2.3.2 Humedad		10
2.3.3 Suelos		10
2.3.4 Agua		11
2.4 Requerimiento de la Planta de Frutilla		11
2.4.1 Materia Orgánica		12
2.4.2 Fertilización		12
2.5 Agentes Fitopatógenos		13
2.5.1 Virus		13
2.5.2 Enfermedades		14
2.5.3 Plagas		14
2.6 Producción de Frutilla en el Mundo		15
2.6.1 Producción de Frutilla en Latino América		16

2.6.2	Producción de Frutilla en Bolivia	17
2.6.3	Calidad de la Frutilla	18
2.6.4	Tipos Principales de Comercialización	19
2.7	Importancia de Ambientes protegidos	20
2.7.1	Orientación	20
2.7.2	Ambiente Controlado	21
2.7.3	Ventilación	21
2.8	Riego por Goteo	21
2.8.1	Colocación de Plástico	22
2.8.2	Sistema de Cultivo	22
2.9	Fertilizantes Orgánicos	23
2.9.1	Estiércol de Animales o Abono Natural	24
2.9.1.1	Importancia del Estiércol como Fertilizantes Orgánicos	24
2.9.1.2	Factores que afectan el contenido de Nutrientes del Estiércol	26
	• Especie animal	26
	• Edad	27
	• Dieta	27
2.9.1.3	Factores que disminuye la Calidad del Estiércol	27
2.9.2	Fertilizante Orgánico Líquido	28
2.9.2.1	Tipos de abonos Orgánicos Líquidos	29
2.9.2.2	El Biol	29
2.9.2.3	Formación del Biol	30
2.9.3	Proceso de Biodigestión	30
2.9.3.1	Biodigestor	31
2.9.4	Utilidad del Biol como Fertilizante Líquido	32
2.9.5	Concentración de Biol	33
2.9.5.1	Uso y Formas de Aplicación del Biol	33
2.9.5.2	Aplicación General del Biol	33
2.9.6	Composición Físicoquímico del Biol	34
2.9.7	Composición Bioquímica del biol	35
3	MATERIALES Y MÉTODOS	36

3.1 Localización	36
3.1.1 Ambiente Atemperado	37
3.2 Material Experimental	37
3.2.1 Material Biológico	38
3.2.2 Fertilizante Orgánico Líquido	38
3.2.3 Materiales de Campo para la Carpa	38
3.2.3.1 Material de gabinete e Instrumentos	38
3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO	39
3.3.1 Procedimiento Experimental	39
3.3.1.1 Obtención del Biol	39
3.3.1.2 Procedimiento del Biol	39
• Ubicación para el Biodigestor	39
• Instalación del Biodigestor	39
• Cama para la Manga de Polietileno	40
• Recolección del Estiércol de Llama	41
• Deposición del Estiércol Preparado	41
• Preparación del Biol	41
• Análisis químico del biol	42
3.4 Procedimiento de la Frutilla variedad(<i>fragaria x anannasa</i>)	43
• Preparación del Suelo	43
• Antecedentes del Suelo Antes del Trasplante	44
• Remoción del Suelo	44
• Riego Antes del Trasplante	44
• Control de Malezas Antes del Trasplante	45
• Desinfección del Suelo	45
• Nivelación del Suelo	45
• Instalación de Riego	45
• Delimitado del Terreno	46
• Muestreo y Análisis de Suelo	46

• Selección y Propagación de las Plantas de Frutilla	48
a) Conservación de las plantas hijas	48
• Trasplante	49
• Aplicación de Riego	49
• Aplicación del Biol como Fertilización Foliar	49
b) Refalo	50
• Colocación del Plástico de Solarización	50
3.4.1 Actividades Culturales	51
• Poda	51
• Riego	51
• Monitoreo	51
• Cosecha	51
• Post Cosecha	52
• Prueba del porcentaje en °Brix de la frutilla	52
• Prueba del pH en la frutilla	52
3.4 Diseño Experimental	53
3.4.1 Modelo Lineal Aditivo	53
3.4.2 Características del Trabajo de Investigación	54
3.4.3 Formulación de Tratamientos	54
3.4.4 Croquis del Experimento	55
3.4.5 Descripción del Diseño Experimental	56
3.5 Variables de Respuesta	56
3.5.1 Variables climáticas	56
3.5.1.2 Temperatura de la Carpa Solar	56
3.5.2 Variables Agronómicas	57
3.5.2.1 Altura de la Planta	57
3.5.2.2 Número de Hojas	57
3.5.2.3 Número de Inflorescencias	58
3.5.2.4 Número de Frutos	59
3.5.2.5 Presencia de controladores Biológicos o Plagas	59

3.5.3 Variables de Rendimiento	60
3.5.3.1 Peso del Fruto	60
3.5.3.2 Longitud del Fruto	60
3.5.3.3 pH de la Frutilla	61
3.5.3.4 Porcentaje de °Brix de la Frutilla	61
3.5.3.5 Grados de Maduración	62
3.5.3.6 Beneficio Costo	62
4. RESULTADOS Y DISCUCIONES	63
4.1 Variables Agronómicas	63
4.1.2 Temperatura al interior de la Carpa Solar	63
4.1.3 Altura de la Planta	65
4.1.4 Número de Hojas	69
4.2.5 Número de Inflorescencias	71
4.2.6 Presencia de Plagas y Controladores Biológicos	75
4.3 Variables de Rendimiento	76
4.3.1 Número de Frutos	76
4.3.2 Longitud del Fruto	79
4.3.3 Peso del Fruto	82
4.3.4 pH de la Frutilla	84
4.3.5 Porcentaje de °Brix de la Frutilla	85
4.3.6 Grados de Madurez de la Frutilla	86
4.3.7 Comercialización de la Frutilla	88
4.3.8 Beneficio Costo	89
4.3.8.1 Costos de Producción	89
5 CONCLUSIONES	91
6 RECOMENDACIONES	93
7 BIBLIOGRAFIA	94
8 ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 1	Exigencias climáticas del cultivo de frutilla	9
Cuadro Nº2	Temperatura y fotoperiodo en la frutilla	10
Cuadro Nº3	Requerimientos de Nutrientes para el cultivo de frutilla	12
Cuadro Nº4	Enfermedades más comunes en la frutilla	14
Cuadro Nº5	Plagas más comunes en la Frutilla	15
CuadroNº6	Producción y Rendimiento agrícola en toneladas del cultivo de frutilla a nivel Latino americano	17
Cuadro Nº7	Producción y Rendimiento Agrícola del cultivo de frutilla a Nivel Nacional	18
Cuadro Nº8	Composición nutricional de la frutilla	19
Cuadro Nº9	Composición química del estiércol	25
Cuadro Nº10	Nutrientes en estiércoles de varias Especies Animales	26
Cuadro Nº11	Formas de aplicación del Biol	33
Cuadro Nº12	Ejemplos de Dosificación de Biol	34
Cuadro Nº13	Composición físico-químico de otros Bioles	34
Cuadro Nº14	Composición Bioquímica del Biol	35
CuadroNº15	Análisis químico del Biol de camélido del Centro Experimental de Choquenaira	42
Cuadro Nº16	Características Positivas y Negativas del biol	43
Cuadro Nº17	Análisis Químico de Suelo Extraído de Cota Cota	46
CuadroNº18	Análisis Químico del Suelo con Biol, Extraído de Cota Cota.	47
Cuadro Nº19	Concentración y Dosificación del biol de Camélido	54
Cuadro Nº20	Niveles de Biol	54
Cuadro Nº21	Descripción del Diseño Experimental	56
Cuadro Nº22	Análisis de Varianza para Altura de la Planta	65
CuadroNº23	Prueba de significancia de Duncan para Altura de la Planta de Frutilla	66
Cuadro Nº24	Análisis de Varianza del Número de Hojas	69

Cuadro Nº25	Análisis de Varianza del número de Inflorescencias	71
Cuadro Nº26	Prueba de significancia de Duncan para número de Inflorescencias	72
Cuadro Nº27	Incidencia de Plagas o Controladores Biológicos	75
Cuadro Nº28	Análisis de varianza del Número de Frutos	76
Cuadro Nº29	Prueba de significancia de Duncan para número de Frutos	77
Cuadro Nº30	Análisis de Varianza para Longitud del Fruto	79
Cuadro Nº31	Prueba de significancia de Duncan para longitud de los Frutos	80
Cuadro Nº32	Análisis de Varianza de Peso del Fruto	82
Cuadro Nº33	Prueba de significancia de Duncan para peso de los frutos	83
Cuadro Nº34	pH Registrado de las frutillas tratadas	84
Cuadro Nº35	Calidad de la Frutilla por su Porcentaje de °Brix	85
Cuadro Nº36	Grados de Maduración de la Frutilla	86
Cuadro Nº37	Clasificación de la Frutilla para su Comercialización	88
Cuadro Nº38	Rendimiento del cultivo de frutilla	89
Cuadro Nº39	Beneficio Costo de la Frutilla por Tratamiento	89

INDICE DE FIGURAS		Pág
Figura Nº 1	Componentes Fisiológicos de la Planta de Frutilla	4
Figura Nº 2	Clasificación de Diversos Estadios de Maduración	5
Figura Nº 3	Destolonado de una Planta de Frutilla	6
Figura Nº4	Densidad de Plantación sobre el Sistema de Cultivo de Frutilla.	23
Figura Nº5	Partes de un Biodigestor	31
Figura Nº6	Ubicación Geográfica del Centro Experimental de Cota Cota	36
Figura Nº7	Interior de la Carpa de Cultivos Hortícolas y Cultivo de Frutilla	37
FiguraNº8	Biodigestores instalados en el Centro Experimental de Choquenaira	40
FiguraNº9	Partes del biodigestor en el Centro Experimental de Choquenaira	41
FiguraNº10	Propagación de las plantas de Frutilla, Centro Experimental de Cota Cota	48
FiguraNº11	Refallo en algunas Plantas de Frutilla al principio de la Plantación	50
Figura Nº12	Selección de Frutos por el Tamaño	52
Figura Nº13	Formas Distintas de los Frutos	52
Figura Nº14	Croquis Experimental	55
Figura Nº15	Medición de la Altura de la Planta de Frutilla	57
Figura Nº16	Conteo Manual de las Hojas de Frutilla	58
Figura Nº17	Conteo Manual de las Flores de la Frutilla	58
Figura Nº18	Conteo Manual de los Frutos de la Planta de Frutilla	59
Figura Nº19	Presencia de Plagas	59
Figura Nº20	Presencia de bio Controladores	59
FiguraNº21	Balanza Analítica Para el Pesaje de los Frutos	60

Figura N°22	Medición del Fruto con Vernier	60
FiguraN°23	Balanza Para la Frutilla	61
Figura N°24	Selección de los frutos	61
Figura N°25	Brixometro para determinar los ° Brix de la Frutilla	61
Figura N°26	Abortos Florales de la planta de Frutilla	64

INDICE GRAFICOS

Gráfico N°1	Distribución Porcentual en Producción Mundial de la Frutilla	16
GraficoN°2	Variación de Temperaturas al Interior de la Carpa Solar	63
Gráfico N°3	Media Calculada para Altura de la Planta de Frutilla	68
Gráfico N°4	Media Calculada para Número de Hojas	70
Gráfico N°5	Media Calculada para Número de Inflorescencias	74
Gráfico N°6	Media Calculada para Número de Frutos	78
Gráfico N°7	Media Calculada para Longitud de los Frutos	81
Gráfico N°7	Media Calculada para Peso de los Frutos	83

RESUMEN

La presente investigación tuvo el propósito de ver el efecto del biol bajo diferentes niveles sobre el cultivo de frutilla de la variedad *Fragaria x ananassa*, bajo condiciones controladas, el segundo objetivo fue para ver el comportamiento agronómico de la misma y respectivamente su rendimiento. Este trabajo se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, el diseño experimental que se empleó fue la de bloques al azar; Con cuatro repeticiones y cinco tratamientos, cada tratamiento con 20 muestras. La dosificación del biol para el cultivo de frutilla fue nivel $T_1= 1$ lt de biol, nivel $T_2= 1,5$ lt de biol, nivel $T_3= 2$ lt de biol, nivel $T_4= 2,5$ lt de biol, y $T_5= 0$ lt de biol como testigo, todos disueltos en 15 litros de agua. La aplicación de este biol fue en dos ocasiones durante el ciclo fenológico de la planta de frutilla. Se registraron datos sobre variables agronómicas y variables de rendimiento desde el inicio hasta la culminación del trabajo de investigación.

Para los resultados en general, se obtuvieron características favorables: En el comportamiento agronómico, principalmente en la incidencia floral, que se tuvo un 60% de uniformidad, es decir que las plantas desarrollaron casi de manera uniforme.

En cuanto los resultados en el rendimiento agronómico, se obtuvieron frutos de tamaño característico a la variedad, grandes en su mayoría.

Mediante análisis in vitro se logró obtener la calidad de la frutilla, lo cual demuestra que es buena, característico de la variedad. La temperatura y fotoperiodo para el cultivo de la frutilla fue un factor clave, tanto desde la plantación hasta la cosecha. Por otro lado la aplicación de biol también influyó en el desarrollo de la planta, incidencia de flores, estolones, hojas, frutos, grados de maduración, y el uso del biol con nivel $T_4=2,5$ lt de biol en 15 litros de agua, obtuvieron resultados favorables, para el Beneficio Costo. Por último la producción de frutilla en $T_4=2,5$ lt dio como resultado, agricultura rentable de productos orgánicos a partir de la segunda gestión.

1 INTRODUCCIÓN

Se ha podido observar que para incrementar la producción y calidad de los productos alimentarios, la mayoría de los agricultores se basan en los principios de la Revolución Verde (uso de agroquímicos), siendo la mayoría conscientes de las pérdidas de nuestros recursos naturales, sin hacer nada al respecto. Por la ejecución de este sistema, con el tiempo, se fue debilitando el conocimiento del pequeño productor desviándolo hacia una salida fácil, de posteriores consecuencias irreversibles a dichos recursos.

Una de las posibilidades para el desarrollo de la agricultura, es el uso de biol, que por su gran bondad bioestimulante, ayuda a mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, este biol puede ser producido en forma natural y económica. El biol líquido puede influir directamente en el comportamiento agronómico de las plantas y por ello se la impone como una alternativa para diversificar la producción de manera orgánica.

En este caso se dará prioridad a la importancia de este abono líquido foliar considerado también como fuente orgánica de fitoreguladores. Y como aportador de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Además que existe un aumento por el interés de consumir productos naturales sin el agregado de productos sintetizados por el hombre.

El cultivo de frutilla en nuestro país puede ser otra alternativa viable, tanto en el altiplano, bajo condiciones controladas o como en la cabecera de valle y respectivamente en el trópico, estas se pueden adaptar con facilidad. Sin embargo para su producción, son muy exigentes en nutrientes por lo que puede elevar su costo de producción.

Por esta razón surge la iniciativa de estudiar el efecto del biol como fertilizante líquido foliar, en la producción del cultivo de frutilla, bajo condiciones controladas.

Además cabe mencionar que la frutilla se caracteriza por ser una planta de cultivo intensivo y como una planta de alta producción, es importante mantener un programa estricto de fertilización para reponer la extracción de nutrientes y así mantener la fertilidad del suelo además de reducir el costo de producción.

1.2 Justificación

La técnica de producción del cultivo de frutilla bajo una fertilización foliar con biol en condiciones controladas, trata de obtener como resultado el mayor aprovechamiento, calidad y rendimiento del producto. También se pretende evaluar diferentes niveles de fertilización foliar para obtener un producto de buena calidad a menor costo y con esto romper el consumo restringido de la frutilla en el altiplano boliviano debido a su elevado costo.

A su vez esta técnica propone y expresa también al productor la importancia de implementar buenas técnicas agronómicas que les permita obtener mayor producción a menor costo. Por otro lado incentivar al grande y pequeño productor, con principios ecológicos al usar este tipo de preparados y hacerle ver que su producción puede ser igual o quizá mucho mejor.

Al usar biol elaborado a base de estiércol de camélido, como fertilizante orgánico fermentado, se pretende responder a las necesidades y carencia de los nutrientes en la planta de frutilla, aun si la frutilla puede adaptarse bajo condiciones controladas, como toda planta necesita los nutrientes necesarios para su desarrollo y producción de la misma.

Por lo tanto el presente trabajo de investigación, consiste en ver el efecto del biol o abono líquido, como fertilizante foliar, bajo diferentes niveles en su aplicación sobre el cultivo de la frutilla cuya variedad llamada (*Fragaria x annanasa.*) tomando los siguientes puntos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de la fertilización foliar con biol a diferentes niveles de aplicación para el cultivo de la frutilla (*Fragaria x annanasa*) en el Centro Experimental de Cota Cota.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de la frutilla a medida que se le aplique el biol como fertilizante foliar.
- Evaluar el efecto sobre el rendimiento de los diferentes niveles de fertilización foliar en el cultivo de frutilla.
- Analizar la relación de Beneficio/Costo en la producción de frutilla bajo el uso de biol como fertilizante líquido.

2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Descripción de la Planta de Frutilla

Según Floquer (1986) y Villagrán 1994, la frutilla es considerada actualmente como una planta hortícola, es del tipo herbáceo, de vida corta, dura dos años en producción económica. Produce hojas, coronas, estolones, flores, frutos y raíces como muestra la figura N°1, su adaptación a diferentes factores ambientales puede modificar considerablemente la expresión de su desarrollo.

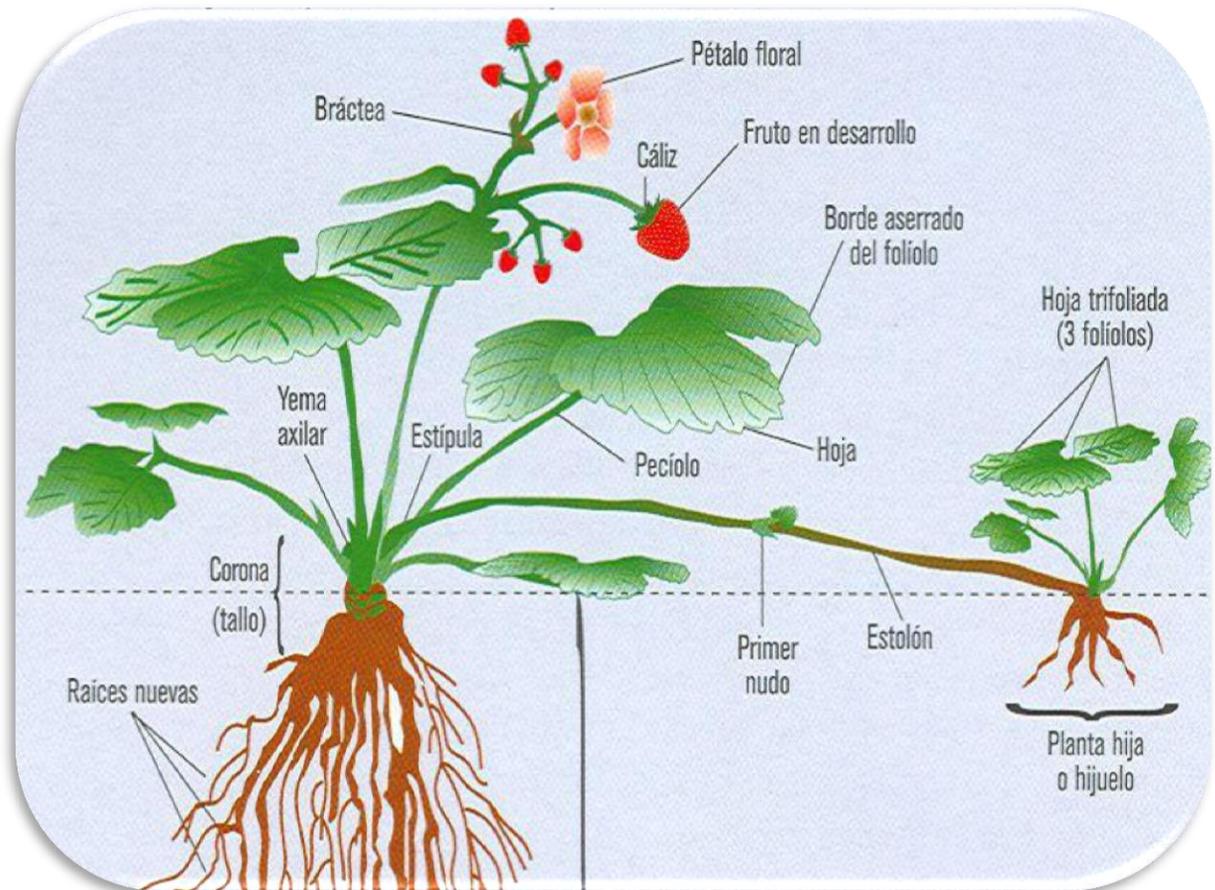


Figura N°1 Componentes Fisiológicos de la planta de Frutilla

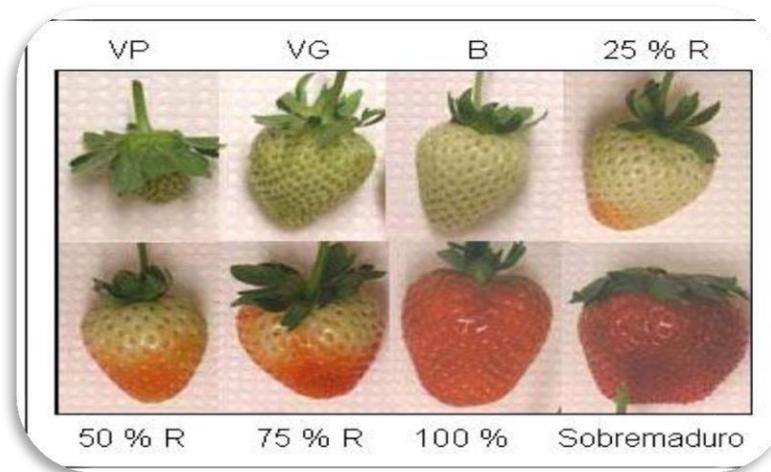
2.1.1 Flores y Fruto

Según Tonelli (2010) y Rosli (2003) *et al* las flores son pétalos de color generalmente blancos, en un número de cinco a seis, con 20 a 35 estambres y un número variable de pistilos. El fruto es un aquenio (cada frutilla está formada aproximadamente de 150 a 200 aquenios) cuyo desarrollo estimula el crecimiento y la coloración de la parte comestible ó frutilla propiamente dicha, que resulta ser un receptáculo carnoso, muy desarrollado, que contiene a los aquenios, el fruto es un poliaquenio, y en su conjunto adquieren formas diferentes: Globulosas, acorazonados o puntiagudo de color rojo, violeta o salmón de tamaño variable.

Juscafresa (1987), menciona una característica importante de la planta de frutilla: Que en el período de fructificación coexisten en una misma planta frutos con distinto grado de maduración, es decir que en un cultivo se pueden hallar simultáneamente frutos en diversos estadios de maduración.

Según Rosli *et al* (2003), Basándose en el tamaño y color superficial, los frutos pueden ser clasificados en: verdes (pequeños o grandes), blancos y, de acuerdo al porcentaje de rojo superficial, en 25, 50, 75 y 100% Rojo como se muestra en la siguiente figura N°2.

Figura N°2 Clasificación de Diversos Estadios de Maduración



2.1.2 Estolones

Según Tonelli (2010), los estolones son las guías que emite la planta de frutilla como estrategia de reproducción, estos crecen horizontalmente.

Según Mora (2003), los estolones deben ser eliminados para evitar que la planta destine esfuerzos, que debe utilizarlos en mejorar calidad y tamaño de los frutos. El destolonado debe realizarse por lo menos tres veces durante la temporada de producción, junto con esta práctica se deben eliminar las hojas envejecidas, lo que ayuda al control sanitario. La producción de estolones empieza en la mayoría de las variedades, cuando el largo del día es más de 12 horas y temperatura de 22 a 24C°Tonelli (2010).

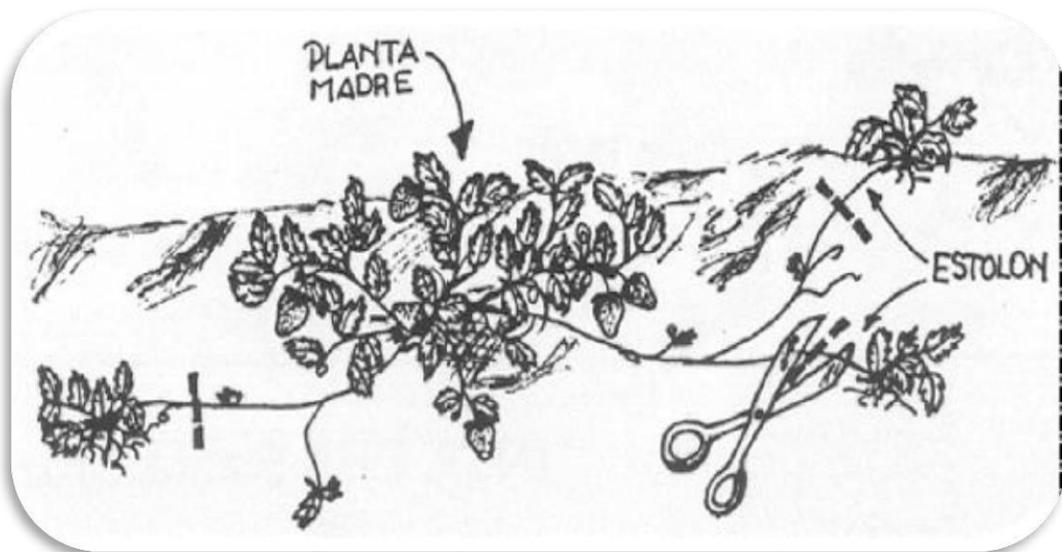


Figura N°3: Destolonado de la Planta de Frutilla

2.1.3 Propagación

Por otro lado Lavín y Maureira (2002), mencionan que la planta de la frutilla se la considera como cultivo anual, o sea que se renueva todos los años.

Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura como se muestra en la figura N° 1.

Mora (2003), menciona que la forma de propagar la frutilla es a través de los estolones, los cuales se obtienen tanto en viveros como en plantaciones comerciales después de terminado su ciclo productivo.

2.2 Descripción de la Variedad

Villareal (2000), describe la variedad frutilla moderna o comercial (*Fragaria x ananassa*), de la siguiente manera:

Considerado como frutilla moderna o comercial, un híbrido entre *Fragaria virginiana* (seleccionada por sus frutos sabrosos) y *Fragaria chiloensis* (seleccionada por el gran tamaño de sus frutos). Por la calidad y tamaño superior de sus frutos, es en la actualidad la principal especie cultivada y comercializada.

Tonelli (2010), menciona también que la frutilla *Fragaria x ananassa* es la que se cultiva en las diferentes zonas productoras. Se adapta muy bien a climas húmedos y con temperaturas medias anuales entre los 15-20° C, con mínimas no inferiores a los 5-6° C bajo cero y máximas absolutas mayores de 35° C. Tiene un requerimiento hídrico mínimo de 600 mm anuales.

En cuanto a suelos Ishikawa (2007), menciona que esta variedad es poco tolerante a la salinidad y sensible a altas concentraciones de cloro y sodio que causan quemaduras marginales en hojas adultas. La salinidad disminuye el tamaño del fruto y baja el rendimiento.

Para Chirinos. H (2000), el pH de suelo deseado para fresa es de 6.0 a 6.5. Si se cultiva en suelos ácidos, es importante que satisfaga principalmente sus requerimientos de Nitrógeno y Fósforo; O bien los de Potasio y micronutrientes en caso de pH alcalinos.

2.3 Aspectos Eco fisiológicos

El crecimiento, desarrollo vegetativo, y reproductivo de la planta de frutilla, responden a las siguientes condiciones:

2.3.1 Clima

Villagrán (1994) , Ishikawa (2007) y Tonelli (2010) mencionan que la frutilla puede cultivarse en diversos climas, pero sus mejores rendimientos se obtiene en zonas templadas, sin vientos ni heladas, en primavera y sin lluvias en épocas de cosecha. El grado de desarrollo vegetativo y la floración de estas plantas, depende de lo siguiente:

- Temperaturas ambientales durante el crecimiento.
- Fotoperiodo

2.3.1.1 Temperatura

Villagrán (1994), menciona que el cultivo de frutilla tiene exigencias en cuanto a su temperatura para su respectivo desarrollo: En el cuadro N°1 se puede observar que la temperatura es un protagonista principal para el desarrollo del cultivo de frutilla desde el inicio de su desarrollo fenológico hasta la cosecha de los frutos. Según Tonelli (2010), al momento del trasplante se debe contar con temperatura mínima promedio de 9°C y una temperatura promedio de 25°C. Por otro lado las temperaturas durante la fase de desarrollo foliar y floral, la frutilla exige una temperatura óptima de 23°C, y posteriormente para la fase de fructificación se debe contar con una temperatura de 21°C.

Cuadro N°1: Exigencias climáticas del cultivo de frutilla

Durante su desarrollo	Temperaturas Optimas
Mejor desarrollo de las raíces	Temperaturas mínima 8 a 10 °C Temperatura optima 25 °C Temperatura máxima 23 a 27 °C
Desarrollo foliar y floral	Temperatura mínima 5 a 10 °C Temperatura optima 23 °C Temperatura máxima 27 a 35 °C
Maduración de los frutos	Temperatura mínima 10 a 13 °C Temperatura optima 21°C Temperatura máxima 18 a 25°C

Fuente: Villagrán, (1994)

2.3.1.2 Fotoperiodo

Ishikawa (2007) y Tonelli (2010), mencionan lo siguiente en cuanto al fotoperiodo de la frutilla:

De día corto: Entre 8 y 11 horas favorece el crecimiento de yemas sexuales o sea fructíferas inducen su floración cuando la duración del día es menor a 13 hs. Las bajas temperaturas y días cortos inducen la floración, Ishikawa (2007).

Días largos: Con más de 12 horas favorece el crecimiento de las yemas sexuales, es decir la formación de yemas florales, crecimiento vegetativo, tamaño de hojas y longitud del peciolo, así como la calidad y cantidad de los frutos. En el Cuadro N° 2 se muestra a la temperatura como punto referente del fotoperiodo de las plantas de frutilla, Ishikawa (2007).

Días neutros: o reflorescentes porque florecen cualquiera sea el fotoperíodo, lo que les permite producir tres o más picos de floración. El clima afecta la productividad y la calidad del fruto, sobre todo el sabor y la firmeza, sin embargo se cultiva en una amplia diversidad de condiciones climáticas, Tonelli (2010).

Cuadro N°2: Temperatura y Fotoperiodo en la frutilla

Fases de la Frutilla	Temperatura	Fotoperiodo
Inicio de la floración y fructificación	Temperatura optima día 15 a 18 Temperatura optima noche 8 a 10°C	Días cortos 8 y 11 horas
Floración	Temperatura optima día 18a 25 Temperatura optima noche 8 a 13°C	Días neutros >12< horas
Desarrollo foliar Multiplicación vegetativa	Temperatura optima día 18 a 25°C Temperatura optima noche 10 a 13°C	Días largos > 12 horas

Fuente: Tonelli, (2010)

2.3.2 Humedad

Para Tonelli (2010), la humedad relativa más o menos adecuada es de 60 y 75%, cuando es excesiva permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, por el contrario, cuando es deficiente, las plantas sufren daños fisiológicos que repercuten en la producción, en casos extremos las plantas pueden morir.

2.3.3 Suelos

Según Ishikawa (2007), la fresa o frutilla responde satisfactoriamente en los suelos con altos contenidos de materia orgánica y está demostrado en nuestras condiciones de que aportes de materia orgánica son suficientes para lograr rendimientos satisfactorios.

Juscafresa (1987), menciona también que la frutilla prefiere suelos sueltos, permeables y bien mullidos, no tolera la falta de drenaje y se ve favorecido por los suelos levemente ácidos, con PH entre 5 y 6, porque es sensible a la salinidad.

Sin embargo Floquer (1986), menciona que la frutilla, por tratarse de un cultivo típicamente intensivo de alta rentabilidad, recomienda las siguientes condiciones para el suelo: Estructura terrosa hasta 30 cm de profundidad en que se desarrolla la mayor parte del sistema radicular.

Por otro lado Tonelli (2010), como la planta de frutilla tiene un sistema radical que en un 80% ó más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje.

Ishikawa (2007), la frutilla se adapta a suelos de diversas características, pero se desarrolla en forma óptima en aquellos con textura franco-arenosa o areno arcillosa. El pH óptimo es de 6.5 a 7.5, aunque en suelos con pH de 5.5 a 6.5, no presenta problemas.

2.3.4 Agua

Para Mora, (2003) e Ishikawa (2007), la frutilla necesita gran disponibilidad de humedad en primavera y verano, riegos diarios son indispensables en época de producción, y estos pueden variar según clima y suelo, entre media hora y 2 a 3 horas. En 1 hora de riego, utilizando cintas con goteros incorporados a 20 cm se utilizan 40 m³ de agua. El agua debe ser libre de sales, para permitir una alta producción y evitar los problemas de: Sodio, Calcio, Boro o Cloruros que pueden producir graves daños en el desarrollo del cultivo.

2.4 Requerimiento de la Planta de Frutilla

Según Juscafresa (1987) y Villagrán (1994), para el buen crecimiento y fructificación de la planta de frutilla, es necesario los siguientes elementos: Agua, Oxígeno, Luz, Temperatura, y Elementos Nutritivos.

2.4.1 Materia Orgánica

Tonelli, (2010) las plantas de frutilla necesitan un buen nivel de materia orgánica en el suelo, permite una buena permeabilidad al movimiento de agua y oxígeno y mejora la movilidad de los nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo además la multiplicación de microorganismos y la absorción de nutrientes.

Chirinos H. (2000), recomienda lo siguiente que debe tener un sustrato durante el ciclo fenológico de la planta de frutilla:

Cuadro N°3: Requerimiento de Nutrientes para el Cultivo de Frutilla

Nutrientes en %	
P	1 -2
N	0.25 - 1.00
K	1.25 - 2.00
Ca	0.20 - 0.75
Mg	0.25 - 0.50
S	0.13 - 0.48

Fuente: Chirinos H. (2000).

2.4.2 Fertilización

Mora (2003) e Ishikawa (2007), la fertilización en frutilla es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento del fruto, estas son las siguientes condiciones necesarias:

- ✓ Establecer un programa de fertilización balanceada para la fresa, es recomendable realizar en primer lugar un análisis de suelo.
- ✓ Evitar el exceso en la dosis ya que se corre el riesgo de contaminar el suelo y el agua.

- ✓ Usar fertilizantes líquidos para la aplicación foliar, o fertiriego para las el desarrollo de las raíces.

Según Ishikawa (2007), el análisis de suelo, por regla general, es la mejor herramienta para detectar qué nutrientes y en qué cantidad hay que aplicarlos para lograr el máximo potencial productivo del sistema.

Tonelli (2010), menciona que aplicar fertilizante basado principalmente en el análisis de suelo, y lo que se recomiende fraccionar el fertilizante a fin de reducir las pérdidas por lavado y el peligro de quemado.

Juscafresa (1987), cuando las plantas tengan 2 a 3 hojas formadas, con sus foliolos bien expandidos, se puede aplicar abonos o fertilizantes foliares completos, en horas de bajas temperaturas. Repetir cada 10 días por al menos 4 veces y luego continuar con las recomendaciones de fertilización a través del riego.

2.5 Agentes Fitopatógenos

Para Cedeño y Gallego (2006), estos Fitopatógenos en las plantas de la frutilla son muy importantes:

2.5.1 Virus

Guerena (2003), Cedeño y Gallego (2006), mencionan que aunque no se han hecho pruebas para determinar la presencia o no de virus, sí se ha observado que los productores que mantienen sus plantas en el campo por dos o más años, ven su producción y la calidad de su fruta fuertemente reducida, por lo que se recomienda cambiarlas. Las virosis más conocidas son: Clorosis del borde de la hoja, moteado, encarrujamiento de la hoja, virus de curvamiento de la hoja y clorosis intervenal.

2.5.2 Enfermedades

Guerena (2003), estas enfermedades pueden ser provocadas fácilmente por las siguientes causas:

Cambio brusco de temperatura, por ejemplo de frío a húmedo, cuando la planta termina su vida útil, presencia de insectos, malas prácticas laborales, mala drenación, suelos pobres, etc.

Cuadro N°4: Enfermedades más Comunes en la Frutilla

Parte de la planta afectada	Nombre vulgar	Agente Causal	Características
Hoja	Viruela	<i>Mycosphaerella Fragariae</i>	Manchas casi en toda la región de las hojas.
	Oidio	<i>Sphaerotecamacularis</i>	
Fruto	Moho gris	<i>Botritis cinerea</i>	Pubredumbres Húmeda
Cuello y Raíz	Antracnosis de corona	<i>Colletotrichum</i>	Corona marrón a color roja
	Fragariae Tizón	<i>Phytophthora Fragariae</i>	Raíz roja

Fuente: Guerena (2003),

2.5.3 Plagas

De tantas plagas que afectan a la frutilla sólo se mencionarán las que causan daños importantes en el umbral económico. En el cuadro N° 5 se mencionan aquellas plagas que se presentan en diferentes etapas fenológicas de las plantas de frutilla desde el inicio de trasplante hasta la etapa de fructificación, ocasionando lesiones graves y posteriores pérdidas al agricultor, Guerena (2003), Cedeño y Gallego (2006).

Tonelli (2010), la temperatura y la época son factores muy influyentes ya que dependen de ellos la presencia de las plagas, ya sean por presencia de plagas ocasionales, plagas clave, o plaga potencial, y así proceder realizar un umbral económico.

Cuadro N°5: Plagas más comunes en la Frutilla

Parte de la planta Afectada	Nombre Vulgar	Su Incidencia	Características
Hoja	Rosquilla negra (<i>Spodoptera littoralis b.</i>) Araña roja (<i>Tetranychusurticae</i>)	Desde la plantación hasta el inicio de floración.	-En estado de larva, es el mayor comedor de hojas de la frutilla. -Su daño es más severo durante la época seca. Las hojas toman un color bronceado y la planta no crece.
Flor	Antonomo del fresal (<i>anthonoemusrubi H.</i>)	En la etapa de floración hasta el inicio de fructificación	Coleóptero que realiza la puesta sobre los botones florales provocando la desecación y marchitamiento.
Cuello y raíz	Gorgojos (<i>Otiorrhynchussulcatus F.</i>)	Durante el inicio de brote hasta el inicio de floración	Sus larvas pueden causar daño a las coronas, marchitándolas como consecuencia de las galerías.
Fruto	Hormigas	Durante la fase de fructificación, sobre los frutos maduros	Se comen los frutos más maduros y dulces de la planta.

Fuente: Guerena (2003).

2.6 Producción de Frutilla en el Mundo

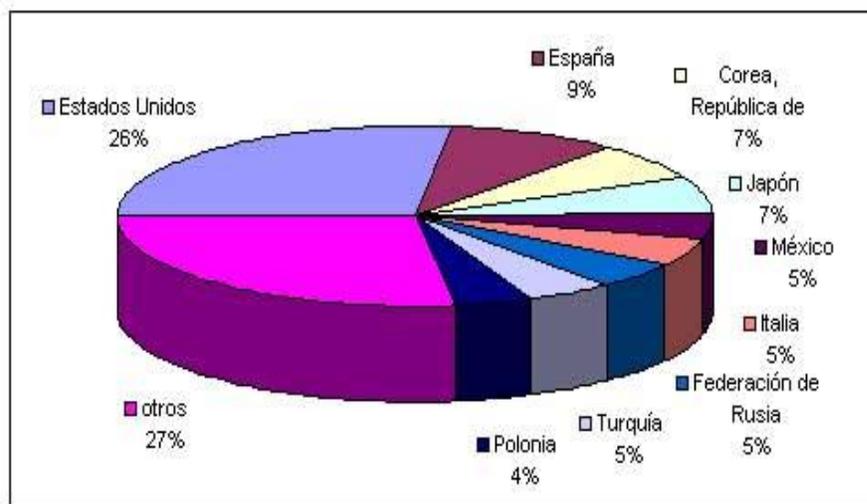
De acuerdo con las estadísticas publicadas por la FAO (2009), la producción mundial de frutillas comprende aproximadamente 3 millones de toneladas y este experimento un significativo aumento en las dos últimas décadas.

Prácticamente un 80% de frutilla producida en el mundo proviene de dos países. Estados Unidos y España con una producción de alrededor de 800,000 TN,

por lo que Estados Unidos es el principal productor de las frutillas. Su producción duplica prácticamente a la de España, segundo productor mundial, FAO (2009).

Polonia se destaca como productor de frutilla procesada. Seguidos de la producción mundial corresponde a numerosos países como Corea, Japón, México, Italia, Rusia, y Turquía. Y un 27 % considerable a otros países de Latinoamérica también productor de la frutilla (Gráfico 1).

Gráfico N°1: Distribución porcentual en producción mundial de la Frutilla



Fuente: FAO (2009)

2.6.1 Producción de Frutilla en Latino América

Según Giménez (2000), estos datos estadísticos mostrados en el cuadro N°6 sobre la producción de frutilla a nivel sud americano, ascendió en los últimos 10 años llegando a mercados inter continentales. Como líder en producción y exportación de la frutilla Chile. Luego como segundos productores potenciales Colombia, Perú, Venezuela, Argentina.

Y como terceros productores potenciales tenemos a Brasil, Paraguay y finalmente Bolivia, esto muestra que casi la mayoría de los países de sud América

tienen un lugar muy importante en el mercado mundial de la cadena alimentaria con su vasta producción y calidad de sus alimentos frutícolas tal como la frutilla, sin embargo Chile se sitúa en el principal productor y exportador nivel mundial de la frutilla, FOAST(2007).

Cuadro N°6: Producción y Rendimiento Agrícola en Toneladas del Cultivo de Frutilla a nivel Latino Americano (1999-2007)

PAÍS	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Chile	20.000	21.000	22.500	24.000	25.000	25.200	25.600	25.600
Colombia	15.734	19.142	22.934	23.293	26.591	22.878	21.696	21.696
Perú	12.449	12.536	10.254	18.199	24.927	20.649	17.430	17.430
Venezuela	7.888	7.255	8.612	9.155	12.212	10.824	12.112	11.993
Argentina	8.500	8.500	8.500	9.000	9.000	9.054	9.128	9.128
Paraguay	2.255	1.843	3.094	3.249	3.661	3.509	3.600	3.380
Brasil	2.500	2.600	2.600	2.700	2.700	2.745	2.786	2.786
Bolivia	1.700	1.800	1.810	1.815	1.817	1.954	2.038	2.038
Total L.A.	218.351	225.398	220.777	245.235	267.864	284.587	268.578	94.051

Fuente: FOAST, (2007)

2.6.2 Producción de Frutilla en Bolivia

Según I.N.E (2008), la producción de frutilla en nuestro país, fue incrementando de manera considerable en los últimos 10 años, ya que el manejo del cultivo de frutilla tiene buena rentabilidad debido a su buen rendimiento por lo que se presenta de la siguiente manera: El departamento de Santa Cruz y Cochabamba, tienen alto índice de producción, sin embargo el resto de los departamentos le sigue con poca diferencia, por ejemplo en el departamento de La Paz, ya que esta ciudad incide en la producción de frutilla con ambientes controlados entre otras medidas para incrementar la cifra en su producción.

Cuadro N°7: Producción y Rendimiento Agrícola del Cultivo de Frutilla a Nivel Nacional (2008)

Cultivo de Frutilla	Superficie/hectárea	Producción toneladas métricas	Rendimiento Kilogramos/hectáreas
Santa cruz	207	1.908	9.207
La Paz	104	477	4.587
Cochabamba	441	1.868	4.236
Chuquisaca	57	200	3.509
Tarija	89	467	2.764
Bolivia	898	8.699	6.233

Fuente: I.N.E. (2008).

El año de 1999 se tuvo un rendimiento de 3363 kg/ha, y en el año 2008 se incrementó a 6.233 kg/ha cuya cantidad lleva por diferencia en los años anteriores. En este caso el líder productor nacional es el departamento de Santa Cruz con mayor potencialidad, siguiendo La Paz, Cochabamba y los departamentos de menor rendimiento Chuquisaca y Tarija I.N.E, (2008).

2.6.3 Calidad de la Frutilla

Según Tonelli (2010), una porción de 100 gramos (g) de frutilla contiene: Agua (89.9%), Calorías (37 k cal), Proteínas (0.7 g), Grasas (0.5 g), Hidratos de Carbono (8.4 g), Vitamina A (60 U.I.), Vit. B1 (0.03 mg), Vit. B2 (0.07 mg), Vit. B (0.6 mg), Vit. C (59 mg), Calcio (21 mg), Fósforo (21 mg), Hierro (1 mg), Sodio (1 mg) y Potasio (164 mg) como lo muestra el siguiente cuadro.

Cuadro N°8: Composición Nutricional de la Frutilla

Agua	89,9%
Calorías	37(kcal)
Proteínas	0,7 gr
Grasas	0,5 gr
Hidratos de carbono	8,4 gr
Calcio	21 mg
Fosforo	21 mg
Hierro	1 mg
Sodio	1 mg
Potasio	164 mg
Ph	3,15

Fuente: Tonelli (2010).

Mora (2003), menciona además que la frutilla contiene ácidos orgánicos, entre ellos el elágico, sustancia que inhibe la reproducción de células cancerígenas y tiene propiedades anti mutagénicas y antioxidantes. Tiene bajos niveles de azúcares (fructosa y glucosa) por lo que se recomienda para personas diabéticas.

2.6.4 Tipos Principales de Comercialización

Según Casaca (2005) y Rodríguez, G, Pérez, D, y Paredes. V (2010), la selección se basa en grado de maduración, tamaño, uniformidad y sanidad de las frutas. Estas no pueden ser lavadas ni contener ninguna suciedad o materia extraña. Se separa por tamaños de acuerdo a lo que los compradores pidan, ejemplo: Extra grade, Grande, Mediana y Pequeña.

- Fruta Fresca para Exportación.
- Fruta Fresca para Mercado Nacional.
- Fruta para Industria.

Casaca (2005), la fruta fresca para exportación es la de mejor calidad, debe seleccionarse y empacarse debidamente en el mismo momento de la cosecha.

Casaca (2005), la fruta fresca para mercado nacional, es aquella que por pequeños defectos de formación o por tener más de $\frac{3}{4}$ de maduración, no califica para exportación.

La fruta de industria es aquella que por excesiva maduración, defectos de formación, daños no muy severos y tamaño pequeño, no califica para fruta fresca, (Casaca, 2005).

2.7 Importancia de Ambientes Protegidos

Flores J (1996), mencionado por Hartman (1999), indica que las carpas solares al igual que los invernaderos y huertos, cumplen funciones de aprovechamiento de energía solar pasiva, atrapar luz y principalmente la temperatura, lo que beneficia al desarrollo de los cultivos.

Por otro lado, el mayor interés del agricultor es conseguir el incremento de la cosecha y de alargar las épocas de producción impulsándolo a practicar diferentes técnicas y crear instalaciones para una mejor producción de hortalizas, Flores J (1996).

2.7.1 Orientación

Hartman *et al* (1999), sugieren que la carpa solar debe situarse en lugares donde pueda captar mayor cantidad de luz o temperatura, y también que debe estar cerca de una fuente de agua y principalmente en lugares donde no existan árboles que puedan proyectar sombra.

Por otro lado Rodríguez, G, Pérez, D, y Paredes. V (2010), la principal ventaja de cultivar fresas en una carpa solar, no es otra que la de adelantar las fechas de máximas producción a otros sistemas tradicionales de cultivos de esta planta, con lo que obtenemos mayores beneficios.

2.7.2 Ambiente controlado

Flores J. (1996) y Hartman *et al* (1999), en cuanto a la temperatura señala que las variaciones pueden o no afectar el comportamiento de las plantas esto puede producirse por el ciclo anual diario de la temperatura, altitud del lugar, calor y contenido de humedad de los suelos. Si la carpa solar asciende a una temperatura por encima de los 35⁰C, se recomienda abrir las ventanas para el proceso de ventilación y evitar una posible aparición de agentes fitopatógenos, la temperatura optima para el buen desarrollo de la planta está entre los 20 a 35 ⁰C.

2.7.3 Ventilación

Según Hartman, (1999), los sistemas de ventilación, en ambientes protegidos, es muy importante para los siguientes puntos:

- ✓ Para el abastecimiento de CO₂, utilizado por las plantas para la fotosíntesis.
- ✓ Para limitar y controlar la elevación de temperatura en el ambiente.
- ✓ Para reducir la humedad procedente de la transpiración de las plantas.

2.8 Riego por Goteo

Córdova (2006), indica que la característica principal del sistema de riego por goteo es que no haya pérdidas innecesarias de agua, sino solo la parte objetiva de la planta. El caudal del goteo y el tiempo de aplicación, varía de un cultivo a otro así también cuando las características del suelo son diferentes. Debido a que las raíces de la planta de fresa no profundizan mucho, esta tiene poca capacidad para

absorber agua desde las partes más profundas del suelo, por lo que en unos pocos días sin agua la planta puede detener su crecimiento.

2.8.1 Colocación de Plástico

Tonelli (2010), el plástico es una capa de polietileno, que se coloca sobre la platabanda cubriéndola totalmente, con los siguientes objetivos:

- ✓ Controlar malezas.
- ✓ Mantener la humedad del suelo.
- ✓ Dar mayor temperatura a las raíces, con lo que se consigue mayor crecimiento de la planta y mayor producción.
- ✓ Proteger la fruta del contacto con la tierra por lo tanto los frutos estarán siempre limpios.
- ✓ Mantiene la fertilidad, ya que no se lavan los suelos.

Villagrán (1994), el color depende de la época de plantación: El ancho del polietileno dependerá de las medidas finales de la platabanda, ya que debe quedar bien ajustado, para cubrir todo, incluyendo los costados.

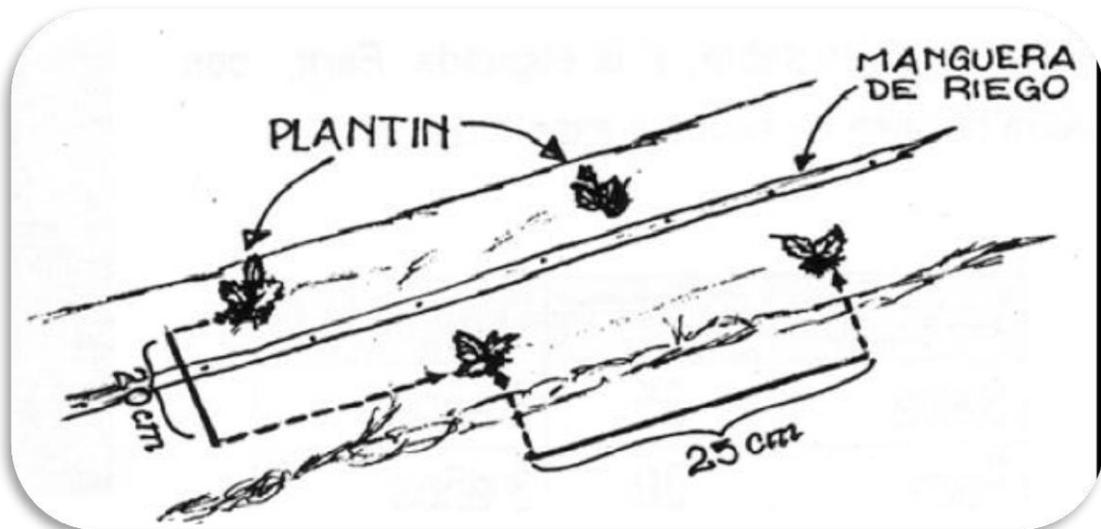
2.8.2 Sistema de Cultivo

Mora (2003), menciona el cultivo de frutilla en invernadero se realiza por surco, la distancia entre cresta y cresta del borde es de 1 metro. Sobre cada borde van dos filas distantes una de otra 20 cm y la distancia entre plantas es de 25 cm.

Según Rodríguez, G, Pérez, D, y Paredes, V (2010), Se pueden sembrar hileras sencillas, dobles, triples y cuádruples sobre un cantero con una separación de 30 a 20 cm entre hileras y de 20 a 30 cm entre plantas dispuestas a tres bolillos, la separación entre cantero de 90 a 70 cm y la altura del mismo de 25 a 30 cm.

Para Mora (2003), este marco de plantación es importante respetarlo ya que asegura una ventilación óptima y un manejo adecuado del cultivo tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura N°4: Densidad de plantación sobre el sistema de cultivo de la Frutilla



2.9 Fertilizantes Orgánicos

Según Ormeño y Ovalle (2007), la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles.

Sánchez, C. (2004), Yague, F. (1999) y Guerrero, J. (1993), mencionan que la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

APROLAB (2007), el fertilizante orgánico es todo material que se obtiene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos que provienen directa o indirectamente de las plantas y/o animales. En general los abonos orgánicos se clasifican en dos tipos:

- Abonos orgánicos sólidos: Compost, Humus de lombriz, bokashi, abonos verdes entre otros.
- Abonos orgánicos líquidos: Biol, té de humus, té de compost entre otros.

Quino. E (2006), menciona que los fertilizantes orgánicos son seguramente los fertilizantes más utilizados en la agricultura ecológica. Existe una gran diversidad de ese tipo de fertilizantes, pero los más extendidos son los estiércoles y purines de diferentes animales y el compost de residuos orgánicos.

Ishikawa (2007) en principio, estos fertilizantes disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en Nitrógeno, Fósforo y Potasio en relación de las necesidades de los cultivos.

2.9.1 Estiércol de Animales o Abono Natural

SEPAR (2004), para aprovechar de manera más eficiente los nutrientes que se encuentran en los estiércoles, es conveniente procesarlos en aboneras protegidas de las condiciones ambientales que las puedan afectar. Estiércol expuesto al sol, la lluvia y el viento, pierde de un 50% a un 60 % de su riqueza.

2.9.1.1 Importancia del Estiércol como Fertilizantes Orgánicos

Según SEPAR (2004), el estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Para APROLAB (2007), de todos los forrajes que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina.

En el cuadro N° 9 se muestra los componentes químicos del estiércol, que por cierto son diferentes dependiendo del tipo de animal. Y según estos datos el estiércol de camélido tiene mayor eficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, SEPAR (2004).

Cuadro N°9: Composición Química del Estiércol

ESPECIE ANIMAL	MATERIA SECA	N %	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	SO4 %
Aves(s)	47	6,11	5,21	3,20	s.i.	s.i.	s.i.(f)
Camélidos(s)	37	3,6	1,12	1,20	s.i.	s.i.	s.i.
Ovinos(s)	35	1,95	0,31	1,26	1,16	0,34	0,34
Equinos(f)	24	1,55	0,35	1,50	0,45	0,24	0,06
Cerdos (s)	18	0,60	0,61	0,26	0,09	0,10	0,04
Roedores(f)	14	0,60	0,03	0,18	0,55	0,18	0,10
Ovinos(f)	13	0,55	0,01	0,15	0,46	0,15	0,16
Equinos(s)	10	0,55	0,01	0,35	0,15	0,12	0,02
Vacuno (f)	6	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
Vacuno (s)	16	0,04	0,01	0,58	0,49	0,01	0,13

Fuente: SEPAR (2004).

SEPAR (2004), en el anterior cuadro se puede observar que el porcentaje de N, K, y P, que se encuentra en el estiércol de los animales, es considerablemente diferente, dependiendo de la especie. De esta forma se puede ver que la gallinaza tiene un 6,11% de N más elevado a comparación del resto, luego sigue el estiércol de camélido con el 3,6% de N y posteriormente los valores más bajos lo

presentan el estiércol de vacuno, ovino y porcino con valores menores de 0,60-1,95 % como se observa el anterior cuadro.

Por otro lado el porcentaje de K en la gallinaza llega a alcanzar 3,20%, el estiércol de equinos en estado fresco presenta 1,50% los ovinos con el 1,26% y el de camélidos con 1,20% el resto con el mínimo de 1,20-0,58%, SEPAR (2004).

Cuadro N°10: Nutrientes en estiércoles de varias Especies Animales

ESPECIE	HUMEDAD (%)	NITRÓGENO (%)	FÓSFORO (%)	POTASIO (%)
Vaca	83,2	1,67	1,08	0,56
Caballo	74,0	2,31	1,15	1,30
Oveja	64,0	3,81	1,63	1,25
Llama	62,0	3,93	1,32	1,34
Alpaca	63,0	3,60	1,12	1,29
Cerdo	80,0	3,73	4,52	2,89
Gallina	53,0	6,11	5,21	3,20
Conejo	—	2,40	1,40	0,60

Fuentes: Fertilizando (2005).
Restrepo: (1995).

2.9.1.2 Factores que Afectan el Contenido de Nutrientes del Estiércol

a) Especie Animal

En general el estiércol de aves y camélidos es más rico en todos los nutrientes, especialmente Fósforo, que el estiércol de cerdos y el de bovinos. La cantidad de nutrientes en el estiércol de los animales es diferente, esta característica se debe al distinto proceso de digestión, y al tiempo del mismo, SEPAR (2004).

b) Edad

La deyección de animales adultos es más rica en todos los nutrientes que las de animales jóvenes, pues en estos hay más asimilación de nutrientes, SEPAR (2004).

c) Dieta

SEPAR (2004), indica que también hay que considerar que en muchos sistemas de producción animal se suministra raciones o concentrados, especialmente a aves y suinos, parte de las cuales son luego eliminadas en las deyecciones. En este tipo de producción es común el suministro de sales como NaCl y sustancias como hormonas, vitaminas, antibióticos, etc, de las que también se elimina una fracción.

En algunos casos se ha constatado acumulación de Cu, Zn, Na, etc, e incluso metales pesados provenientes de la alimentación que reciben los animales. Otros acompañantes del estiércol que pueden suministrar distintos elementos, son por ejemplo, pesticidas para controlar insectos, parásitos, desinfectantes, larvicidas, en los criaderos de aves, Guerrero, J. (1993); SEPAR (2004).

2.9.1.3 Factores que Disminuye la Calidad del Estiércol

Para Restrepo (1995); SEPAR (2004), existen Ocho factores prácticos por los cuales los abonos orgánicos fermentados paralizan su actividad biológica, reduciendo su eficacia para los cultivos:

- Estiércoles muy "viejos" lavados por las lluvias y expuestos al sol.
- Estiércoles con mucha tierra o mucha cascarilla de arroz, k para los casos donde se usa gallinaza.
- Presencia de antibióticos y coccidios tracticos en los estiércoles que provienen de animales tratados con los mismos.

- Presencia de residuos de herbicidas para el caso de estiércoles de animales herbívoros (vacas, conejos, cabras y caballos).
- Exceso de humedad al preparar las aboneras.
- Desequilibrio entre las proporciones de los ingredientes utilizados en los abonos.
- Falta de uniformidad en la mezcla de todos los ingredientes de los abonos al momento de la preparación.
- Exposición al viento, sol y lluvias.

2.9.2 Fertilizante Orgánico Líquido

Restrepo, J. (1995), Suquilanda, M. (1996) y Sánchez (2003), mencionan que estos abonos líquidos son los desechos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles provenientes de los animales (en biodigestores). Funcionan como reguladores del crecimiento de la planta.

Según Sánchez (2004), Granja, C. (2004) y Martí, J. (2008), el uso de abonos orgánicos líquidos es relativamente nuevo, sin embargo cada vez más los productores están sustituyendo los insumos químicos porque son más baratos y el mercado los prefiere. Se considera que el desarrollo de los productos orgánicos líquidos ayuda a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto porque los materiales con los que están hechos son naturales y los residuos químicos que contienen los otros deterioran el suelo y el medio ambiente.

Se ha comprobado que aplicados foliarmente a los cultivos (alfalfa, papa, hortalizas) en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto repelente contra las plagas, Medina (1992).

Restrepo (2001), se define como los Abonos Líquidos Fermentados (ALF) al producto que se origina a partir de la fermentación de materiales orgánicos como estiércol, plantas verdes y frutos.

2.9.2.1 Tipos de Abonos Orgánicos líquidos

Ormeño y Ovalle (2007) mencionan que existen dos tipos de abonos líquidos de mayor importancia:

Té de estiércol: es una preparación donde se convierte el estiércol sólido en un abono líquido. En ese proceso, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas, es rápido y económico de producir, Quino E. (2006), Ormeño y Ovalle (2007).

Té de compost: la preparación es parecida al té de estiércol, con la diferencia que se agregan otros elementos, como la melaza, el suero de leche, la ceniza y otros ingredientes, los cuales aceleran la descomposición del estiércol y aumenta su contenido nutricional. Toma más tiempo en producir que el té de estiércol, pero también es bastante rápido y económico, Quino, E. (2006), Ormeño y Ovalle (2007).

2.9.2.2 El Biol

Restrepo (2001), afirma que el biol o fertilizante líquido, es el resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha).

Sánchez (2003), indica que 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.

No obstante Restrepo (2001), menciona también que el biol es una fuente de fitoreguladores producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración. El biol contiene hormonas que favorecen el desarrollo de la floración y el coajado de frutos de las plantas cultivadas.

2.9.2.3 Formación del Biol

CEIBA-JAC (2006), los microorganismos causan la fermentación del medio en que se encuentran (como sucede en la panza de una vaca).

Restrepo (2001), mencionan que durante la fermentación la materia orgánica, la grasa, los azúcares y los minerales incorporados se descomponen y se transforman en: Ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, enzimas, co-enzimas y aminoácidos principalmente. Nutrientes disponibles para la planta.

Según Medina, A (1999), Restrepo (2001) y Robles. (2008), los efectos son desde 10 hasta 100,000 veces las cantidades de micronutrientes recomendados en industria. La planta al encontrar un equilibrio nutricional alcanza un estado en que fortalecen sus defensas contra insectos y enfermedades.

Restrepo (2001);Martí, J (2008), mencionan que el abono líquido o bioabono como también lo nombran, se obtiene del biodigestor, la obtención de este reduce el uso de fertilizantes químicos y tiene un contenido mineral similar al de las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas.

2.9.3 Proceso de Biodigestión

Martí, J (2008), la digestión anaerobia es un proceso de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Este proceso lo llevan a cabo microorganismos

tales como: Metano genéticas y metano productoras que son anaerobios (siendo por tanto un proceso biológico) que actúan en el interior de un biodigestor.

CEIBA-JAC (2006), el proceso de biodigestión ocurre por microorganismos bacterianos anaeróbicos existentes en los excrementos, que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cuál se le llama biogás.

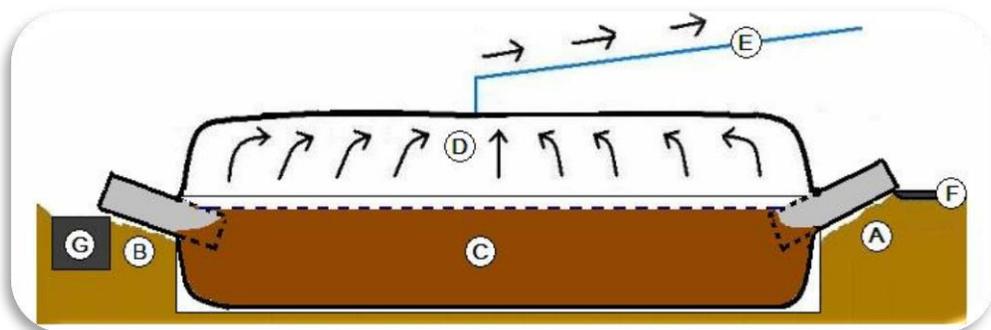
Martí, J (2008), menciona que la utilización de biogás puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al diesel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración.

2.9.3.1 Biodigestor

Según CEDECAP (2007), un biodigestor está formado por un tanque hermético donde ocurre la fermentación y un depósito que sirve para el almacenaje de gas.

En el caso del biodigestor de polietileno, el tanque de digestión y de recolección de gas, conforman uno sólo. El proceso de digestión ocurre en la parte inferior del recipiente, y en la parte superior se colecta el gas, CEDECAP (2007).

Figura N°5: Partes de un Biodigestor



CEDECAP (2007), la figura superior es un dibujo del perfil de un biodigestor para tener una idea básica de su concepto:

- A:** Tubería de entrada del biodigestor.
- B:** Tubería de salida del biodigestor.
- C:** Tanque donde se va a digerir la mezcla de agua y estiércol.
- D:** Cámara de colección de gas.
- E:** Tubería de salida del gas.
- F:** Recipiente de entrada para la carga.
- G:** Recipiente de recolección de Biol.

Este biodigestor, posee una tubería de entrada a través del cual se suministra la materia orgánica (por ejemplo, estiércol animal o humano, las aguas sucias de las ciudades, residuos de matadero) en forma conjunta con agua, y una tubería de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona el biodigestor. Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente CEDECAP (2007).

Según CEDECAP (2007) y Aparcana, R. (2008), los residuos de la fermentación (efluentes), contienen una alta concentración de nutrientes y materia orgánica, lo cual los hace susceptibles de ser utilizados como un excelente fertilizante que puede ser aplicado en fresco, ya que el proceso de digestión anaerobia elimina los malos olores y la proliferación de moscas. Otra ventaja es la eliminación de agentes patógenos presentes en las heces, lo cual significa que el efluente líquido puede ser utilizado para regadío de cualquier tipo de cultivos.

2.9.4 Utilidad del Biol como Fertilizante Líquido

Según Restrepo (2001) y Martí (2008), en la producción agropecuaria, el productor dispone de un fertilizante natural y ecológico que significa un aumento en el rendimiento de los cultivos, sean alfares, hortalizas, frutales, maíz, papa, café, cebolla, quinua, etc. Además del aumento de productividad, el biol añade valor agregado ecológico a los productos, por ser cultivados libre de agroquímicos.

2.9.5 Concentración de biol

Medina (1992) recomienda que el biol no debe aplicarse puro, sino en diluciones, con una concentración hasta del 50%. Por otro lado Martí, J (2008) menciona que el biol puede ser aplicado en una concentración de 25% con dilución del 75% es decir uso del biol con relación de 1:4.

2.9.5.1 Uso y Formas de Aplicación del Biol

Díaz (2001) y Restrepo (2001), el biol puede ser aplicado en suelos, en las plantas o ambos, puede aplicarse de tres a cuatro ocasiones durante todo el ciclo vegetativo de una planta, y también se puede usar para remojar las semillas. En el siguiente cuadro se puede observar el uso de este abono líquido, para una mochila de 15 litros de capacidad.

Cuadro N°11: Formas de Aplicación del Biol

Aplicación	Biol (lt)	Agua (lt)
Planta	0.15 - 1.5	14.85 - 13.5
Suelo	1.5 - 4.5	13.5 - 10.5
Planta-Suelo	1.5 - 2	13.5 - 13

2.9.5.2 Aplicación general del biol

Granja (2004) el biol, como fertilizante líquido, es muy útil para ser aplicado a través en los sistemas de irrigación, se adjunta el siguiente cuadro con algunas dosificaciones de referencia, según tipos de cultivo.

Cuadro N°12: Ejemplos de Dosificación de Biol

Cultivo	Dosificación
Papa	75 lt de biol/2500mt en 3 aplicación foliar. Cada aplicación en una dilución el 50%(100 lt de biol en 200 l t de agua.)
Algodón	20 lt de biol/1250mt en 4 aplicaciones foliares. Cada aplicación en una dilución del 20% (40lt de biol en 200 lt de agua.)
Uva	20lt de biol/625 mt en 4 aplicaciones en una dilución c/u al 20%
Maíz	20 lt de biol/1250 mt en 4 aplicaciones en una dilución del 20%
Frutilla	35 lt de biol/1250m en 12 diluciones (3 primeros meses) en dilución del 20%.

Fuente: Granja - Perú (2004).

2.9.6 Composición Físicoquímico del Biol

La composición físicoquímico del biol es muy variable, es decir que este depende del tipo de insumos que se le agreguen SAGARPA, (2009).

Por otro lado el estado de la materia es otro factor de mayor importancia, a continuación se puede observar en el siguiente cuadro N°13 el análisis físicoquímico de dos bioles elaborados por otros investigadores donde existe diferentes características en las propiedades físicas y químicas de los bioles. La elaboración de estos bioles según su informe fue a base de estiércol de vacuno, ovino y agua.

Cuadro N°13: Composición Físico-químico de otros Bioles

Especie Animal	Densidad Gr/ml	pH 1:5	C.E. Mmhs/cm 1:5	N Total %	P Total %	K Total %	Ca Total %	Mg Total %	N₃ Total %
Vacuno	1.03	5.3	14.63	0.15	0.02	0.12	0.05	0.03	0.02
Ovino	NP	7.66	10.53	0.16	0.05	0.11	0.11	0.04	NP

Fuente 1: Quispe (2002). UMSA.

Fuente 2: Chura (2006). UMSA.

2.9.7 Composición Bioquímica del biol

Para Martí, J. (2008), Aparcana (2008) y SAGARPA, (2009), el uso del Biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, en el siguiente cuadro se muestra la presencia de hormonas vegetales de crecimiento entre giberelinas, purinas, citoquininas, tiaminas, riboflavinas, adenina, ácido fólico entre otros, etc, agentes bioquímicos que son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica.

Cuadro N°14: Composición Bioquímica del Biol

Componentes	Cantidad
Giberelina (ng/g)	8.4
Purinas (ng/g)	9.3
Citoquininas	***
Tiamina (vit B1)(ng/g)	259.0
Riboflabina (vit B2)(ng/g)	56.4
Adenina	***
Acidofolico (ng/g)	6.7
Acidopantotenico (ng/g)	142,0

Fuente: Aparcana (2008).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El trabajo de investigación presente se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía, este centro se ubica en la zona sur de la ciudad del departamento de La Paz, con una altitud de 3445 m.s.n.m., 16°32'04" Latitud S, y 68° 03'44" Longitud O. El Centro Experimental de Cota Cota cuenta actualmente con cuatro carpas solares, en el interior de estas hay producción hortícola, floricultura e hidroponía. En la siguiente figura, se puede observar a detalle, por vía satelital situación de la carpa en el Centro Experimental de Cota Cota de la ciudad de La Paz.

FiguraN°6: Ubicación Geográfica del Centro Experimental de Cota Cota



3.1.1 Ambiente Atemperado

La carpa solar de dos aguas cuenta con una superficie total aprovechable de 470m², y 3,5 m de altura respectivamente, del total de la carpa se llega a ocupar el 60 % de frutilla y el resto de otros cultivos hortícolas respectivamente, como se muestra a detalle en la figura N° 7.

Figura N° 7: Interior de la Carpa de Cultivos Hortícolas y Cultivo de Frutilla



3.2 Material Experimental

El presente trabajo requirió los siguientes materiales durante toda la investigación:

3.2.1 Material Biológico

Fragaria x ananassa(o frutilla moderna comercial), un híbrido entre *Fragaria virginiana* (seleccionada por sus frutos sabrosos) y *Fragaria chiloensis*(seleccionada por el gran tamaño de sus frutos).

3.2.2 Fertilizante Orgánico Líquido

El fertilizante orgánico líquido se elaboró en el Centro Experimental de Choquenaira, su proceso de fermentación tuvo un lapso de 5 meses, para la elaboración de este fertilizante líquido se empleó; Agua, Estiércol y el Biodigestor.

3.2.3 Materiales de Campo para la Carpa

- Termómetro
- Regadera capacidad de 5 lt.
- Jarra milimetrada
- Tijera de podar
- Plástico de solarización
- Marbetes
- Mochila capacidad de 20 lt.

3.2.3 Material de Gabinete e Instrumentos

- Cámara fotográfica
- Vernier
- Otros: Lápiz, regla, cuaderno de notas, calculadora, etc.
- Balanza analítica
- Brixometro; pH metro.

3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

3.3.1 Procedimiento Experimental

3.3.1.1 Obtención del Biol

El proceso de elaboración del biol se realizó en el Centro Experimental de Choquenaira, y se llevó a cabo durante el inicio de julio, hasta el periodo de septiembre y noviembre del año 2010.

Martí (2008), sugiere que en el caso del altiplano, en regiones con noches de helada, es necesario que el biodigestor esté protegido por un invernadero (“carpa solar”), con protección de dos tapias de 40 cm de ancho hechos de adobe en los extremos, y para la construcción del biodigestor se usó como referente el método de “diseño de biodigestores familiares en el altiplano”.

3.3.1.2 Procedimiento del Biol

- **Ubicación para el Biodigestor**

Martí (2008), sugiere que para la ubicación e instalación del biodigestor en el altiplano, se debe tomar en cuenta aspectos topográficos, es decir lugares donde llegue el sol, y donde se pueda evitar los cruces de aire, que puedan alterar la temperatura.

- **Instalación del Biodigestor**

Para el inicio de elaboración del biol se realizó lo siguiente: Infraestructura (biodigestor) para Choquenaira Centro Experimental de la Facultad de Agronomía como se observa en la próxima figura.

Para llevar a cabo este proyecto, previamente se construyó varios biodigestores, principalmente con el propósito de elaboración de biogás y de Biol.

Figura N°8: Biodigestores Instalados en el Centro Experimental de Choquenaira

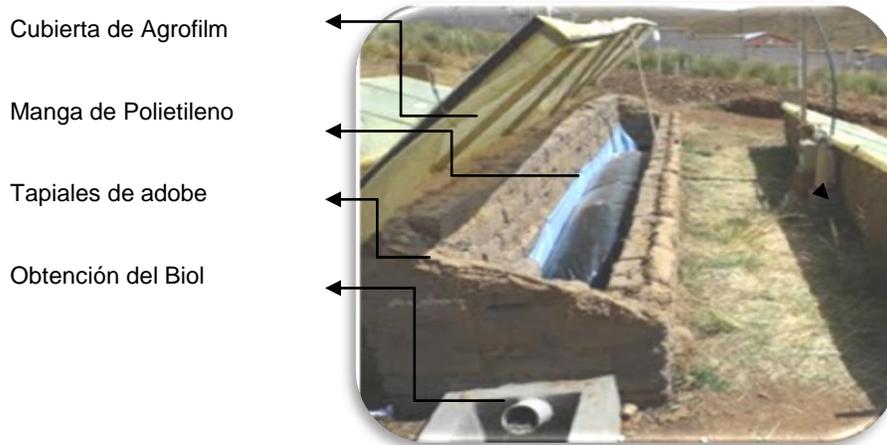


El tamaño del biodigestor propuesto fue de 4 metros de longitud, con polietileno tubular de 1 metro. Se dejó 50 cm por cada lado del plástico para amarrar los tubos de entrada y salida. El reservorio siempre se hace del mismo tamaño, empleando tres metros más de plástico. Al estar el biodigestor protegido por el techo solar y los tapiales laterales, recibe la radiación solar. Este diseño de biodigestores propuesto por Martí (2008), tiene doble propósito, el de obtener biogás, y obtención de fertilizante líquido o biol.

- **Cama para la Manga de Polietileno**

Se depositó paja brava para evitar el contacto entre el suelo y el plástico también en las paredes extremas, la paja sirvió como cama, también como protector evitando el maltrato del plástico y principalmente como aislante térmico, luego se depositó la manga de polietileno tal como se observa en la siguiente figura.

Figura N°9: Partes del biodigestor en el Centro Experimental de Choquenaira



- **Recolección del Estiércol de Llama**

La recolección del estiércol se dio en el mismo lugar ya que el Centro Experimental de Choquenaira cuenta con cabezas de ganado, tales como de llamas, ovejas, vacas, y hasta cerdos.

Deposición del Estiércol Preparado

Una vez bien preparado el estiércol se procedió a depositarlo a las mangas de polietileno. Y una vez depositado el estiércol con el agua bien mezclados, se procedió al sello hermético de la manga.

- **Preparación del Biol**

Para Martí (2008) los principales ingredientes para la fabricación de biogás y biol, son el **ESTIERCOL** y **AGUA**, ya que ambos ingredientes al mezclarse bajo condiciones controladas, generan una actividad microbiana.

- **Análisis Químico del Biol**

En cuanto al análisis del biol de camélido, se llevó a cabo en los días de diciembre del 2010, también otros bioles procedentes de otros animales de la zona, para dicho análisis se requirieron por lo menos 2 litros. El correspondiente análisis se llevó a cabo en el laboratorio de IBTEN.

Cuadro N°15: Análisis Químico del Biol camélido, del Centro Experimental de Choquenaira

N° Lab.	Código	Nitrógeno total %	Fosforo%	Potasio%	Humedad %	Materia seca%	Resultado
624/20 10	Biol- Estiércol de llama 2litros.	0,64	0,09	0,82	79,56	20,44	En base húmeda

Fuente: IBTEN-GTZ, (2010).

En el anterior cuadro se pudo observar las características del biol de camélido elaborado en el centro experimental de Choquenaira, por ejemplo el contenido de Nitrógeno fue de 0,64% superior a otros bioles elaborados con otros estiércoles, del contenido de Fósforo de 0,09% se pudo obtener un valor óptimo bajo por lo que este biol no fue buen aportante de P, en cuanto al contenido de Potasio fue de 0,82% alto en comparación de otros bioles elaborados (Ver cuadro N° 13), cuyo valores fueron realmente bajos; Esto se debió a que los bioles fueron elaborados con estiércol vacuno y ovino cuyo contenido de N, P, y K son frecuentemente pobres.

Cuadro N°16: Características Positivas y Negativas del biol

Positivas	Negativas
Recolección de estiércol de camélido regular cantidad.	Recolección del estiércol en dos estados (fresco y húmedo).
Se obtuvo el biol en 4 meses	Días fríos bajas temperaturas durante el proceso, más tiempo de fermentación.
Obtención del biol-cantidad limitada	Traslado del biol (choquenaira-Cota Cota)

Fuente: Propia

El cuadro N° 16 muestra el resumen de las características positivas y negativas durante el procedimiento del biol, que se efectuó en el Centro Experimental de Choquenaira.

En lo positivo se logró recolectar el estiércol, lo desventajoso fue que en dos estados, fresco y húmedo, se obtuvo por fin el biol dentro de cuatro meses, tiempo demorado y normal en lugares del altiplano, las bajas temperaturas registradas en Choquenaira prolongaron el tiempo de fermentación del biol, tal como lo había mencionado, (Martí 2008).

3.4 Procedimiento de la Frutilla Variedad (*fragaria x anannasa*)

- **Preparación del Suelo**

Se realizó la preparación del suelo en el interior de la carpa solar un mes antes del empezar el proceso de trasplante, aproximadamente por el mes de octubre a noviembre. A la vez se realizó el proceso de elaboración del biol situado en el Centro Experimental de Choquenaira, tal que a mediados del mes de diciembre inició la actividad en Cota Cota.

- **Antecedentes del Suelo Antes del Trasplante**

La carpa de donde se llevó a cabo el presente trabajo es la más grande del Centro Experimental de Cota Cota, por ello en el interior de esta no solo se maneja el cultivo de frutilla, también cultivos de tomate, pimentón, pepinillo, paprica, tomate cherry, lechuga y col de Bruselas.

Las platabandas que se emplearon para las frutillas, se encontraban anteriormente con el cultivo de lechuga, razón por lo que había que esperar por lo menos cuatro semanas, dicho esto las platabandas empleadas para el manejo de las frutillas tuvieron las siguientes actividades:

- **Remoción del Suelo**

Esto consistió en remover totalmente el suelo a una profundidad de 15 a 30 centímetros, dicha actividad fue con el propósito, de eliminar a microorganismos no benéficos, como gusanos y cochinillas, también esta actividad, tuvo el propósito de tratar de homogenizar el suelo al momento de hacer su análisis químico. Es importante mencionar que se incorporó tierra negra, para llegar siquiera a una aproximación del requerimiento del cultivo de frutilla, y desde luego se realizó la remoción del suelo y un periodo de espera de cuatro semanas.

- **Riego Antes del Trasplante**

Una vez llevado a cabo la remoción del suelo en las platabandas, se regó con manguera, esto con el propósito de humedecer el sustrato, este sistema de riego solo se usó en la preparación del suelo y no así para el ciclo de desarrollo del cultivo. Nuevamente se hizo la remoción y posterior a eso se le aplicó también riego.

- **Control de Malezas Antes del Trasplante**

A la espera de una semana después del riego, se notó la emergencia de malezas, por lo que se repitió nuevamente la actividad; La remoción del suelo, para eliminar a las mismas, se repitió el mismo procedimiento un par de veces antes del trasplante.

- **Desinfección del Suelo**

Para la desinfección del suelo, se practicó el sistema de solarización cubriendo con plástico transparente las platabandas, esto con propósito de combatir la cantidad de larvas, gusanos, u otros insectos, esporas y bacterias que pudieran propagarse al momento del trasplante.

- **Nivelación del Suelo**

Se llevó a cabo el nivelado del suelo días antes del trasplante, esto con propósito de tener mayor homogeneidad, en el desarrollo de la planta, también se dio riego a capacidad de campo.

- **Instalación de Riego**

El sistema de riego que se empleó para el presente trabajo, fue por goteo o localizado. Las cintas que se usaron fueron en forma de hileras las cuales se instalaron dos por cada platabanda con una distancia de 20 cm entre cintas, y la distancia entre goteros que fueron de 25 cm como la densidad de plantación de la frutilla.

- **Delimitado del Terreno**

De acuerdo al croquis se hizo de la siguiente manera: Un diseño experimental después del nivelado, se delimitó por platabanda experimental, para esto se usó estaquillas temporales, una cinta métrica, fue importante tomar en cuenta la distancia de los goteros, pues de eso dependerá mucho un buen riego y un buen desarrollo de la planta.

- **Muestreo y Análisis de Suelo**

Para el muestreo del sustrato se recolectó la muestra de diferentes lugares de las platabandas, se empleó el método aleatorio, extremos y centros a una profundidad de 15 cm. De los cuatro bloques se extrajo 12 muestras, con el peso de 1kg, posteriormente se mezcló las 12 muestras y se cuarteó (se extrajo 1kg de la mezcla) este procedimiento se realizó antes de la siembra respectivamente.

CuadroNº17: Análisis Químico de Suelo Extraído de Cota Cota

Nº Lab.	Parámetro	Resultado	Unidades	Método
408- 01/2010	Nitrógeno	0,39	% N	Kjeldahl
409- 02/2010	Fosforo	22,60	ppm P	Espectrofotometría UV-Vis
409- 03/2010	Potasio	0,31	Meq K/100 g	Emisión atómica

Fuente: C. E. CC- IBTEN (2010).

En el cuadro N° 17 se pudo obtener la cantidad de nutrientes del suelo, extraído del Centro Experimental de Cota Cota, por decir Nitrógeno presentó 0,39% cantidad menor para el requerimiento del cultivo de frutilla, de la misma forma el Fósforo con 22,60 ppm cantidad que no cubre el requerimiento en la frutilla, y por último el Potasio 0,31%, estos valores estuvieron por debajo del requerimiento del cultivo de frutilla sugerido por, (Chirinos, H 2000).

CuadroN°18: Análisis Químico del Suelo con Biol, Extraído de Cota Cota

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
408- 01/2011	Nitrógeno	0,41	% N	Kjeldahl
409- 02/2011	Fosforo	23,68	ppm P	Espectrofotometría UV-Vis
409- 03/2011	Potasio	0,35	Meq K/100 g	Emisión atómica

Fuente: C. E. CC-IBTEN-(2011).

En el cuadro N° 18 ya se puede ver el contenido de nutrientes, después de la aplicación del biol, a pesar que la aplicación de este abono líquido fue de manera foliar, más de igual forma llegó al suelo, a favor del mismo, es importante recalcar esta parte, porque existió una diferencia en cantidad de nutrientes en el suelo, por ejemplo hubo un incremento en el Nitrógeno de aproximadamente 0,02%, también existió un pequeño incremento de Fósforo, y para el Potasio existió un aumento aproximada de 0,15%.

Este suelo presentó buena cantidad de macro nutrientes, absorción de nutrientes asimilables por las plantas debido a la incorporación del biol, de igual forma pudo incrementar el contenido de nutrientes cualquier otro abono ya sea sólido

orgánico como ser; Turba, abono, abono verde, etc. Después de todo este suelo se aproximó al requerimiento de nutrientes para frutilla.

- **Selección y Propagación de las Plantas de Frutilla**

Antes del trasplante se llevó a cabo la selección de las plantas vigorosas de frutilla variedad (*Fragaria x anannasa*), lo cual para esto, se tuvo que extraer de toda una platabanda, plantas secundarias de plantas madres, es decir se realizó la propagación o multiplicación de frutillas, en la figura N° 10, se muestra a las hijas ya trasplantados.

Figura N°10: Propagación de las plantas de Frutilla, Centro Experimental de Cota Cota.



a) Conservación de las plantas hijas

Para la conservación de las plantas hijas, se tuvo que usar un producto llamado Cupoxil, este producto ayudó a evitar el oxidamiento de las hojas, el tallo y las raicillas y a una posterior muerte de los mismos. Se usó 20 gramos de Cupoxil en una solución de 20 litros de agua.

Este producto aportó considerablemente, ya que las plantas hijas estuvieron casi una semana sumergidas en dicha solución, y no se presentó los síntomas de oxidación.

- **Trasplante**

Un día antes del trasplante de los plantines a las platabandas, se las volvió a sumergir en la solución de Cupoxil, para tener a los mismos seleccionados debidamente desinfectados, esto para evitar pérdidas o bajas en las platabandas, ya que puede haber presencia de algún patógeno en el suelo, el cual evite el prendimiento de los mismos, cabe mencionar que en la actividad de propagación de plantas generalmente suelen ser muy sensibles a varios factores como edafo climáticos, por lo que podría existir el riesgo de tener plantas muertas.

- **Aplicación de riego**

El riego para los plantines recién trasplantados, fue seguido en los primeros días, ya que bibliografía menciona la sensibilidad de las plantas al traspaso a un sustrato, también que estas deben tener una humedad relativa del 65 al 70%, el tiempo de riego fue de casi dos horas lo que se estima que recibieron aproximadamente 500 ml de agua por planta.

- **Aplicación del Biol como Fertilización Foliar**

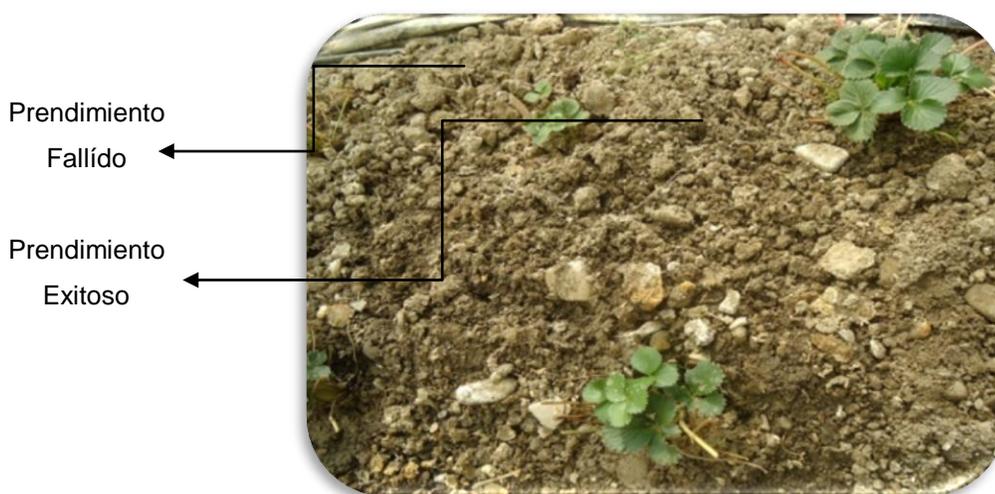
Para la aplicación del fertilizante foliar o biol, en las plantas de frutilla se consideró las recomendaciones bibliográficas, sin embargo se determinó la cantidad del biol a ser utilizado, cuya cantidad fue de; 2,5 lt, 2 lt, 1,5 lt y 1 lt con relación a 15 lt de agua. Para la aplicación del biol o fertilizante foliar sobre las plantas de frutilla se usó una regadera con capacidad de 5 lt, el tiempo de aplicación para la frutillas fue de inmediato una vez ya trasplantados, esto debido a que en esta etapa las

plantas deben ser suministradas con los nutrientes necesarios, para darles resistencia a cualquier fitopatógeno presente en el suelo y así para evitar el refallo. No obstante se realizó una segunda aplicación de biol, en plena desarrollo foliar de las plantas de frutilla, en esta oportunidad si se empleó la mochila.

b) Refallo

Se tuvo refallo del 2.7% del total de las plantas, esto se debió entre otras causas al cambio espontáneo de las temperaturas al interior de la carpa y déficit de nutrientes mayores. Por otro lado el resto de las plantas reaccionaron positivamente. En la figura N°11 se puede observar el proceso de refallo, esto posteriormente provocó de alguna forma la desigualdad en el desarrollo de las plantas de frutilla.

Figura N° 11: Refallo en algunas Plantas de Frutilla al principio de la Plantación



- **Colocación Plástico de solarización**

Después de la aplicación del fertilizante foliar o biol, se esperó 4 días para la incorporación del plástico de solarización, esto con propósito de evitar el

crecimiento de malezas, también para la permanencia de humedad en el sustrato y la estabilidad de algunos bio controladores.

3.4.1 Actividades Culturales

- **Poda:** Esta actividad se realizó cada cuatro días, se pudo observar que cada planta de frutilla deshecha por lo menos 2 a 3 hojas viejas que ya no tienen función alguna. También la eliminación de estolones que de alguna manera intervienen en el desarrollo de la planta principal.
- **Riego:** Durante el desarrollo de la planta de frutilla, se dio riego por goteo, 3 veces a la semana, el tiempo de riego fue de 2 horas por día.
- **Monitoreo:** Se realizó el monitoreo en cada fase fenológico de la frutilla:
 - a) **Hormigas;** Estos insectos se presentaron en la fase vegetativa en algunas distribuciones de los tratamientos de.
 - b) **Arañuelas;** La presencia de las arañuelas fue debido a la transmisión de una planta a otra, esta plaga se manifestó durante la última fase de la frutilla, llegando a propagarse.
 - c) **Gusanos;** Estos insectos se presentaron exclusivamente en los frutos comiéndose los mismos.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó dos veces a la semana durante los meses de abril, mayo y a mediados de junio, esta actividad se la hizo de manera manual posteriormente se las clasificó por tamaño y forma, como se muestra en las figuras siguientes.

Tonelli (2010), menciona que es un fenómeno común en los frutos de la planta de frutilla, debido a su frágil característica cuando llega a la fase fructificación.



Figura N°12: Selección de Frutos por el Tamaño



Figura N°13: Formas distintas de los Frutos

- **Post Cosecha:** La selección de los frutos en cuanto al tamaño fue para el destino final del producto, es decir que dicho procedimiento sirvió para la venta de frutos como producto directo al consumidor y otros para el procesamiento del mismo. La selección de frutos principalmente tuvo el propósito de clasificarlas para el tipo de comercialización del producto.
- **Prueba del Brixometro:** Se extrajo un poco de muestra de la frutilla en gotas. Se dejó caer un par de gotas en el Brixometro, se cerró y se procedió a lectura del porcentaje de °Brix. El propósito de esto fue para determinar la calidad del fruto a diferentes niveles de biol.
- **Prueba del pH metro:** Y para el pH se tomó una muestra en gramos de la frutilla en su estado natural, es decir que una vez ablandada la fruta, se llevó para analizarla al pH metro, parámetro que se empleó para ver la calidad del producto propiamente.

3.4 Diseño Experimental

Para evaluar el trabajo de investigación se utilizó el diseño por bloques al azar (DBA) con arreglo de platabanda, asignado a 5 tratamientos en 4 repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales.

3.4.1 Modelo Lineal Aditivo

El modelo lineal aditivo que se empleó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \mathcal{E}_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una Observación cualquiera

μ = Media de la Población

β_j = Efecto del j-ésimo Bloque

α_i = Efecto del i-ésimo Tratamiento

\mathcal{E}_{ij} = Efecto Aleatorio de Variación.

Fuente: Steel y Torrie (1988).

3.4.2 Características del Trabajo de Investigación

En la presente investigación, se aplicó Biol de camélido a diferentes niveles; En concentración 0 lt de biol, 1 lt de biol, 1,5 lt de biol, 2 lt de biol y 2,5 lt de biol disueltos con 15 litros de agua, para el cultivo de frutilla variedad(*fragaria annanassa*) como muestra en el siguiente cuadro N° 19:

Cuadro N°19: Concentración y Dosificación del biol de Camélido

Biol	Concentraciones
Biol elaborado de estiércol de camélido, proveniente de Choquenaira	C ₁ : 1 litro de Biol y 15 litros de Agua
	C ₂ :1,5 litros de Biol y 15 litros de Agua
	C ₃ :2 litros de Biol y 15 litros de Agua
	C ₄ :2,5 litros de Biol y 15 litros de Agua
	C ₅ :0 litros de Biol y 15 litros de Agua

3.4.3 Formulación de Tratamientos

Para esto se empleó el Biol de camélido en una solución de agua con las diferentes concentraciones, tal como muestra el siguiente cuadro:

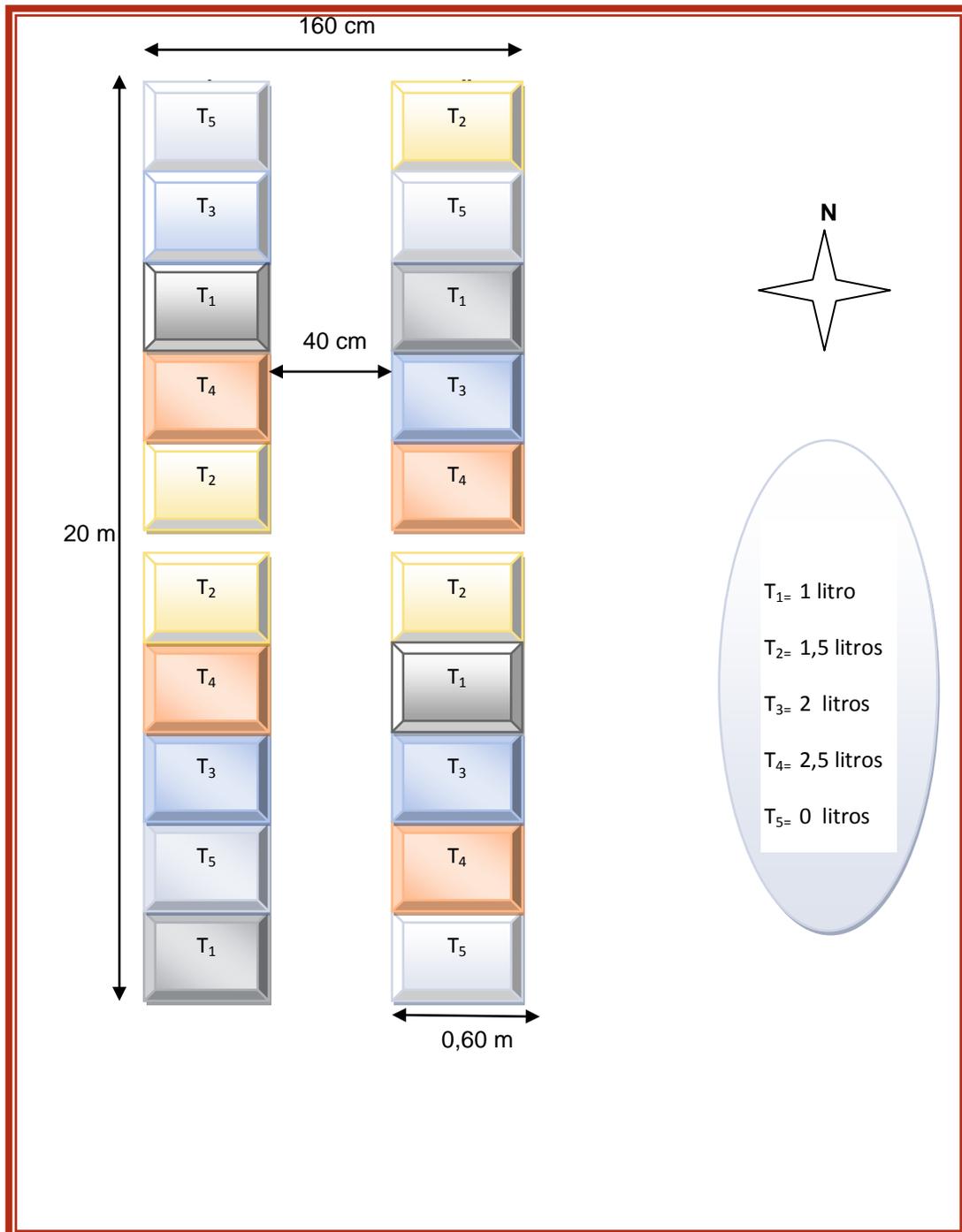
Cuadro N°20: Niveles de Biol

Tratamientos	Repeticiones
T ₁ = 1 litro de Biol + 15 litros de Agua	4
T ₂ = 1,5 litros de Biol + 15 litros de Agua	4
T ₃ = 2 litros de Biol + 15 litros de Agua	4
T ₄ = 2,5 litros de Biol + 15 litros de Agua	4
T ₅ = 0 litros de Biol + 15 litros de Agua	4

3.4.4 Croquis del Experimento

3.4.4 Croquis del Experimento

El croquis experimental del presente trabajo tuvo la siguiente distribución: Figura N° 14.



3.4.5 Descripción del Diseño Experimental

En el siguiente cuadro se tiene a detalle la distribución y dimensión del Diseño Experimental del presente trabajo de investigación:

Cuadro N°21: Descripción del Diseño Experimental

Caracteres	Dimensión
Largo de la UE	2 m
ancho de la UE	0,60 m
Área de la UE	5,2 m ²
Pasillos	0,40 m
Área total de ensayo	32,8 m ²
Distribución	Cantidad
Nº de bloques	4
Nº de plantas por UE	20
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Total de Plantas	412

3.5 Variables de Respuesta

3.5.1 Variables Climáticas

3.5.1.2 Temperatura de la Carpa Solar

El registro de la temperatura en el interior de la carpa fue a diario, desde el inicio del trabajo de investigación, que fue a mediados de diciembre hasta el mes de abril.

Para este propósito se empleó dos termómetros, situados de un extremo a otro al interior de la carpa, a altura aproximada de 0,40 m a nivel del cultivo de frutilla.

La lectura de las temperaturas tuvo un horario regular, es decir se registró temperaturas de horas 8:00 am y temperaturas de horas 14:00 pm.

3.5.2 Variables Agronómicas

3.5.2.1 Altura de la Planta

Se midió la altura de las plantas tratadas, desde la base del tallo hasta el ápice, la lectura de esta variable tuvo un intervalo de 4 días. El instrumento que se empleó para la lectura de esta fue una regla metálica milimetrada como se muestra en la figura N°15.



Figura N°15: Medición de la altura de la planta de Frutilla

3.5.2.2 Número de Hojas

Para la obtención de esta variable se realizó un conteo de hojas por cada una de las plantas tratadas ver figura N°16.

Este conteo tuvo un intervalo de 4 días durante las 9 primeras semanas del trabajo de investigación.



Figura N°16: Conteo Manual de las Hojas de Frutilla

3.5.2.3 Número de Inflorescencias

Para medir esta variable, se tuvo que registrar dos ocasiones por cada semana, para ser el respectivo conteo manual de las flores de frutilla y por la figura N°17 se tuvo buena incidencia floral.



Figura N°17: Conteo manual de las flores de la Frutilla

3.5.2.4 Número de frutos

El conteo de los frutos fue más regular, ya que la fase de fructificación fue de frutos con diferentes grados de madurez, como se ve en la figura N°18, y por ello se tomó un intervalo de cada 3 días.



Figura N°18: Conteo Manual de los Frutos de la Planta de Frutilla

3.5.2.5 Presencia de controladores Biológicos o Plagas

Se realizó un monitoreo dentro de la carpa solar, esto fue de manera irregular puesto a que dicha actividad se la realizaba cada dos semanas, el método que se usó fue el conteo y observación, presencia de algunos organismos vivos ya sea plaga u organismos benéficos como muestra las siguientes figuras.



Figura N°19: Presencia de Plagas



Figura N°20: Presencia de bio controladores

3.5.3 Variables de Rendimiento

3.5.3.1 Peso del Fruto

Para este dato fue imprescindible el pesado en gramos del fruto cosechado, así mismo para ello se usó una balanza analítica, ver figura N°21.



Figura N°21: Balanza analítica para el pesaje de los Frutos

3.5.3.2 Longitud del Fruto

Para determinar la longitud de cada fruto se llevó a cabo la medición en centímetros del fruto, instrumento empleado para esta variable fue de un Vernier como se ve en la figura N° 22.



Figura N°22: Medición del Fruto con Vernier

3.5.3.3 pH de la Frutilla

Para esta variable se requirió realizar la clasificación de las frutillas en laboratorio, el pHmetro fue el instrumento que se empleó para determinar el pH de las frutillas sometidas a diferentes niveles de biol, tal como se muestra en las siguientes figuras.



Figura N°23: Balanza para la Frutilla



Figura N°24: Selección de los Frutos

3.5.3.4 Porcentaje de °Brix de la Frutilla

Se usó el brixómetro para determinar el %° Brix de las frutillas a diferentes niveles de biol, para determinar la calidad del producto, para esto se requirió una muestra del producto de la frutilla como se muestra en la siguiente fotografía (ver figura N°25).



Figura N°25: Brixometro, para determinar los °Brix de la Frutilla

3.5.3.5 Grados de Maduración

Para esta variable simplemente se hizo una clasificación de los frutos según por el tamaño y por el color del fruto, esto se tuvo que observar durante el procedimiento de cosecha de cada una de las plantas tratadas. Una vez realizada la selección de los frutos, se la clasificó por el tipo de comercialización.

3.5.3.6 Beneficio Costo

Para esta última variable se realizó un análisis económico, el propósito de este análisis fue para ver si el trabajo de investigación presenta rentabilidad por el uso de biol, reemplazando el uso de algunos agroquímicos costosos, también con el principio de tener una producción y rendimiento de un producto orgánico bajo el uso de fertilizantes naturales, a menor costo y a menor tiempo. Y para hallar este beneficio costo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\textit{Relación Beneficio Costo} = \frac{\textit{Valor Bruto Producto}}{\textit{Costo Total}}$$

Alvarado (2007).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

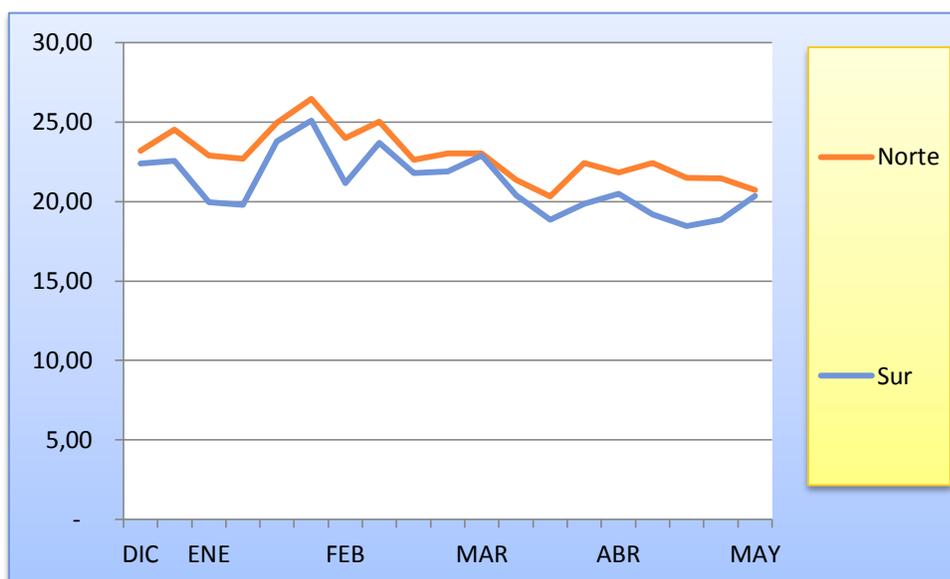
El trabajo de investigación se inició a mediados del mes de diciembre del 2010 hasta culminar el mes de abril, mayo y junio de la gestión 2011, de este trabajo se obtuvo los siguientes resultados.

4.1 Variables Agronómicas

4.1.2 Temperatura al Interior de la Carpa Solar

Villagrán (1994), señala que la temperatura es un factor clave para el desarrollo de las plantas de frutilla.

GráficoNº2: Variación de Temperaturas al interior de la Carpa Solar



DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
14 Días	45 Días	73 Días	104 Días	134 Días	164 Días
2 Semanas	6 Semanas	10 Semanas	14 Semanas	18 Semanas	19 Semanas

Se tuvo un 97.3% de viabilidad, el promedio de temperaturas fue de 23,5°C extremo norte y 22,5°C extremo sur, temperatura favorable para la etapa de floración. Ya en las semanas de enero y febrero, en cuya estación de verano presente, se registraron temperaturas variables como se muestra en el gráfico N°3.

Se pudo observar que durante las semanas de enero a febrero, las temperaturas se elevaron paulatinamente, es decir que se registró temperaturas promedio de 27C° extremo norte y en las máximas se vio por encima de 42°C (Ver Anexo 6), por otro lado se tuvo un promedio de 25C° en extremo sur y 35,2°C máxima, en este periodo especialmente en el mes de febrero, las plantas de frutilla se encontraron en la etapa de floración, por las temperaturas registradas en el extremo norte hubo algunas flores que sufrieron cambios fisiológicos como se muestra en la figura N°26.



Figura N°26: Abortos Florales de la Planta de Frutilla

Para las semanas de marzo las temperaturas tuvieron un cambio considerable ya que en extremo norte se vio un promedio de 24C°, a diferencia con el anterior mes, en el extremo sur se registró un promedio de 23,5°C. En este periodo el 40% de las plantas de frutilla se encontraron en la etapa de fructificación.

Para las semanas de abril se registraron temperaturas ideales para la planta de frutilla, por decir se tuvo temperaturas promedio de 23°C extremo norte, y las

temperaturas al extremo que fueron de 22°C. En este periodo la planta de frutilla se encontró en el punto clave de producción, cuyo proceso fue llevado a cabo con expectativas positivas.

En todo el periodo del desarrollo fenológico de la planta de frutilla la temperatura fue un factor que influyó en cada fase fenológica de la frutilla, se pudo observar también que hubo cambios paulatinos de temperatura, a consecuencia de ello se registraron algunas plantas que sufrieron abortos florales, germinación prematura de aquenios.

Según Ishikawa (2007), la temperatura y el foto periodo son factores muy importantes para el desarrollo de la frutilla, sin lugar a duda está claro que si influyen. Sin embargo el control de las temperaturas influye directamente en los cambios fenológicos de las plantas. Por lo tanto el manejo y control de las mismas son la respuesta a los cambios en el desarrollo de todas las plantas desde el inicio hasta la fructificación.

4.1.2 Altura de la Planta

Cuadro N°22: Análisis de Varianza para Altura de la Planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	1,2340	0,4113	1,07	0,3986 NS
Tratamiento	4	5,1920	1,2980	3,37	0,0434 *
E.E	12	4,6160	0,3846		
Total	19	11,0420			
C.V3,252307					

NS=No Significativo

* = Significativo

El anterior cuadro se muestra el ANVA, esta expresa que la variable de altura para los tratamientos de la planta de frutilla, fue significativa con un valor de (0,0434*). Sin embargo la diferencia entre bloques no fue significativa ya que presentó ($F_t=0,3986$ NS), lo cual demuestra que casi el 91.9% de las plantas obtuvieron la misma altura.

La significancia que presentó los tratamientos fue a razón de la época ideal de trasplante, distribución favorable de algunas repeticiones, también la resistencia de las plantas a temperaturas que excedieron en los días de febrero, por otro lado se tuvo temperaturas adecuadas en el resto de su ciclo.

Villagrán (1994), recomienda una temperatura promedio de 25°C para la fase de prendimiento y mejor desarrollo de las raíces, y las temperaturas registradas al interior de la carpa fueron de 27°C como temperatura promedio. Pese a la temperatura registrada, hubo un crecimiento el 95.9% de plantas con una altura homogénea.

Cuadro N°23: Prueba de significancia de Duncan para Altura de la Planta de Frutilla

Duncan Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	19,82	4
A	19,42	2
A	19,22	3
A	19,07	1
B	18,10	5

T₁= 19,07 cm (Nivel 1 lt de biol) Resultado

T₂= 19,42 cm (Nivel 1,5 lt de biol) Resultado

T₃= 19,22 cm (Nivel 2 lt de biol) Resultado

T₄= 19,82 cm (Nivel 2,5lt de biol) Resultado

T₅= 18,10 cm (Nivel 0 lt de biol) Resultado

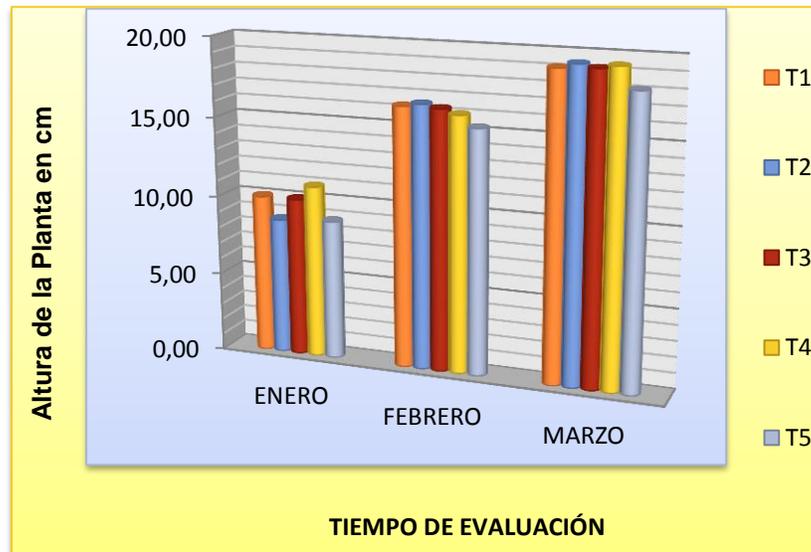
En el cuadro de la prueba de significancia de Duncan, se pudo ver que las diferencias en altura de las plantas fue menor, ya que presentaron la misma altura, en especial ($T_{1=}$ 1,5 lt y $T_{3=}$ 2 lt de biol).

Sin embargo se observó una verdadera diferencia en ($T_{5=}$ 0 lt de biol), lo que se esperaba, fue a causa de la falta de fertilizante foliar ya que su suelo no contó con el requerimiento nutricional aproximado de la frutilla, esto demostró que sí hubo deficiencia de algunos nutrientes y que esto fue causa del, refallo y en el desarrollo retardado de la planta del testigo. ($T_{2=}$ 15 lt biol), cuyo resultado no se esperó, por la concentración de biol, pero se justificó debido a que la distribución al azar de algunas repeticiones, fue a favor del mismo, pese al refallo que tuvo posteriormente. Para T_4 la concentración de 2,5 lt de biol aplicado en 15lt fue óptimo ya que aparte de tener más altura, tuvo menos problemas con ataque de plagas, enfermedades ni nematodos y ni una baja registrada, la razón de este resultado se debió a que estas plantas tuvieron más resistencia ya sea por la disponibilidad de nutrientes o fitohormonas.

Por lo tanto existe significancia en la altura de las plantas debido a la aplicación de biol a los diferentes tratamientos, situación que se notó en T_4 y T_3 que presentaron mejores resultados en la mayoría de sus repeticiones.

El desarrollo de estas fue de manera óptima, ya que aparte de llegar a su altura promedio, fueron los primeros en presentar hojas vigorosas y botones florales, también cabe mencionar que no tuvieron presencia de plagas ni fitopatógenos, que afectaran su desarrollo, es por ello que la aplicación de biol en esta fase fue de manera oportuna y favorable para el desarrollo de las plantas tratadas.

Gráfico N°3: Media Calculada para Altura de la Planta de Frutilla



En el gráfico 4 de la Media Calculada se observa detalladamente las alturas de los diferentes tratamientos. A inicios del mes de enero T₄ fue el primero, seguido de T₂ con una pequeña diferencia, el mismo caso se presentó en T₁ y T₃ que también registraron alturas similares. T₅ muestra la más baja proporción en altura a comparación de los otros tratamientos.

Se pudo apreciar que en el mes de febrero las alturas fueron iguales para los tratamientos, con excepción del Testigo que presentó un crecimiento lento. De la misma forma, no existió diferencia de alturas para el mes de marzo último mes de evaluación para esta variable. T₄ y T₂ dieron resultados óptimos, sin embargo tuvieron diferentes niveles de biol. La altura de la frutilla se registró en los meses de enero, febrero, marzo tiempo que se observó el crecimiento de las plantas, También este periodo se consideró crítico por la variación brusca de temperaturas.

4.1.3 Número de Hojas

Cuadro N°24: Análisis de Varianza del Número de Hojas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	45.8000	15.2667	0.64	0.6065 NS
Tratamiento	4	3690.7000	922.6750	38.48	<.0001 **
E.E	12	287.7000	23.9750		
Total	19	4024.2000			
C.V5.084556					

NS= No Significativo

****=** Altamente Significativo

En el anterior cuadro del ANVA se pudo apreciar que los bloques no presentan diferencia ($F_t=0,6065$) por lo tanto no existió significancia alguna en el número de hojas.

Sin embargo hubo una alta significancia en los tratamientos sometidos a la aplicación de biol.

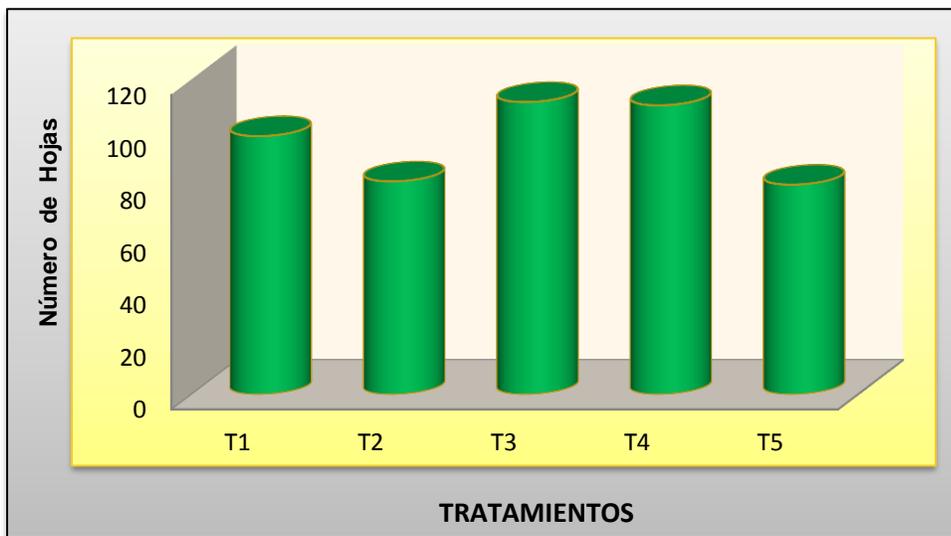
Este valor ($F_t<.0001$) explica lo altamente significativo sobre la diferencia en cantidad de hojas que tuvieron las plantas de frutilla de los diferentes tratamientos.

Ya en esta fase, todas las plantas se encontraron en pleno desarrollo foliar, las temperaturas que se registraron fueron cercanas por lo requerido del cultivo, es decir que entre las 10 y 14 semanas de evaluación, se tuvieron temperaturas con promedios de 21°C Sur y 24°C Norte (Ver Gráfico 3).

Medina, (1992) mencionó que el efecto del biol aplicado de manera foliar, a las plantas, dan resultados satisfactorios para desarrollo de las hojas debido al aporte de fitohormonas, presentes en el biol.

En esta variable también se notó que la participación de los niveles más elevados de biol, tuvieron mejores resultados ya sea por el aporte de las fitohormonas o fitoreguladores que incidieron en el desarrollo foliar. Por lo tanto existe alta significancia en el desarrollo foliar de la frutilla bajo la aplicación de biol con los niveles de T_3 y T_4 .

Gráfico N°4: Media Calculada para Número de Hojas



El gráfico anterior muestra de manera simple la presencia de las hojas, que empezaron a surgir aproximadamente durante los meses de enero a marzo.

En el mes de marzo se tuvo a la mayoría de las plantas con la similar cantidad de hojas, por otro lado la actividad de deshoje se efectuó desde febrero para adelante, sin embargo durante todo el ciclo se registró de manera eficiente el conteo de hojas y el descarte las mismas. El descarte de hojas viejas tuvo un promedio de 2 a 3 hojas por planta.

4.2.4 Número de Inflorescencias

Cuadro N°25: Análisis de Varianza del Número de Inflorescencias

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	129.2000	43.067	0.09	0.1545*
Tratamiento	4	1425.2000	356.300	17.32	<.0001**
E.E	12	246.8000	20.567		
Total	19	1801.2000			
C.V3.26038					

* =Significativo

**=Altamente Significativo

El ANVA para el número de inflorescencias presentó, significancia por lo que se mencionó que los bloques estudiados, cuyo resultado obtenido fue de ($F_t=0,1545$) tuvieron diferencias considerables, por otro lado en los tratamientos se obtuvo un valor de ($F_t=0,0015^*$) resultado que fue altamente significativo.

Esto se debió a que durante la etapa de floración, se registraron temperaturas promedio de 21°C y hasta 27°C , temperaturas que fueron favorables para su desarrollo floral, pese a que también se registró días calurosos, no obstante se dio mayor riego y mejor oxigenación durante los días con mayores temperaturas.

Villagrán (1994), mencionó que para un desarrollo normal de la incidencia floral de la frutilla, se requiere por lo menos una temperatura promedio de 23°C .

Por otro lado Ishikawa (2007), mencionó que la temperatura y el fotoperiodo son factores muy influyentes y que si estos exceden de lo requerido para la frutilla se podría provocar abortos florales, lo que se vio en campo en algunas repeticiones. Temperaturas elevadas de 39°C registradas al interior de la carpa y más horas luz lo que provocó anomalías fisiológicas a las flores.

Tonelli (2010), agrega también que una buena incidencia floral puede deberse a la oxigenación y buena drenación. Sin embargo para esta fase se requiere específicamente un manejo y control de las temperaturas, para tener una incidencia floral, sin defectos ni cambios fisiológicos que afecten la próxima fase que es la de fructificación, tal como menciona Ishikawa (2007).

Por lo tanto la temperatura y el fotoperiodo influyeron principalmente en la etapa de floración, y por los resultados se tuvo buena incidencia floral, a pesar de tener días con cambios espontáneos de temperatura.

Cuadro N°26: Prueba de Significancia de Duncan para Número de Inflorescencias

Duncan		
Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	46,25	4
A	42,25	3
B	30,25	1
B	26,50	2
B	25,75	5

T₁= 30,25 (Nivel 1 lt de biol) Resultado.

T₂= 26,50 (Nivel 1,5 lt de biol) Resultado.

T₃= 42,25 (Nivel 2 lt de biol) Resultado.

T₄= 46,25 (Nivel 2,5 lt de biol) Resultado.

T₅= 25,75 (Nivel 0 lt de biol) Resultado.

En la prueba de significancia Duncan, se vio que existe alta significancia entre los tratamientos por decir T₄= 2,5lt de biol y T₃=2 lt de biol tuvieron la mayor cantidad de flores, esto se debió a que hubo un óptimo desarrollo de las plantas tratadas.

T₂=1,5 lt de biol obtuvo una cantidad regular de inflorescencias en este caso no influyó mucho el número sino el tiempo de incidencia ya que desde el principio T₂=1,5 lt de biol, fue el primero en algunas repeticiones con la presencia de

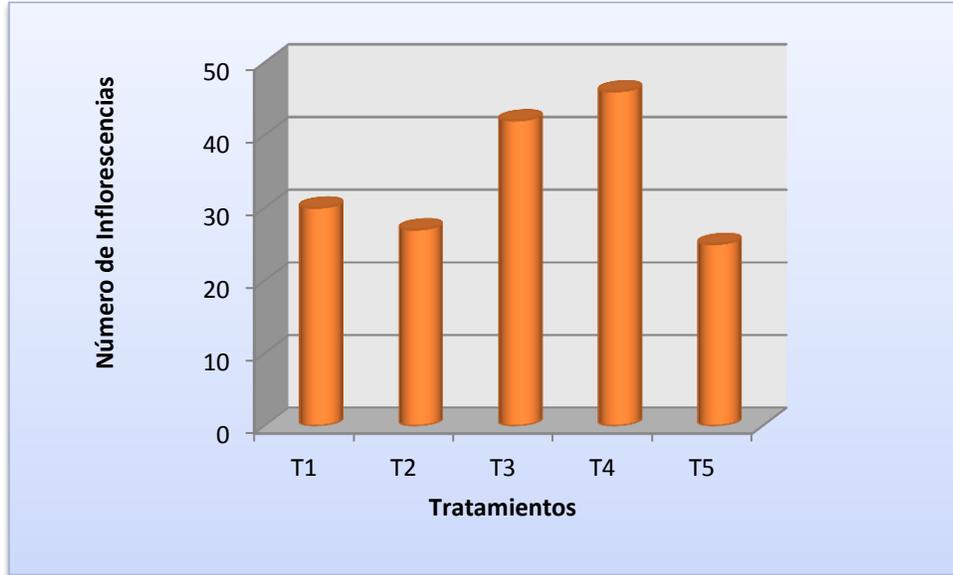
algunos botones florales a pesar de tener refallo. T₃=2 lt de biol presentó una buena incidencia de botones florales, el producto de estos resultados se debió a dos razones: Situación favorable de algunas repeticiones, como muestra en el croquis, buena aireación por parte de las ventanas de la carpa y nivel de biol 2 lt de biol favorable.

Y por último T₅=0% de biol y como Testigo obtuvo el valor más bajo de los tratamientos, esto claramente por la ausencia de biol o los nutrientes necesarios para su desarrollo. No obstante se notó también un desarrollo retardado de sus primeros botones florales.

Por lo tanto la incidencia de botones florales que se observó en los tratamientos fue altamente significativa, es decir que la aplicación del biol a diferentes niveles en T₄ y en T₃ tuvieron mayor cantidad de flores en menor tiempo lo que se vio en la inducción floral, y el desarrollo de inflorescencias, sin presencia de plagas ni enfermedades. Esto se debió a que hubo presencia de fitohormonas que dieron resistencia en la fase de inducción floral y por los resultados T₃ y T₄ tuvieron mayor inflorescencia.

Por otro lado Cedeño (2006), reitera que la presencia de plagas y especialmente la de enfermedades se debe a la vulnerabilidad de las plantas, es decir a plantas pobres carentes de los nutrientes necesarios.

Gráfico N°5: Media calculada para Número de Inflorescencias



DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
-----------	-------	---------	-------	-------	------

En el gráfico N°5, se puede observar que la Incidencia Floral en T₄ y T₃ fue más elevada que los otros tratamientos, T₁ también presentó una buena cantidad de botones florales.

Por otro lado T₂ tuvo una regular incidencia, debido a que recién empezó el proceso de formación de los botones florales. Y T₅ testigo obtuvo una menor cantidad de incidencia floral, sin embargo el resto de los tratamientos empezaron a tener uniformidad en su desarrollo floral, más lo contrario con T₅ que recién empezó a dar sus botones florales a principios de marzo.

El registro de esta variable se la realizó durante los meses de febrero y marzo, tiempo en que se presentó la formación de botones florales a un 75% de las plantas de frutilla, de abril para adelante hubo un descenso de la incidencia floral.

4.2.5 Presencia de Plagas y Controladores Biológicos

Cuadro N°27: Incidencia de Plagas o Controladores Biológicos

INCIDENCIA	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Fase fenológica		Desarrollo Foliar	Desarrollo Foliar	Desarrollo floral	Fructificación	Fructificación
PLAGA	Hormigas			Gusanos	Arañuelas	Arañuelas
CONTROLADOR BIOLÓGICO	Sapos	Sapos	Sapos			
CONTROL	Biol			Raleo	Raleo	

En el anterior cuadro se pudo obtener que la incidencia de organismos fue diferente conforme al tiempo, es decir que el tiempo o la época fue clave para la presencia de estos seres vivos.

Por decir en el mes de diciembre, tiempo que se dio el trasplante de los hijuelos, se tuvo la presencia de hormigas rojas como plaga ocasional, sin embargo también se tuvo la presencia de otros organismos, como los sapos, estos llevaron a cabo el rol de controladores biológicos.

En los meses de enero, febrero, y hasta marzo no hubo problemas, por las plagas, ni enfermedades ya que se contaba con la aplicación de biol, y presencia de sapos como controladores biológicos. Es importante mencionar que las actividades culturales fueron oportunas y convenientes en cada fase de desarrollo de las plantas de frutilla, ya que por medio de esta se pudo observar la presencia o no de organismos en cada fase fenológica, desde el prendimiento de las plantas hasta la cosecha e incluso post cosecha.

4.3 Variables de Rendimiento

4.3.1 Número de Frutos

Cuadro N°28: Análisis de varianza del Número de Frutos

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	157.000	52.3333	5.28	0.0149 *
Tratamiento	4	1123.800	280.950	28.33	<.0001 **
E.E	12	119.0000	9.91667		
Total	19	1399.8000			
C.V6.310769					

*= Significativo

**= Altamente Significativo

En el análisis de varianza para la cantidad de los frutos en las plantas de frutilla, se obtuvo significancia, con un valor de (0,0149*). No obstante por los resultados obtenidos para los tratamientos, fue altamente significativa, cuyo valor fue de (<,0001**) como figura en el cuadro N° 28.

Lavín (2002) también confirmó que el rendimiento en la producción de frutillas se debe a factores físicos, y a la ausencia de plagas, enfermedades presentes desde el inicio hasta el final de la fase fenológica de una planta.

La temperatura registrada para esta etapa de fructificación, tuvo un promedio de 20°C, con 2°C más de lo requerido, sin embargo para esta variable fue favorable por los resultados obtenidos.

Villareal (2000), mencionó que la variedad *fragaria anannasa* es tolerante a máximas temperaturas y mínimas de 5°C.

Cuadro N°29: Prueba de significancia de Duncan para número de Frutos

Duncan		
Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	60,50	4
A	53,75	3
B	50,75	1
B	49,75	2
C	35,75	5

T₁= 50,75 (Nivel 1lt de biol) Resultado.

T₂= 49,75 (Nivel 1,5 lt de biol) Resultado.

T₃= 53,75 (Nivel 2 lt de biol) Resultado.

T₄= 60,50 (Nivel 2,5 lt de biol) Resultado.

T₅= 35,75 (Nivel 0 lt de biol) Resultado.

En el resultado de la prueba de significancia de Duncan para el número de frutos de frutilla, se mostró a detalle la alta significancia en cantidad de frutos producto, de la aplicación de Biol a diferentes niveles.

Por decir el T₄=2,5 lt de biol fue el nivel más alto, respectivamente tuvo un buen resultado en cuanto al rendimiento de las frutillas, sin embargo T₃=2lt de biol vino a ser el segundo con una considerable respuesta teniendo el tercer nivel de biol de los tratamientos, la justificación de esto fue que no hubo refallo ni retardo en desarrollo de sus repeticiones.

Posteriormente T₁=1lt de biol que vino a dar un resultado similar al T₂, a pesar de presentar algunas bajas y posterior a aplazar el desarrollo de las plantas.

T₂=1,5 lt de biol parecía desde el inicio tener buena ventaja con un rápido desarrollo de altura en sus repeticiones, sin embargo llegó hasta esa etapa, por el resultado en rendimiento presentando una respuesta regular.

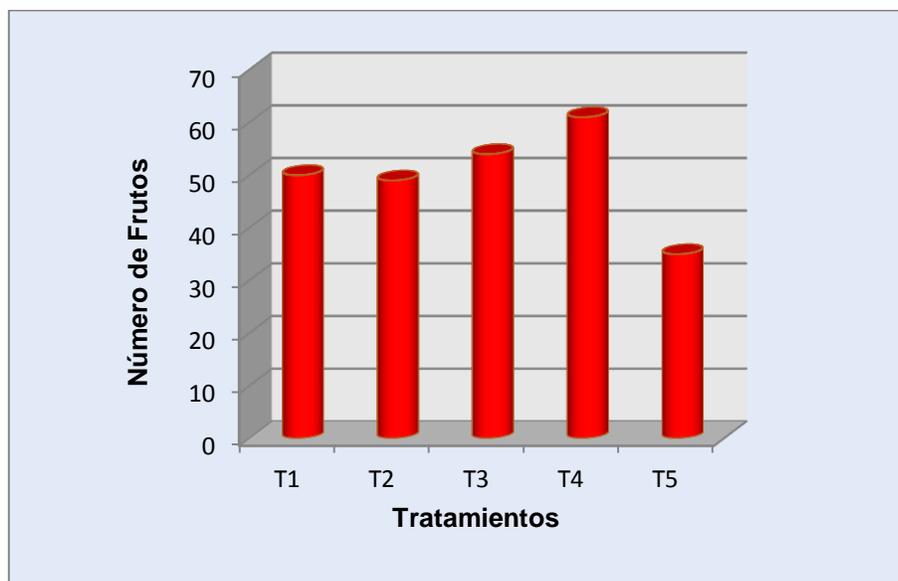
Y T₅=0 lt de biol, fue el más bajo en rendimiento, aquí se pudo ver y confirmar nuevamente, que existe alta significancia en el rendimiento de la frutilla bajo la aplicación de biol.

Tonelli (2010), mencionó que no hay buen rendimiento en la frutilla en suelos pobres o carentes de nutrientes y que los fertilizantes o abonos pueden contribuir eficientemente en la producción o rendimiento de las ellas.

Por lo tanto la aplicación de biol sobre las frutillas dio un efecto positivo en la fase de fructificación, producto de una buena inducción floral y un desarrollo satisfactorio de inflorescencias dando como resultado la producción de las frutillas maduras.

Restrepo (2001), también mencionó que el Biol presenta agentes fitoreguladores que aceleran el desarrollo de las plantas y posteriormente un buen rendimiento en los cultivos.

Gráfico N°6: Media calculada para Número de Frutos



DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
-----------	-------	---------	-------	-------	------

En el anterior gráfico de la Media Calculada para el número de frutos de la planta de frutilla, muestra claramente el tiempo de obtención de los frutos maduros que fue al 85% en su gran mayoría, y seguido de frutos sobre maduros. La presencia de los frutos fueron en los meses de marzo abril y mayo. Sin embargo la cantidad cosechada fue diferente conforme al tiempo, es decir que en el mes de marzo los frutos de la frutilla tuvieron diferentes grados de madurez, no se tuvieron frutos sobremaduros.

Es importante mencionar que cada tratamiento dio frutos característicos en cuanto a los grados de su madurez: Por ejemplo de $T_4=2,5$ lt de biol se pudo cosechar buena cantidad de frutos y en su mayoría frutos 90% maduros y con aspecto brillante.

El segundo en brindar un buen rendimiento de los frutos fue T_3 , que también dio frutos maduros, de buen aspecto. T_1 y T_2 también tuvieron buenos resultados sin embargo los frutos que se obtuvieron de estos tratamientos, no fueron del todo sobremaduros. T_5 como testigo dio un rendimiento bajo, esto claramente por ser testigo, al menos empezó a dar frutos maduros, después de que los demás tratamientos empezaron a descender su producción, sin embargo el rendimiento de estos fue prometedor.

4.3.2 Longitud del Fruto

Cuadro N°30: Análisis de Varianza para Longitud del Fruto

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	0.5855	0.1951	2.63	0.0984 NS
Tratamiento	4	0.7680	0.1920	2.58	0.0909 NS
E.E	12	0.8920	0.0743		
Total	19	2.2455			
C.V 6.790570					

NS= No Significativo

NS= No Significativo

En el ANVA para longitud de fruto se notó que no existe significancia alguna en los tratamientos ($F_t=0,0984$) y los bloques cuyo valores resultaron ($F_t=0,0909$) es decir que los frutos obtenidos no muestran diferencias considerables en su tamaño.

Tonelli 2010, mencionó que el tamaño de la frutilla, no es influido por la proporción de nutrientes o fitohormonas que aporten en el cultivo para incrementar el tamaño del fruto, sino que la variedad, es decir todas las variedades existentes de la frutilla, proporcionan frutos que varían de tamaño y de forma, puede existir frutillas largas y cortas grandes o pequeñas.

Según Juscafresa (1987), un buen manejo de cultivo de la frutilla conlleva a una buena producción, menciona también que el rendimiento puede ser variable dependiendo del aporte de materia orgánica o nutrientes suficientes para una producción satisfactoria, la desventaja de esto es el incremento los costos de producción.

Floquer, F. (1986), menciona que el rendimiento de los frutos de la frutilla se debe al manejo adecuado de las actividades culturales y la selección de la variedad de frutilla, es decir que existen frutillas para el consumo directo y otras para el procesamiento, la longitud del fruto es una característica muy importante que se toma en cuenta en la selección de los frutos.

Cuadro N°31: Prueba de significancia de Duncan para longitud de los Frutos

Tratamiento I	3,15 cm. (Nivel 1 lt de biol) Resultado.
Tratamiento II	3,30 cm. (Nivel 1,5 ltdebiol) Resultado.
Tratamiento III	3,85 cm. (Nivel 2 lt de biol) Resultado.
Tratamiento IV	3,85 cm. (Nivel 2,5 ltdebiol) Resultado.
Tratamiento V	3,27 cm. (Nivel 0 lt de biol) Resultado.

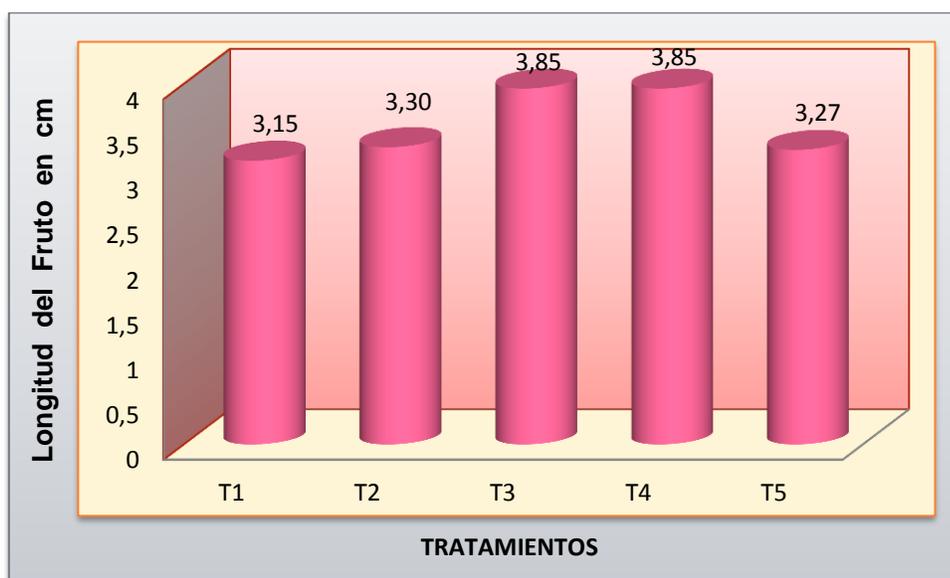
En la prueba de significancia de igual forma indica que en esta variable no existe diferencia alguna, por tanto los tratamientos resultaron ser iguales, con una que otra diferencia, y pero que esta no tuvo peso para el resultado final.

Obtenido este resultado se pudo definir que el tamaño de la frutilla se determina por la variedad como se mencionó anteriormente, y como tal la longitud del fruto tuvo un promedio de 4cm, valor que obtuvieron dos tratamientos los cuales fueron T₄ y T₃ con los niveles más altos de biol.

Por otro lado el valor obtenido del resto de los tratamientos fue igual con poca diferencia, y T₅ respectivamente con un valor similar.

Puede ser que el tamaño de la frutilla dependa de la variedad, sin embargo por más pequeña que sea la diferencia de los resultados obtenidos se debe a la influencia del biol, ya que T₄ y T₃ obtuvieron mejores resultados, esto se debió a la influencia del biol, y que este permitió terminar en su momento la fase fructificación libre de plagas.

Gráfico N°7: Media Calculada para Longitud de los Frutos



El gráfico N°7 nos indica y muestra la poca diferencia en longitud de los frutos como resultado de los tratamientos.

Respectivamente se pudo observar que los niveles más altos seguidos de $T_3=1,5$ lt de biol y $T_4=2,5$ lt de biol obtuvieron sin problema la longitud promedio de la frutilla de esta variedad. Luego siguieron los tratamientos $T_1=1$ lt de biol y $T_2=1,5$ lt de biol que rindieron de manera óptima. Y finalmente $T_5=0$ lt de biol, tratamiento que obtuvo un valor no satisfactorio el testigo, debido a su proceso de fructificación tardía.

4.3.3 Peso del Fruto

Cuadro N°32: Análisis de Varianza de Peso del Fruto

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	3	7.6368	2.5456	0.19	0.14 NS
Tratamiento	4	4.1221	1.0305	0.89	0.50 NS
E.E	12	13.9470	1.1622		
Total	19	25.7060			
C.V 5.222116					

NS= No Significativo

NS= No Significativo

En el ANVA para el peso de los frutos resultó también ser insignificante, es decir que no existió diferencia alguna en el rendimiento de los frutos tanto de los bloques con un valor de ($Ft=0,14$), como de los tratamientos, con resultado de ($Ft=0,50$) estos valores mostraron la insignificancia en diferencia del peso de frutilla de los bloques y tratamientos a niveles diferentes de biol.

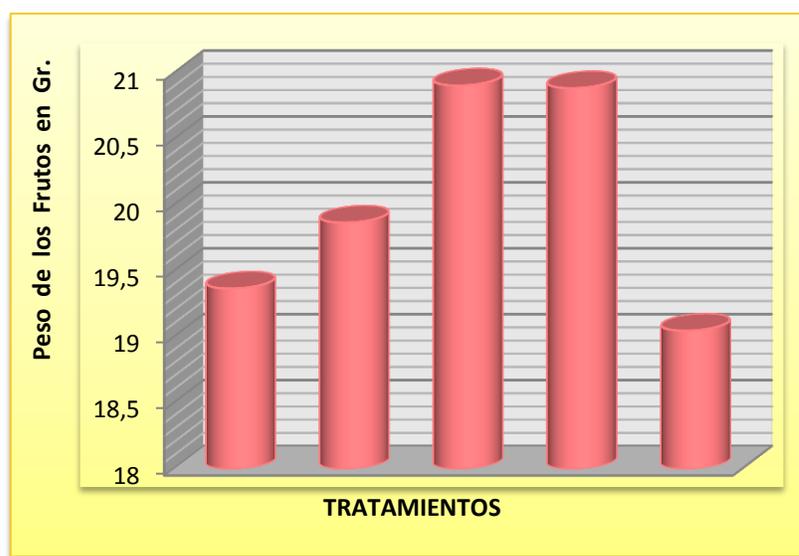
Tonelli (2010), mencionó que el rendimiento de la frutilla es característico y que mucho depende de la variedad, ya que las plantas de frutilla de variedad (*fragaria x annanasa*), dieron frutos con un peso al 70% homogéneo.

Cuadro N°33: Prueba de significancia de Duncan para Peso de los Frutos

Tratamiento I	19,37 gr. (Nivel 1ltde biol) Resultado
Tratamiento II	19,07 gr. (Nivel 1,5 lt de biol) Resultado
Tratamiento III	20,91 gr. (Nivel 2 lt de biol) Resultado
Tratamiento IV	20,89 gr. (Nivel 2,5 lt de biol) Resultado
Tratamiento V	19,05 gr. (Nivel 0 lt de biol) Resultado.

En el cuadro anterior de la prueba de significancia de Duncan para el rendimiento de la frutilla, se mostró claramente la pequeña diferencia que existe entre tratamientos. Por decir $T_3=2$ lt de biol y $T_4=2,5$ lt de biol obtuvieron un buen rendimiento, en realidad un óptimo rango en el peso de la frutilla de variedad *fragaria x anannasa*. $T_1=1$ lt y $T_2=1,5$ lt de biol también obtuvieron un rendimiento regular.

Gráfico N°8: Media calculada para Peso de los Frutos



En el gráfico N°8 de la media calculada para el peso de frutos, muestra a detalle que el rendimiento de los frutos obtenidos fue igual y que no existió diferencia significativa tal como se mostró valores en el cuadro del ANVA para el peso de la frutilla.

En este gráfico se pudo observar que el nivel T₃=2 lt de biol y T₄=2,5 lt de biol obtuvieron un valor óptimo en rendimiento. A diferencia de nivel T₁=1 lt de biol y T₂=1,5 lt de biol que tuvieron un resultado regular.

El nivel T₅=0 lt de biol muestra el resultado más bajo en la gráfica. Esto se debió a que el testigo dio frutos simplemente maduros medianos y pequeños.

4.3.4 pH de la Frutilla

Cuadro N°34: Ph Registrado de las Frutillas tratadas

TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TARTAMIENTO IV	TRATAMIENTO V
Nivel 1lt de biol	Nivel 1.5 ltbio	Nivel 2ltbio	Nivel 2.5 lt de biol	Nivel 0lt de biol
3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
Rango del pH para la Frutilla	*	3,15	>3,15	**

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio con respecto al pH de la frutilla cosechada, se pudo observar una diferencia nula. El principio del pH en los frutos es muy importante por lo que se dice que mientras más ácido sea un fruto o producto mayor es el tiempo conservación, en el caso de la frutilla se tiene aproximadamente unrango de 3,15 o mayor al 3,15.

Sin embargo el análisis que se realizó en los frutos obtenidos bajo diferentes nevels de biol no fue significativo ya que los frutos adquiridos del Nivel (0 lt de

biol=3,15) y Nivel (1 lt de biol=3,15) tuvieron el mismo pH esto se debió a que los frutos de estos tratamientos fueron de menor tamaño ácidos, pese a que tuvieron el 100% de madurez.

Por otro lado el Nivel (2 lt de biol=3,15) y (2,5 lt de biol=3,15) también tuvieron el mismo pH en este caso no influyó mucho el tamaño de los frutos por lo que fueron diferentes, fue por el grado de madurez ya que se tuvo un 100% maduro y sobremaduros.

Sanchez (2007), menciona que muchos productos tuvieron buenos resultados en calidad después de ser aplicados con biol.

Tonelli (2010), menciona que la frutilla se caracteriza por ser un fruto ácido, pero también por ser el más delicioso, sin embargo su pH puede variar por la presencia de glucosa. Es decir puede haber frutillas dulces y sabrosas, por lo que su pH puede ser menor. Es el caso de los tratamientos todos tuvieron un pH al rango. Por lo tanto no existe diferencia alguna en la calidad y sabor de los frutos bajo el efecto de la aplicación de biol.

4.3.5 Porcentaje de °Brix de la Frutilla

Cuadro N°35: Calidad de la Frutilla por el Porcentaje de °Brix

TRATAMIENTO I	TRATAMIENTO II	TRATAMIENTO III	TARTAMIENTO IV	TRATAMIENTO V
Nivel 1lt de biol	Nivel 1.5 lt de biol	Nivel 2lt de biol	Nivel 2.5 lt de biol	Nivel 0lt de biol
8	9	9	9	8
% ° Brix Aceptable Para la Frutilla		10		>15

En el cuadro anterior se pudo obtener el porcentaje de ° Brix de la frutilla, y por el resultado la diferencia fue nula, es decir que la influencia de la aplicación de los diferentes niveles de biol no influyeron en su cualidad.

Sanchez (2010), mencionó la importancia de un buen manejo y una buena fertilización en los cultivos para obtener una buena calidad del producto final, por otro lado se mostró la calidad de frutilla, ya que al realizar su procesamiento no fue dificultoso a diferencia de otros productos, debido a su corto tiempo de desnaturalización, su fácil manipulación, etc.

Los niveles $T_1=1\text{lt}$, $T_2=1,5\text{ lt}$ y $T_5=0\text{ lt}$ de biol tuvieron el mismo resultado, también el mismo tiempo de cocción, y $T_3=2\text{ lt}$, $T_4=2,5\text{ lt}$ de biol mostraron su verdadera calidad al determinar el % de grados Brix que fue el mismo que la de los tratamientos restantes, esto quiere decir que estos dos últimos tratamientos muestran la calidad de la frutilla, por el mismo valor en porcentaje de grados Brix.

4.3.6 Grados de Madurez de la Frutilla

Cuadro N°36: Grados de Maduración de la Frutilla

GRADOS DE MADURACIÓN	TIEMPO DE EVALUACIÓN
8 Semanas	Verde Pequeño
12 Semanas	Verde Grande
14 Semanas	Blanco
16 Semanas	25% Rojo
18 Semanas	50% Rojo
20 Semanas	75% Rojo
22 Semanas	100% Rojo
24 Semanas	Sobremaduro
26 Semanas	Sobremaduro

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se puede observar el grado de madurez de los frutos obtenidos de los cuatro bloques, cabe mencionar que esta fase no fue igual para todos los tratamientos, ya que existió una desigualdad al 70% es decir que mientras unos empezaban a fructificar otros terminaba su etapa, pero esto no fue significativo.

Por decir durante el mes de marzo se tuvo la presencia de frutos VP a un 30%, a fines del mes de febrero se observaron frutos VG. Posteriormente a mediados del mes de marzo se tuvieron frutos B al 68% esta reducción se debe a que hubo en algunos frutos que sufrieron fisiopatías como germinación prematura de los achenios o frutos blancos.

Según Ishikawa (2007) las aberraciones presentes en los frutos puede deberse al exceso de fertilización o también a las altas temperaturas que inducen a fisiopatías en las flores y en los frutos.

A finales del mes de marzo se presenciaron frutos 25% Rojos, en esta etapa se observaron frutos Blancos y gran cantidad de frutos 25% Rojos, finalizando el mes de marzo se tuvieron frutos 50% Rojos. A principios del mes de abril se tuvo gran incidencia de frutos 75% Rojos, es importante mencionar que tratamientos que obtuvieron estos frutos fueron T₃ y T₄ de biol, tratamientos que tuvieron la mayor cantidad de frutos de 75% Rojos.

A meses de abril y mayo respectivamente se tuvo frutos de grado 100% maduros la incidencia de estos frutos fue del 50%, a finales del mes de abril y a principios de mayo se tuvo frutos sobre maduros, la incidencia de estos fue del 70% lo que quiere decir que el mes de mayo y junio se tuvo una cosecha > al 70% de la producción total.

4.3.7 Comercialización de la Frutilla

Cuadro Nº 37: Clasificación de la Frutilla para su Comercialización

Frutilla	Grado de Maduración	Tamaño	Peso en gr	Tipo de Comercialización
T₁	50%-75% R	Mediano Pequeño	19,37	Nacional Industria
T₂	50%-75% R	Medeiano Grande	19,07	Nacional
T₃	100% R	Grande Mediano	20,91	Nacional
T₄	75%-100% R	Grande- mediano	20,89	Exportación
T₅	50%-75% R	Pequeño Mediano	19,05-17,0	Industria

Fuente: Elaboracion Propia

De acuerdo a la cosecha adquirida de la frutilla, se dio una clasificación por el tipo de comercialización, es decir que la frutilla cosechada tuvo diferentes destinos de acuerdo a sus características.

Por esta razón el anterior cuadro muestra el tipo de comercialización para la frutilla proveniente del Centro Experimental de Cota Cota. La variedad llamada *fragaria x anannasa*, caracterizada por tener frutos grandes.

Por lo tanto el producto cosechado dio como resultado los tres tipos de comercialización: Exportación, Nacional e Industrial, tal como se muestra en el anterior cuadro.

4.3.7 Beneficio Costo

4.3.7.1 Costos de Producción

A continuación se puede ver en el cuadro N°38, el rendimiento de cada tratamiento bajo diferentes niveles de biol fue diferente. Por lo que se obtuvo un rendimiento referente por m². Sin embargo se muestra también el rendimiento o producción total del área por cada tratamiento.

Cuadro N°38: Rendimiento del Cultivo de Frutilla

Tratamiento	Rendimiento gr/planta	Rendimiento kg/m ²	Rendimiento Total kg/m ²	Total Beneficio Bs
T1	190.19	3,81	76,0	1.521,4
T2	186.88	3,71	74,75	1.495,0
T3	221.64	4,43	88,56	1.771,2
T4	254.86	5,09	101,94	2.038,8
T5	133.35	2,66	53,34	1.066,8

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°39: Analisis del Beneficio Costo de la frutilla por Tratamiento

B/C	Unidad	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Costo total 1 ^{er} año	Bs	2.762,1	2.767,6	2.773,1	2.778,1	2.751,1
Total beneficio	Bs	1.521,4	1.495,0	1.771,2	2.038,8	1.066,8
B/C 1^{er} año	Bs	0,55	0,54	0,63	0,73	0,38
Costo total 2 ^{do} año	Bs	1.895,5	1.190,0	1.906,5	1.911,5	1.884,5
Total beneficio	Bs	1.521,4	1.495,0	1.771,2	2.038,8	1.066,8
B/C 2^{do} año	Bs	0,8	0,9	0,9	1,1	0,5

Fuente: Elaboración Propia

Por el elevado costo de materiales y el alquiler de otros supuestos, existe pérdidas de >1 Bs durante primer año en todos los tratamientos, pese al uso del

biol, que omitió costos por agroquímicos. Por otro lado el Beneficio Costo no cubre los costos de producción tal como se muestra en el anterior cuadro. Sin embargo existe rentabilidad para la segunda gestión, tomando en cuenta la reducción de los costos de producción por la depreciación de algunos materiales. T₄ dio mayor rendimiento en cuanto a la producción, y por ende presenta rentabilidad con un área de 32,8 m², el resto de los tratamientos continúan presentando pérdidas. Por otro lado dentro de los costos totales no existió gastos en agroquímicos como ser plaguicidas, fungicidas u otros supuestos, esto redujo la cifra de Costos Totales al 5% del total de su producción.

Observado el ingreso bruto, se puede notar que el tratamiento 4 presenta mayor ingreso, esto debido a que presenta una mayor producción que la demás seguido del tratamiento 3, esto justifica que los niveles mas altos en aplicación de biol, dieron un mejor desarrollo y mayor producción.

Para el beneficio costo el tratamiento 4 presenta rentabilidad y ganancias para la segunda gestión, cuyo beneficio costo es de 1,1 que significa no hay pérdidas mas al contrario existe ganancias conforme los años ya que las frutillas son consideradas plantas perenes. Por otro lado los tratamientos 1, 2, y 3 no presentan rentabilidad, porque existe pérdidas tanto en el primer año como en el segundo.

5 CONCLUSIONES

A continuación se puede dar varios puntos de gran importancia del presente trabajo de investigación, con relación a la producción y fertilización con Biol al cultivo de frutilla:

- La temperatura al interior de la carpa fue fundamental para el prendimiento de los hijuelos de frutilla, y posterior a su desarrollo, hubo variaciones, lo cual provocó unas bajas en diferentes tratamientos. Por lo tanto la temperatura es un factor muy influyente para el desarrollo de las plantas..
- La aplicación de biol en 15 litros de agua a diferentes niveles fue adecuado al cultivo de frutilla, especialmente en la etapa de prendimiento ya que este pudo evitar la intervención de algunas plagas de suelo debido a su resistencia. Por lo tanto el biol contribuye en nutrientes y fitohormonas para el desarrollo de la planta.
- Se notó un incremento de Nitrógeno, Potasio y Fósforo en el suelo, lo que dio una diferencia significativa en el análisis físico químico antes y después de la aplicación de biol, pese a que la aplicación fue por vía foliar.
- Para el número de hojas, T₄ tuvo mayor cantidad, hubo algunos cambios en el resto de los tratamientos, esto a razón del proceso de refallo de 4% del total de las plantas, T₃ con muy poca diferencia. T₁ también con una buena cantidad de hojas y finalmente T₂, T₅ que presentaron baja cantidad de hojas. La variación que tuvo esta variable en los tratamientos T₅ y T₂ se debió al proceso de refallo en las repeticiones por lo que retrasó el proceso de prendimiento y posteriormente al desarrollo de la planta.

- La incidencia floral $T_3= 1$ lt de biol y $T_4=2,5$ lt de biol que fue altamente significativo. En este caso no influyó mucho el número de inflorescencias, sino el tiempo de incidencia floral ya que desde el principio $T_4=2$. lt de biol fue el primero con la presencia de algunos botones florales en sus repeticiones.
- En el rendimiento de la frutilla, $T_4=2,5$ lt de biol obtuvo mayor producción, tuvo buena cantidad de frutos, seguido de T_3 y T_1, T_2 . El testigo $T_5=0\%$ de biol rindió de manera regular y muy retardada, Fue importante mencionar que cada tratamiento dio frutos característicos en cuanto a los grados de su madurez.
- En cuanto al Beneficio Costo de la frutilla no presentaron rentabilidad en la primera gestión, sin embargo en la segunda gestión presentó rentabilidad ya que el costo de producción fue inferior a su Ingreso Bruto.
Por lo tanto el nivel de biol en T_4 se puede tomar como referencia para la producción orgánica, buen rendimiento y buena calidad del cultivo de frutilla, la aplicación de biol puede omitir algunos gastos como ser de agroquímicos, y reducción de los costos de producción.

6 RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere activar el ventilador a partir del medio día, ya que durante ese periodo se pudo observar la elevación de temperatura.
- ✓ Es importante un riego constante al menos de 3 horas después del trasplante durante las dos primeras semanas, para evitar deshidratación de las raíces y posterior a las bajas.
- ✓ Es importante cubrir plástico de solarización durante el inicio de fructificación, para evitar el contacto del suelo con el fruto y propagación de moho o gusanos en los mismos.
- ✓ La variedad *fragaria anannasa*, puede llegar a dar un buen rendimiento en su producción y calidad por influencia de una mejor fertilización, y factores físicos a parte de ser asimilable, también como variedad comercial es la más resistente y la más rentable.
- ✓ El nivel de biol T₄, presenta rentabilidad a la segunda gestión, en un área de 32,8 m² igual que es conveniente, para una producción de frutilla con promedio rentable.

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 Citas bibliográficas consultadas

ALVARADO, ERIK. (2007) “Guía de elementos de la macroeconomía y microeconomía”, MANUAL I -UMSA Agronomía. 23-35pp.

CHURA, L ZENAIDA. (2006). “Evaluación de la aplicación del biol en el cultivo de maca (*Lepidiummeyenniwalp*). Tesis de Grado UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 45-46 pp.

COLQUE A. SILVIA. (2006) “Aplicación de Abonos Orgánicos en la Frutilla (*Fragaria sp.*) En Condiciones Controladas. Tesis de Grado UMSA- Facultad de Agronomía. La Paz. 36-45pp.

CORDOVA. (2006).”GUIA de Hidráulica, Riegos y Drenajes”. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz-Bolivia.pp26-35.

FLOQUER, F. (1986). La frutilla o fresón, estudio de la planta y su producción comercial ED. Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires- Argentina pág. 61-120 pp.

FLORES J. (1996). “Carpas solares técnicas de construcción” Ed Huellas SRL. Cedefoa. La Paz – Bolivia.pp12-14

GUERRERO, J. (1993). “abonos orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de los suelos” ED. Rojo de la acción de alternativas al uso de agroquímicos. RAAA, Lima-Perú. pp 13-21.

HARTMAN, F. (1999). Invernaderos y ambientes atemperados. OFFSED. Bolivia Ltda, La Paz-Bolivia. pp 9-15.

JUSCAFRESA, B; IBAR LEANDRO (1987). “Fresas, fresones y tomates.1^{Ra} Edición. Editorial. Barcelona, España. Pág. 9-30pp.

MEDINA, A (1999). “El Biol” Fuentes de Fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Cochabamba-Bolivia. U.M.S.A pp 60-70

MEDINA, A. (1992). “El Biol y Biosol en la Agricultura” Ed. Programa Especial de Energia.UMSS-GTZ.Cochabamba-Bolivia.1-47pp.

ORSAG, V. (2006).“Manual Manejo y conservación de los suelos. UMSA- Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. P.13-21.

QUINO, ELISEO. (2006). Apuntes de clases de Fertilidad y Nutrición Vegetal. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz-Bolivia.pp.1-7.

QUISPE, C DOMINGO. (2002). “Uso del biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo del Pepinillo (*Cucunnissativus, l*) bajo diferentes concentraciones en ambientes atemperados. Tesis de Grado UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 60-63 pp.

RESTREPO, JAIRO. (1995). “Elaboración de abonos orgánicos fermentados biofertilizantes foliares” San José-Costa Rica. IICA. Pág. 1- 56

RODRÍGUEZ, G; PÉREZ, D; Y PAREDES,V. (2010). Economía y Estadísticas “Cultivo de frutilla: dinámica comercial de la Argentina y Tucumán (2005-2009) y gastos de producción estimados”.pp.7-8

ROSLI .G, CIVELLO; MARTÍNEZ G. (2003). “Degradación de pared celular en frutillas. Análisis de sus componentes, evolución de la actividad enzimática y expresión de genes asociados” CIDCA, UNLP, La Plata.pp11

SANCHEZ, C (2003). “Abonos Orgánicos Fermentados y lombricultura” Lima-Perú, Ediciones Ripalme. pp 50-60

SANCHEZ, C. (2004). “Abonos orgánicos y lombricultura”. Lima-Perú, Ediciones Repalme. pp 50-60.

STEEL, R; J. TORRIE (1988). Bioestadística: “Principios y Procedimientos. 2da. EDICION- MEXICO: MMc GrawHill.

SUQUILANDA, M. (1996). “Manual para la producción orgánica, bioestimulantes orgánicos” Edición UPS. Serie N° 12 Quito-Ecuador 22pp.

TERAN, R. (2007). Agro ecología y Desarrollo Sostenible. UMSA- Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. P.6-11.

TERRANOVA, (1995). Enciclopedia agropecuaria I seminario Nacional sobre Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia Pág. 80

YAGUE F, LUIS. (1999). “Manual Práctico De Manejo Del Suelo Y De Los Fertilizantes” CoEd. Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación. Ed. MINDI-PRENSA. pp. 93-130

7.2 Bibliografía de Páginas Web Consultadas

AGRO. BOOKS. (2000) “Cultivo de fresas o frutillas” consultado el 13 de septiembre del 2010 y disponible en:
<http://www.mercadomodelo.net/observatorio/frutilla.pdf>

APARCANA, R. SANDRA (2008) Estudio sobre valor fertilizante de los productos del “Proceso Anaeróbica” para producción de biogás. consultado el 20 de abril del 2011, y disponible en:

httpwww.germanprofec.ReportsEstudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertili-Biogas_ntz

APROLAB (2007). “Producción de Abono Orgánico con Microorganismos Eficaces EM-1. Material Elaborado Para Formación-Profesional en Ganadería Lechera”. Consultado el 19 de octubre del 2011 y disponible en:

httpwww.em-la.usuariobase_datosmanual_para_elaboracion_de_compost.pdf

CASACA, DANIEL. (2005). Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. Consultado el 2 de noviembre del 2011, y disponible en:

<httpwww.zamorano.edugamisfrutasfresa>

CEDECAP, (2007). “Biodigestor de Polietileno: Construcción y Diseño” (JR.) consultado el 21 de abril del 2011, disponible en:
httpwww.cedecap.org.peuploadsbiblioteca8bib_arch.pdf

CEDEÑOS; GALLEGO. (2006).” Revisión Bibliográfica Sobre el Análisis del Riesgo de Plagas para la Importación de plantines de Frutilla” Consultado el 21 de abril del 2011 disponible en:

<httpwww.uce.edu.ecupload20090209110141.pd>

CEIBA-JAC. (2006). “MANEJO DE EXCRETAS Y BIODIESTORES” Capacitación para el manejo integral y autosostenible de cerdos con pequeños productores de tres veredas núcleo del Departamento de Antioquia. Consultado el 11 de abril del 2011 y disponible en:

httpwww.agronet.docs_Manejo%20de%20excretas%20y%20biodigestores.pdf

COLQUÉ, T. (2005). “Producción de biol Abono líquido natural y Ecológico” consultado el 19 de abril del 2010 disponible en:

<http://www.quinoa.life/media/Quinoa/docs/pdf/Outreach/ManualBiolfinal.ashx>

CHIRINOS H. (2000). “Fertilización de fresa *Fragaria ananassa.*” Consultado el 13 de septiembre del 2011 disponible en:

httpwww.drcalderonlabs.comCultivosFresaFertilizacion_en_Suelo.pdf

DIAZ, PERCY C. (2001). “Biofertilizantelíquido, Biol” catálogo de proyectos consultado el 15 de octubre del 2010, disponible en:

<httpwww.acca.org.peespanolpublicacionesmanualesbiol.pdf>

GIMENEZ, G. (2000) “Situación Real de la Producción de la Frutilla, Hortícola del Programa UNID-NID. Consultado el 5 de septiembre del 2010 y disponible en:

http://.germanprof.com/produccion_de_la_fresa_latinoamericano/norte.pdf.

GRANJA, C. (2004). Estudio sobre valor fertilizante de los productos del “Proceso Anaeróbica” para producción de biogás.

http://www.germanprofec.com/cmsuploadReportsEstudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertili-Biogas_ntz

GUERENA M. (2003). “Fresas Orgánicas y Opciones para el Manejo Integrado de Plagas” ATTRA. Consultado el 3 de mayo de 2011 disponible en: <http://www.ingenieriaagricola.cldownloadsfrutillas.pdf>

I.N.E. (2008). Estadística Agropecuaria VIGENTE (2004-2009)” Instituto Nacional de Estadística” La Paz-Bolivia consultado el 23 de junio del 2011 disponible en: <http://www.EstadoPlurinacionalDeBolivia-I.N.E.ntz.pdf>.

ISHIKAWA A. (2007). “Ensayo Comparativo De Rendimiento De Cultivares De Frutilla” Consultado el 13 de abril del 2011 disponible en:
[E-mail:aishikawa@correo.inta.gov.ar](mailto:aishikawa@correo.inta.gov.ar)

LAVÍN A; MAUREIRA C. (2002). “La Frutilla Nativa y su Cultivo”. Consultado el 20 de mayo del 2010 disponible en: <http://www.inia.cl/mediosbibliotecataNR29022.pdf>

MARTI, JAIME. (2008). “Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares” Consultado el 23 de enero del 2010 y disponible en:
http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca10bib_arch.pdf

MORA JULIO. (2003). “Producción de Frutillas en Santa Cruz” Proyecto-Progreso Consultado el 7 de abril del 2001 disponible en: <http://www.inta.gov.ar/santacruz/info/documentos/agri/Carpeta%20Frutilla.PDF>

NP. (2005). “Abonos orgánicos – abonos verdes” Consultado el 22 de marzo de 2010 y disponible en: <http://www.cedecap-morganicos-%20ab-verdes>

ORMEÑO D, MARIA; ADRIÁN OVALLE (2007). “Preparación y aplicación de abonos orgánicos” Consultado el 11 de septiembre del 2010, disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas/tecina_divulganumero%201010ormeno_m.pdf

ORTEGA, E. (2009). “Análisis de datos experimentales usando el sistema” SAS formato pdf consultado el 25 de mayo 2009. Disponible en [http://www.google.com-programa de SAS del año 2009](http://www.google.com-programa-de-SAS-del-año-2009)

RESTREPO, JAIRO. (2001). “Abonos Orgánicos Fermentados Experiencias de Agricultores En Centroamérica y Brasil” Consultado el 21 de abril del 2011, disponible:
<http://www.motril.minareasmedioambiente/adocumentos/ABONOSORG%C3%81NICOSFERMENTADOS.pdf>

ROBLES. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “fermentación anaeróbica” para producción de biogás. Germán GmbH. Lima Perú consultado el 23 de agosto y disponible en:
http://www.germanprofec.com/estudio_sobre_el_valor_fertilizante_producto_proceso_fermentadontz.pdf.

SAGARPA, (2009). “Biodigestores.org; Biogás Nord GmbH, Bio-fertilizantes .Consultado el 13 de septiembre del 2010, disponible en:
<http://www.upcommons.upc.edu/fcbtstream2099.12716236244-2.pdf>

SEPAR, (2004). “Boletín Composición y Características de Estiércoles o Guano”. Consultado el 21 de abril del 2011, disponible en:

<ftpftp.fao.orgdocrepfao010ai185sai185s07.pdf>

TAPIA, J. (1993). “Abonos orgánicos”. RAAA. Lima, Perú. Consultado el 24 de octubre del 2010 disponible en: <ftpftp.fao.orgdocrepfao010ai185sai185s07.pdf>

TÉLLEZ L, GALLEGO H, (2002)” Cultivo de Fresa en Invernadero” consultado el 12 de diciembre del 2011 disponible en:

<http://www.Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción.>

TONELLI, B. (2010) “Cátedra Horticultura Cultivo de Frutilla”

Consultado el 3 de febrero del 2011 disponible en:<http://beta1.indap./Documentos/Fruticultura/Frutilla/FRUTILLAS.pdf>

VILLAGRAN V. (1994). “Cómo cultivar frutillas o fresas” Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA) Santiago-Chile AGRICOLA LLAHUEN. Consultado el 3 de marzo del 2011 y disponible email: vilmavillagran@entelchile.net

VILLAREAL NATALIA. (2000).”Descripción de híbridos - Plantas de la fresa” Consultado el 20 de agosto del 2011 y disponible en:<httpwww.iib.unsam.edu.arphpdocencitesisarchivosNataliaVillarreal.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Análisis en Costo de Producción en el Manejo del Cultivo de Frutilla

Superficie (32,8m²)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Bs/m²	Costo total
Gastos a considerar					
Plantines de frutilla		400	1,5	18,75	600
Personal	Días	28	25,5	22,3	714
Tierra negra	kg	20	1,8	1,12	36
Biol - Abono orgánico líquido	lt	28	5,5	4,81	154
Desinfectante	lt	0,5	37	0,57	18,5
Herramientas	1	72	72	2,25	72
Agua	Días	210	2,33	15,3	490
Electricidad	Días	210	20	4,37	140
Transporte	Días	210	21,42	4,68	150
Cinta de riego	m	33	2,2	2,25	72
Plástico de solarización	m	20	75	4,68	150
Malla	m	28	12	3,93	126
Alquiler de la carpa	Días	210	1,6	10,5	336
COSTO TOTAL	Bs			90,78	2.905,1

PARA LA PRIMERA GESTION: COSTOS DE PRODUCCION 2.905,1 Bs.- PARA EL CULTIVO DE LA FRUTILLA EN UN AREA DE 32,8 m².

Anexo 2: Costo de Producción del cultivo de Frutilla bajo aplicación de Biol

TRATAMIENTO	Uso de biol lt	Costo total Bs Sin Biol	Costo Total Bs Con biol	Total Beneficio Bs
Nivel 1 lt de biol	11	2.751,1	2.762,1	1.521,4
Nivel 1,5lt de biol	16.5	2.751,1	2.767,6	1.495,0
Nivel 2lt de biol	22	2.751,1	2,773,1	1.771,2
Nivel 2,5 lt de biol	27	2.751,1	2.778,1	2.038,8
Nivel 0 lt de biol	0	2.751,1	2.751,1	1.066,8

Fuente: Elaboracion Propia

Anexo 3: Análisis en Costo de Producción en el Manejo del Cultivo de Frutilla

Superficie (32,8m ²)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Bs/m ²	Costo total
Gastos considerar	a				
Personal	Días	28	25,5	22,3	714
Tierra negra	kg	20	1,8	1,12	36
Biol - Abono orgánico líquido	lt	28	5,5	4,81	154
Desinfectante	lt	0,5	37	0,57	18,5
Agua	Días	210	2,33	15,3	490
Electricidad	Días	210	20	4,37	140
Transporte	Días	210	21,42	4,68	150
Alquiler de la carpa	Días	210	1,6	10,5	336
COSTO TOTAL	Bs				1.841,5

PARA LA SEGUNDA GESTION: COSTOS DE PRODUCCION 1.841 Bs.- PARA EL CULTIVO DE LA FRUTILLA EN UN AREA DE 32.8 m²

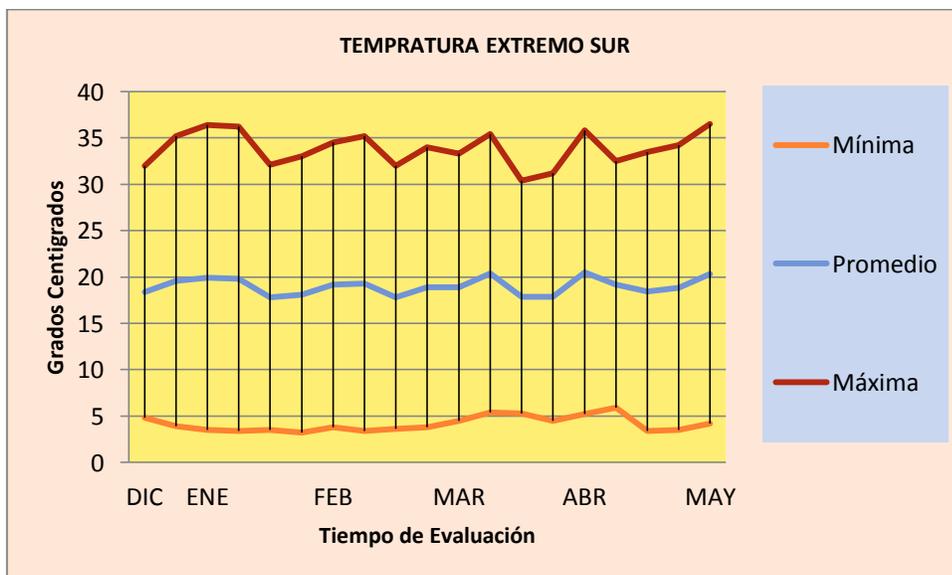
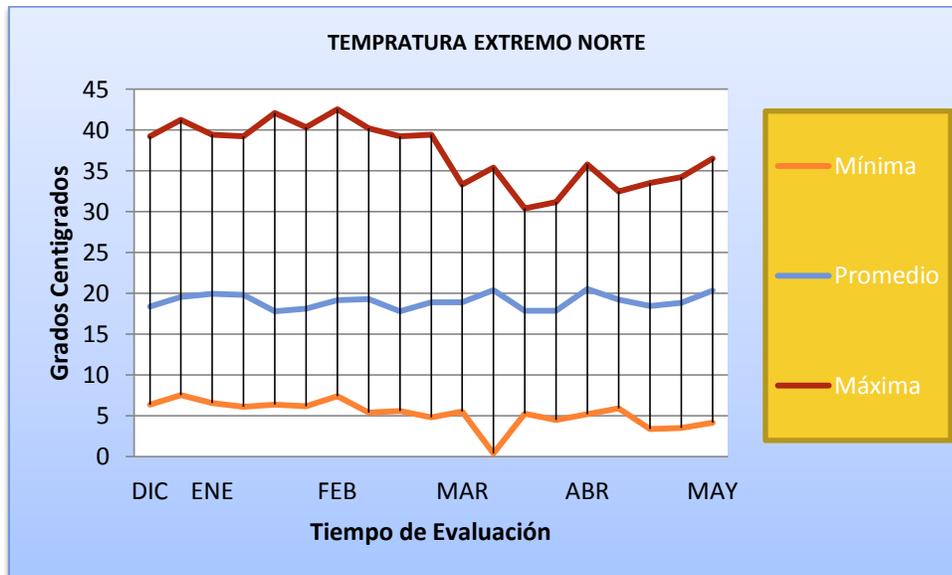
Anexo 4: Costo de Producción de la Frutilla en los tratamientos

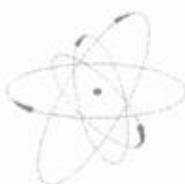
TRATAMIENTO	Uso de biol lt	Costo total Bs Sin Biol	Costo Total Bs Con biol	Total Beneficio Bs
Nivel 1 lt de biol	11	1.884,5	1.895,5	1.521,4
Nivel 1,5lt de biol	16.5	1.884,5	1.190	1.495,0
Nivel 2lt de biol	22	1.884,5	1.906,5	1.771,2
Nivel 2.5 lt de biol	27	1.884,5	1.911,5	2.038,8
Nivel 0 lt de biol	0	1.884,5	1.884,5	1.066,8

Anexo 5: Análisis Beneficio Costo para el Cultivo de Frutilla en cada tratamiento

Tratamiento	1 ^{ER} Año	B/C	2 ^{ER} Año	B/C
T1	1.521,4/2.762,1	0,55	1.521,4/1.895,5	0,8
T2	1.495,0/2.767,6	0,54	1.495,0/1.190,0	0,9
T3	1.771,2/2.773,1	0,63	1.771,2/1.906,5	0,93
T4	2.038,8/2.778,1	0,73	2.038,8/1.991,5	1,1
T5	1.066,8/2.751,1	0,38	1.066,8/1884,5	0,56

Anexo 6 Temperaturas registradas al Interior de la Carpa





IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : VERONICA PADILLA ARUHIZA
PROCEDENCIA : Dpto. LA PAZ, Provincia MURILLO,
Zona COTA COTA

N° SOLICITUD: 076 / 2011
FECHA DE RECEPCION : 28 / Febrero / 2011
FECHA DE ENTREGA : 18 / Marzo / 2011
N° Factura : 4381 - 11

PRODUCTO : MUESTRA DE SUELO

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
408-01 / 2011	Nitrógeno	0,41	% N	Kjeldahl
409-02 / 2011	Fósforo asimilable	23,68	ppm P	Espectrofotometria UV-Vis
409-03 / 2011	Potasio intercambiable	0,35	mep K / 100 g	Emision atomica

OBSERVACIONES,-



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : VERONICA PADILLA ARUHIZA
PROCEDENCIA : Dpto. LA PAZ, Provincia MURILLO,
Zona COTA COTA

N° SOLICITUD: 072 / 2010
FECHA DE RECEPCION : 20 / Octubre / 2010
FECHA DE ENTREGA : 20 / Diciembre / 2010
N° Factura : 4060 - 10

PRODUCTO : MUESTRA DE SUELO

N° Lab	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
408-01 / 2010	Nitrógeno	0,39	% N	Kjeldahl
409-02 / 2010	Fósforo asimilable	22,60	ppm P	Espectrofotometria UV-Vis
409-03 / 2010	Potasio intercambiable	0,31	mep K / 100 g	Emision atomica

OBSERVACIONES,-



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA



IBTEN

MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES

UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS QUIMICO DE BIOL

INTERESADO : GTZ
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ, CHOQUENAIRA

N° SOLICITUD: 143/2010
FECHA DE RECEPCION : 07/sept./2010
FECHA DE ENTREGA : 28/sept./2010

IIDEPROQ - Facultad de Ingeniería - UMSA.

N°Lab	CODIGO	Nitrógeno total %	Fósforo %	Potasio %	Humedad %	Materia seca %
624/2010	BIOL ESTERCOL DE LLAMA 2 L.A.	0,64	0,09	0,82	79,56	20,44

OBSERVACIONES,- Resultados en base húmeda.



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
b	4	1 2 3 4
t	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 20
 Número de observaciones usadas 20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: altura de frutilla

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	6.42600000	0.91800000	2.39	0.0888
Error	12	4.61600000	0.38466667		
Total corregido	19	11.04200000			

R-cuadrado 0.581960 Coef Var 3.252307 Raíz MSE 0.620215 prod Media 19.07000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
b	3	1.23400000	0.41133333	1.07	0.3986
t	4	5.19200000	1.29800000	3.37	0.0454

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para altura de frutilla

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 12
 Error de cuadrado medio 0.384667

Número de medias 2 3 4 5
 Rango crítico 0.956 1.000 1.027 1.045

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	t
A	19.8250	4	4
A	19.4250	4	2
A	19.2250	4	3
A	19.0750	4	1
B	18.1000	4	5

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
b	4	1 2 3 4
t	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 20
Número de observaciones usadas 20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Numero de hojas

Suma de Fuente	Cuadrado de DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	3736.500000	533.785714	22.26	<.0001
Error	12	287.700000	23.975000		
Total corregido	19	4024.200000			

R-cuadrado 0.928508
Coef Var 5.084556
Raíz MSE 4.896427
hojas Media 96.30000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
b	3	45.800000	15.266667	0.64	0.6056
t	4	3690.700000	922.675000	38.48	<.0001

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para hojas

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error de cuadrado medio 23.975

Número de medias 2 3 4 5
Rango crítico 7.544 7.896 8.110 8.251

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	t
A	111.500	4	3
A	110.250	4	4
B	98.500	4	1
C	81.250	4	2
C	80.000	4	5

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
b	4	1 2 3 4
t	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 20
Número de observaciones usadas 20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Frutos

Suma de Fuente	Cuadrado de DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1280.800000	182.971429	18.45	<.0001
Error	12	119.000000	9.916667		
Total corregido	19	1399.800000			

R-cuadrado 0.914988
Coef Var 6.310769
Raíz MSE 3.149074
frutos Media 49.90000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
b	3	157.000000	52.333333	5.28	0.0149
t	4	1123.800000	280.950000	28.33	<.0001

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para frutos

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error de cuadrado medio 9.916667

Número de medias 2 3 4 5
Rango crítico 4.852 5.078 5.216 5.306

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	t
A	60.500	4	4
A	53.750	4	1
A	52.750	4	3
B	49.750	4	2
C	35.750	4	5

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
b	4	1 2 3 4
t	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas	20
Número de observaciones usadas	20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Longitud

Suma de Fuente	Cuadrado de DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1.35350000	0.19335714	2.60	0.0699
Error	12	0.89200000	0.07433333		
Total corregido	19	2.24550000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	longitud Media
0.602761	6.790570	0.272641	4.015000

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
b	3	0.58550000	0.19516667	2.63	0.0984
t	4	0.76800000	0.19200000	2.58	0.0909

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para longitud

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error de cuadrado medio	0.074333

Número de medias	2	3	4	5
Rango crítico	.4200	.4397	.4516	.4594

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Duncan Agrupamiento	Media	N	t
A	3.3000	4	2
A	3.1500	4	1
A	3.9500	4	3
A	3.9500	4	4
B	3.2750	4	5

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
b	4	1 2 3 4
t	5	1 2 3 4 5

Número de observaciones leídas 20
Número de observaciones usadas 20

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Peso

Suma de Fuente	Cuadrado de DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	11.75902500	1.67986071	1.45	0.2742
Error	12	13.94707000	1.16225583		
Total corregido	19	25.70609500			

R-cuadrado 0.457441
Coef Var 5.222116
Raíz MSE 1.078080
peso Media 20.64450

Fuente	DF	Cuadrado de Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
b	3	7.63685500	2.54561833	2.19	0.1421
t	4	4.12217000	1.03054250	0.89	0.5009

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para peso

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 12
Error de cuadrado medio 1.162256

Número de medias 2 3 4 5
Rango crítico 1.661 1.739 1.786 1.817

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	t
A	19.0500	4	5
A	20.8925	4	4
A	20.9175	4	3
A	19.3775	4	1
A	19.8750	4	2