

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN FRUTILLA
(*Fragaria virginiana*) CON LA UTILIZACIÓN DE SACOS
ANUDADOS EN TACACHIRA PROVINCIA LOS ANDES**

JAIME CORTEZ COARITE

La Paz, Bolivia
2011

RESUMEN

El presente trabajo, se llevó a cabo en la comunidad Tacahira en la Provincia los Andes del Departamento de La Paz, ubicada a 15 km. de la carretera El Alto a Laja.

El trabajo consistió, en realizar la comparación de métodos de cultivo en sacos verticales, con distintas formas en cada saco, haciendo una comparación teórica con la producción tradicional en la superficie del terreno dentro la carpa solar, determinando cuanto de superficie se aprovecha en el espacio aéreo con este tipo de cultivos.

El objetivo general de este trabajo es de proporcionar al agricultor del altiplano una alternativa de producción, optimizando el área de producción en frutilla con la utilización de sacos anudados o aprovechando al máximo el espacio aéreo dentro de una carpa solar tipo túnel, de esta manera permita generar recursos, específicamente se trata de calcular el incremento del área bajo el sistema; evaluar el comportamiento productivo de la Frutilla variedad pájaro en sacos anudados utilizando el espacio libre entre el suelo y la cubierta; evaluar el rendimiento en función al número de semisacos en cada saco vertical y analizar la relación beneficio costo de los tratamientos. La plantación para este trabajo se realizó en cultivo vertical anudado (bolsas plásticas colgantes de polietileno), colocadas en forma vertical y ubicadas entre el suelo y la cubierta.

Para este trabajo en invernadero se utilizó la estadística descriptiva y prueba de muestras pequeñas de Análisis de Varianza bajo tres poblaciones, $T_1 =$ Sin anudar, $T_2 = 2$ anudaciones y $T_3 = 3$ anudaciones. Con este trabajo se ha demostrado, que sí es posible utilizar el espacio entre el suelo y la cubierta de una carpa solar para producir en un cultivo intensivo como es la frutilla, un sistema como el de cultivo vertical en sacos anudados, convirtiéndose en una tercera dimensión pasando de la utilización de m^2 a m^3

El trabajo permitió establecer que la sobrevivencia de las plantas de frutilla bajo el sistema de anudaciones tuvo un alto porcentaje (68 %), donde fueron superiores los tratamientos tres anudaciones con 75.35 % y dos anudaciones con 70.03 %, frente al tratamiento sin anudar que obtuvo 57.63 %. La población de 3 anudaciones obtuvo el mayor rendimiento con 7071.78 kg/ha, seguida del tratamiento dos anudaciones con 6629.08 kg/ha y último el tratamiento sin anudaciones con 5058.8 kg/ha.

DEDICATORIA

A mis queridos papás Donato y Florentina, hermano Clemente y mis hijos Ariel y Harry que con su inspiración y apoyo han contribuido a cualquier éxito que hayamos tenido, especialmente a mi señora madre, a ella mis más profundo agradecimiento y cariño, un escritor resumió el amor por la madre con estas palabras: “Dios no podía estar en todas partes, y por eso nos dio una madre”.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos bendecido, al permitirme vivir esta nueva etapa de mi existencia en la tierra.

Con sincero agradecimiento a todos los docentes de la Facultad de Agronomía, por los conocimientos impartidos y a quienes debo mi formación profesional.

Al Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel, mis más profundos agradecimientos por el constante apoyo moral, profesional y por la orientación brindada durante el desarrollo del trabajo.

Al Ing. M. Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa, por todas las sugerencias y correcciones realizadas en el presente trabajo.

Al Ing. Jhonny Ticona Aliaga, por toda la colaboración y amistad durante la elaboración de este trabajo.

Del mismo modo agradezco al personal del programa PETAENG, Ph D. René Chipana DECANO y a la Ing. M. Sc. Tersa Ruíz COORDINADORA, un agradecimiento muy especial a mi compañero y amigo de siempre Alfredo, por la solidaridad, el apoyo y la amistad.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN FRUTILLA
(*Fragaria virginiana*) CON LA UTILIZACIÓN DE SACOS
ANUDADOS EN TACACHIRA PROVINCIA LOS ANDES**

Trabajo Dirigido Presentado como requisito
Parcial para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo

JAIME CORTEZ COARITE

Asesor:

Ing. M. Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Revisores:

Ing. M. Sc. Brigido Moises Quiroga Sossa

Ing. Jhonny Ticona Aliaga

Presidente Tribunal

ÍNDICE GENERAL

| | Pag. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Justificación | 2 |
| 1.2. Objetivos Generales. | 2 |
| 1.3. Objetivos Específicos. | 2 |
| 2. MARCO TEÓRICO. | 4 |
| 2.1. Cultivo de frutilla en sacos verticales. | 4 |
| 2.1.1. Cultivos Verticales | 5 |
| 2.1.2. Ventajas y Desventajas de Cultivos Verticales | 5 |
| 2.1.3. Ventajas de Cultivos Verticales Frente al Cultivo en Suelo | 6 |
| 2.2. El Cultivo de la Frutilla. | 7 |
| 2.2.1. Morfología General. | 7 |
| 2.3. Variedad Pájaro. | 7 |
| 2.4. Factores de Producción. | 7 |
| 2.4.1. Clima. | 7 |
| 2.4.2. Suelo. | 8 |
| 2.4.3. Riego. | 8 |
| 2.4.4. Preparación del Suelo. | 9 |
| 2.4.5. Cosecha y su acondicionamiento para el Mercado. | 9 |
| 2.4.6. Rendimiento de la frutilla. | 9 |
| 2.4.6.1. Rendimientos en Europa y América Latina. | 10 |
| 2.4.6.2. Rendimiento del fruto. | 11 |
| 2.4.7. Enfermedades. | 12 |
| 2.4.8. Insectos – Plagas. | 14 |
| 2.4.9. Altura de Planta. | 15 |
| 2.4.10. Número de hojas. | 16 |
| 2.4.11. Número de flores. | 17 |
| 2.4.12. Número de frutos. | 18 |
| 2.4.13. Diámetro de frutos. | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.4.14. Longitud del fruto. | 19 |
| 2.4.15. Peso del fruto. | 20 |
| 3. SECCIÓN DIAGNOSTICA. | 21 |
| 3.1. Materiales y métodos. | 21 |
| 3.1.1. Localización y ubicación. | 21 |
| 3.1.2. Características del lugar. | 21 |
| 3.1.2.1. Clima. | 21 |
| 3.1.2.2. Clasificación ecológica regional. | 21 |
| 3.1.3. Materiales. | 22 |
| 3.2. Metodología. | 22 |
| 3.2.1. Procedimiento del trabajo. | 22 |
| 3.2.1.1. Plan y Estrategias de Implementación. | 23 |
| 3.2.1. Distribución de los sacos. | 25 |
| 3.2.2. Características del campo de producción. | 26 |
| 3.2.3. Evaluación del trabajo. | 28 |
| 3.3. Variables de respuesta. | 28 |
| 3.3.1. Adaptación del cultivo de frutilla. | 28 |
| 3.3.2. Número de frutos. | 29 |
| 3.3.3. Longitud del fruto. | 30 |
| 3.3.4. Diámetro del fruto. | 30 |
| 3.3.5. Altura de planta. | 31 |
| 3.3.6. Rendimiento. | 31 |
| 3.3.7. Análisis económico. | 31 |
| 3.4. Análisis estadístico de la producción. | 32 |
| IV. SECCIÓN PROPOSITIVA. | 33 |
| 4.1. Análisis de Resultados. | 33 |
| 4.1.1. Incremento del área bajo el sistema. | 33 |
| 4.1.2. Porcentaje de sobrevivencia. | 33 |
| 4.1.3. Rendimiento de frutilla. | 35 |
| 4.1.4. Número de frutos por planta. | 36 |
| 4.1.5. Longitud de fruto de la frutilla. | 38 |

| | |
|---|----|
| 4.1.6. Diámetro de fruto de frutilla. | 39 |
| 4.1.7. Altura de planta de la frutilla. | 40 |
| 4.1.8. Relación beneficio costo. | 43 |
| V. SECCIÓN CONCLUSIVA. | 46 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA. | 48 |
| ANEXOS | 50 |

LISTA DE CUADROS

| | Pag. |
|---|------|
| Cuadro 1. Cálculo de áreas bajo dos sistemas. | 33 |
| Cuadro 2. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de plantas | 34 |
| Cuadro 3. Promedios del porcentaje de sobrevivencia y error estándar en las anudaciones. | 34 |
| Cuadro 4. Análisis de varianza del rendimiento de la frutilla | 35 |
| Cuadro 5. Promedios del rendimiento de la frutilla y error estándar en las anudaciones. | 36 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza del número de frutos por planta de la frutilla | 37 |
| Cuadro 7. Promedios del número de frutos por planta de la frutilla y error estándar en las anudaciones. | 37 |
| Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de fruto por planta de la frutilla | 38 |
| Cuadro 9. Promedios de longitud de fruto de la frutilla en las anudaciones. | 39 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto por planta de la frutilla | 39 |
| Cuadro 11. Promedios de diámetro de fruto de la frutilla en las anudaciones. | 40 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza de altura de planta de la frutilla | 41 |
| Cuadro 13. Promedios de altura de planta de la frutilla y error estándar en las anudaciones. | 41 |
| Cuadro 14. Análisis de regresión y correlación | 42 |
| Cuadro 15. Gastos de operación de los sistemas de anudación. | 43 |
| Cuadro 16. Costos por sistema de anudación. | 44 |
| Cuadro 17. Costos fijos de inversión depreciables Bs/66 m ² /ciclo productivo. | 44 |
| Cuadro 18. Análisis de rentabilidad con Beneficio/Costo en los sistemas anudados | 45 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|--|------|
| Figura 1. Carpa solar tipo túnel. | 22 |
| Figura 2. Tanque de 250 litros para riego. | 24 |
| Figura 3. Colgado de los sacos. | 24 |
| Figura 4. Distribución de los sacos anudados. | 26 |
| Figura 5. Temperaturas de máximas y mínimas durante el periodo de trabajo. | 27 |
| Figura 6. Adaptación del cultivo de la frutilla. | 29 |
| Figura 7. Número de frutos por saco. | 29 |
| Figura 8. Longitud de frutos. | 30 |
| Figura 9. Diámetro de frutos. | 30 |
| Figura 10. Rendimiento de frutos de frutilla. | 31 |
| Figura 11. Promedios del porcentaje de sobrevivencia por anudaciones. | 34 |
| Figura 12. Promedios de rendimiento por anudaciones. | 36 |
| Figura 13. Promedios de número de frutos por planta por anudaciones. | 37 |
| Figura 14. Promedios de altura de planta de la frutilla. | 41 |

1. INTRODUCCIÓN.

Una de las alternativas para el campesino altiplánico ha sido sin duda la introducción de invernaderos o carpas solares, las mismas que han permitido cultivar nuevos productos como las hortalizas y otros, enfrentando de ésta manera los riesgos climáticos y aprovechando de mejor manera las pequeñas tierras que poseen.

El presente trabajo consiste en aprovechar al máximo, el espacio dentro las carpas solares, un sistema que es utilizado en los últimos tiempos por los productores agrícolas del altiplano. El concepto básico radica en la utilización de contenedores (sacos) con las mezclas de substrato que se producen comercialmente, o con los materiales propios del lugar.

El problema en las carpas solares, es el espacio reducido para una explotación de cualquier tipo de cultivo.

En el Altiplano norte debido a sus condiciones climáticas adversas no puede llevarse a cabo una agricultura intensiva ya que está sujeta a riesgos como bajas temperaturas, granizos, mayores días de helada, falta de precipitaciones; considerando además que el sistema actual de tenencia de tierras es de pequeña y mediana propiedad, obliga a los agricultores a buscar nuevos cultivos de tipo intensivo y económicamente rentable, como la frutilla que justifica la explotación comercial en superficies reducidas como en invernaderos, carpas solares o Walipini.

El inconveniente que se presenta es que, el agricultor requiere producir cultivos de tipo intensivo y económicamente rentable, como la frutilla. Sin embargo, surge la necesidad de implementar sistemas alternativos con la finalidad de proteger y aumentar los cultivos de frutilla, entonces se requiere mejorar los sistema de alto potencial de producción.

1.1 Justificación

Entre los sistemas de producción en ambientes controlados en el Altiplano, el cultivo en sacos verticales anudados tiene una irrigación y distribución homogénea del agua a través del microtubo, gana el espacio aéreo en la carpa solar hasta tres veces el área de producción normal.

Este sistema de cultivo no permite el desarrollo de las malezas y por consecuencia reduce la mano de obra, no requiere muchas labores de cultivo como otros sistemas.

Para la producción de frutilla, el sistema de cultivos en sacos verticales permite una mayor fructificación y reduce el daño en el fruto, lográndose una cosecha limpia.

El uso de sacos verticales permite, realizar un cultivo alternativo sobre el suelo, el cual aprovecha los lixiviados nutritivos que se eliminan, por lo que la rentabilidad del sistema aumenta considerablemente, aspecto que influye significativamente en el productor agrícola del Altiplano.

1.2. Objetivos Generales.

- Optimizar el área de producción en frutilla con la utilización de sacos anudados en un ambiente controlado en la localidad de Tacachira Provincia Los Andes.

1.3. Objetivos Específicos.

- Calcular el incremento del área bajo el sistema.
- Evaluar el comportamiento productivo de la Frutilla (*Fragaria virginiana*) en sacos anudados utilizando el espacio libre entre el suelo y la cubierta.
- Evaluar el rendimiento en función al número de semisacos en cada saco vertical.

- Analizar la relación beneficio costo de los tratamientos.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Cultivo de frutilla en sacos verticales.

El sistema de cultivos en sacos verticales es adecuado especialmente para la lechuga y frutilla, ya que estos necesitan una gran superficie de los invernaderos con paredes laterales transparentes (agrofilm o vidrio) y de mayor altura (IBTA, 1994).

En el caso de sacos verticales, que son de forma cilíndrica y de una altura que oscila entre 2 y 2,5 metros, suelen colgar de la estructura del invernadero, por medio de sogas y alambres, estos sacos se pueden anudar; esto es necesario con el fin de lograr una buena distribución del fluido fertilizante y evitar la compactación, al anudarlos por la mitad se obtienen dos semisacos (Bernat et al, 1987).

El mismo autor indica, que en el sistema de sacos verticales es necesario emplear sustratos de baja densidad, puesto que cuando se produce la irrigación el contenido del conjunto puede tener un peso considerable y alterar la estructura.

También es conveniente apuntar que el material normalmente empleado es plástico de dos capas, una negra interior una blanca exterior, esto con el fin de reflejar la luz que de otra manera estaría vedada para algunas plantas en función de su orientación (Bernat et al, 1987).

Usar bolsas de plástico negros en cultivos verticales por la protección que ofrece a los raíces de los rayos solares y por su bajo costo, con respecto a sistemas de cultivos más sofisticados (Guaygua, 2003).

El mismo autor indica, preparar sustratos más livianos basándose en materiales propios de la zona, y que puedan durar dos años como máximo así disminuir la compactación en los niveles inferiores de la bolsa

Según Quino (1994) citado por Tantani (1996), produjo frutilla en un invernadero bajo tres métodos (bolsa colgada, bolsa apoyada, y en el suelo), con rendimientos de 162.4 gr/planta, 86.4 g/planta y 13.6 gr/planta respectivamente utilizando plantines de la variedad Chulumani.

2.1.1. Cultivos Verticales

Zapp (1991) citado por Alandia (2005), indica que es una forma de cultivo forzado que constituye otra de las alternativas de producción para los países desarrollados si se toma en cuenta el reducido costo de mano de obra y el espacio físico disponible, o para los países en desarrollo si se toma en cuenta que optimiza el uso de agua, disminuye el costo de insumos y eleva calidad y el rendimiento.

Folquer, Maroto y Lopez (1988) citado por Alandia (2005), un primer método de producción de frutillas que resulta un sistema tanto curioso, es el relativo al cultivo en “columnas”, este sistema se desarrolló y se puso en práctica en el año 1969 en la región Italiana de Mantua y consiste en cultivar frutillas sobre tubos verticales llenos con tierra y turba, con los que consiguen hasta 64 planta por metro cuadrado, obteniendo grandes rendimientos. En Israel este sistema ha sido estudiado e intentado desarrollar en Bet Dagan, empleando tubos plásticos de 15 cm de diámetro y 2 metros de altura, rellenos con una mezcla de turba, tierra y arena, los cuales son perforados con orificios de 2 cm de diámetro cada 25 cm en los que se sientan una planta de frutilla, situando las plantas en dos hileras de forma que en cada tubo vertical se colocan 32 plantas.

2.1.2. Ventajas y Desventajas de Cultivos Verticales

Salinas y Sanchez (1998) citado por Alandia (2005), menciona que entre la desventajas de cultivos verticales están.

- Un alto costo inicial
- Riego mal distribuido (pasa mayor cantidad hacia abajo)

El mismo autor señala las siguientes ventajas:

- Menor cantidad de riego
- Un excelente control de malezas
- Fácil y cómoda manutención
- Poco espacio

Alpi y Tignini (1981) citado por Alandia (2005), menciona las siguientes ventajas:

- Conseguir una producción unitaria más elevada
- Disminuir los gastos para las operaciones de cultivo
- Resolver el problema del cansancio del suelo
- Mantener los cultivos en un ambiente fitosanitario extraordinario limpio

2.1.3. Ventajas de Cultivos Verticales Frente al Cultivo en Suelo

Fossati y Howard (1990) citado por Alandia (2005), presenta una relación de pros y contras del cultivo vertical:

- Existe mayor densidad de plantas (limitado por la iluminación).
- No hay labores (malas hierbas)
- Fruto firme
- Los costos iniciales son elevados para la instalación, son de mayor duración los gastos de herramientas y el mantenimiento es menos elevado
- Facilidad de protección cuando están en invernadero

Mogro (2007), recomienda adopción de esta tecnología mejorada, ya que es fácil de aprender su manejo, no requiere de conocimientos previos y se obtienen inmediatamente resultados concreto, además de optimizar el espacio volumétrico dentro de las carpas solares, teniendo una densidad de 2 a 4 veces mayor frente al cultivo tradicional, ocupando una tercera dimensión pasando de utilización de m^2 a m^3 .

2.2. El Cultivo de la Frutilla.

2.2.1. Morfología General.

La frutilla es una planta vivaz, herbácea, que forma una espesa roseta pegada al suelo. Su tallo es un rizoma cilíndrico y retorcido que suele emitir estolones, éstos dejan raíces superficiales, fasciculares y muy numerosas. Las flores se disponen en corimbo, con péndulos largos y pilosos (Serrano, 1979).

2.3. Variedad Pájaro.

Esta variedad es de origen californiano. Ciclo de media estación, planta, de vigor medio y porte erguido, floración autofecundada, en gran parte por su gran producción de polen. El fruto es grueso, cónico alargado, de color rojo brillante, carne firme de color claro, buen sabor y resistente al transporte. El rendimiento es elevado, se adapta a pleno campo y cultivo bajo túnel, recomendándose, en regiones de clima cálido, es sensible a la podredumbre gris (Raña, 1980).

Se determinó que la variedad (Pájaro) obtuvo mejor rendimiento en dos niveles de sustrato (turba+arena +cascarilla de arroz) y (tierra de lugar + arena + cascarilla de arroz), teniendo una buena producción para cada tratamiento (Alandia, 2005).

2.4. Factores de Producción.

2.4.1. Clima.

Serrano (1979) citado por Ticona (2002), la frutilla es un cultivo que no requiere un clima excesivamente cálido. Un calor excesivo durante el inicio de su desarrollo vegetativo, da lugar un follaje abundante.

La frutilla necesita humedad en el ambiente cuando aparecen las primeras flores (70 a 80 por ciento de humedad relativa); después, durante la polinización, necesita un ambiente más seco, aproximadamente de 60 por ciento de humedad relativa. Para la aparición de capullos florales no hacen falta muchas horas luz en el día (8 a 10 horas de luz) durante varias semanas. Una vez conseguida la aparición de capullos florales, el crecimiento de los receptáculos florales y la formación de flores precisan de días largos de 14 a 18 horas de luz

2.4.2. Suelo.

Por las características de su sistema radicular, el fresón o frutilla requiere suelos flojos, permeables y bien mullidos; es decir de consistencia media.

El pH óptimo de este cultivo está entre 5.5 y 7.0. En los suelos demasiado alcalinos no vegetan bien y aparecen las hojas cloróticas. Es un cultivo muy sensible a la salinidad del suelo (Serrano, 1979).

La compactación del sustrato en los sistemas verticales, causa anegamiento en el último cuarto de las bolsas, provocando fermentación del estiércol en todos los tratamientos y con similares valores de presión, que ejerció de la parte superior de la bolsa (Guaygua, 2003).

2.4.3. Riego.

Serrano (1979) citado por Arequipa (2004), para el riego de la frutilla es necesario tener en cuenta que el sistema radicular es muy escaso y que vegeta superficialmente en el suelo; por esta razón los riegos deben darse con poco volumen de agua y pocos espacios de tiempo.

Se recomienda realizar en el estudio con sistemas de riego por goteo, por que mejoraría enormemente la producción del cultivo de frutilla (Cortez, 2008).

2.4.4. Preparación del Suelo.

Las tierras deben prepararse por lo menos dos meses antes de la plantación, y aplicar en la primera labor de abonos orgánicos ya sean estiércol, basuras o compost, para que en el momento de la plantación estos estén relativamente descompuestos y bien repartidos en el suelo (Juscafresa, 1977).

2.4.5. Cosecha y su acondicionamiento para el Mercado.

Serrano (1979) citado por Flores (2005), el momento oportuno de cortar los frutos es fundamental en este cultivo, por ser delicado y de poco aguante; si se corta en estado avanzado de madurez llegará en mal estado al consumidor, si se corta demasiado verdes, les faltará el dulzor y aroma característicos. Este fruto debe cortarse cuando empieza, a cambiar el color verde por el anaranjado en 3/4 partes

Dentro el sistema de producción tiene una mayor cotización dentro el mercado en comparación a los producidos tradicionalmente ya que están listos para el consumo (Alandia, 2005).

2.4.6. Rendimiento de la frutilla.

Sánchez (1993) citado por Cortez (2008), los rendimientos obtenidos por agricultores con variedades con alto rendimiento, alcanzan a 245.000 kg/ha/año contra 3.000 kg/ha/año que obtienen los agricultores tradicionales. El promedio considerado para la zona de Cochabamba es de 5.000 kg/ha/año.

Maca (1990) citado por Cortez (2008), la producción nacional de frutilla registrada hasta el año 1991 fue de 1120 t En una superficie de 340 hectáreas con un rendimiento de 3204 kg/ha de acuerdo a la producción por orden de importancia se tiene a los departamentos de Cochabamba con 400 t, Santa Cruz con 320 t, Chuquisaca con 140 t, Tarija con 130 t y La Paz con 130 t.

De acuerdo al INE (1999) citado por Mendoza (2006), respecto al rendimiento de frutilla en Bolivia, el año 1984 el rendimiento fue de 2796 kg/ha pero en el año 1991 se incrementó a 3363 kg/ha, siendo el departamento de Santa Cruz con más producción de 3542 kg/ha y Cochabamba con 2864 kg/ha y el Departamento que menor producción tiene es Chuquisaca con 2864 kg/ha.

Alandia (2005), indica que la variedad Pájaro rinde satisfactoriamente en el sustrato (turba + arena + cascara de arroz) que contiene un 8.10% de materia orgánica y 0.22% de nitrógeno, seguido de sustrato (tierra de lugar + arena + cascarilla de arroz).

Lorente (1997), Morales (1996) y Castellon (1996) citado por Mogro (2007), Cultivadas las fresas en forma extensiva en la República Argentina el rendimiento promedio de acuerdo a estadísticas oficiales del ministerio de agricultura resultó de 1240 kg/ha (unos 26 g por planta, considerando 50.000 plantas/ha), sin embargo en cultivos intensivos en Francia los fresales producen de 100 a 120 kg por planta durante el primer año, 300 a 400 g en el segundo año y de 150 a 250 g durante el tercer año. En los Estados Unidos la producción es de 100 a 150 g por planta. En cultivos particulares pequeños, las cifras resultan sorprendentemente altas, pues algunas variedades son capaces de producir más de un kilogramo por temporada.

2.4.6.1. Rendimientos en Europa y América Latina

Según estudios realizados por la FAO (2001) citado por Mogro (2007), la producción mundial de frutilla ha aumentado progresivamente desde la década de sesenta donde alcanzaba en promedio las 760.000 toneladas anuales. El continente europeo en su conjunto, representa el primer productor mundial, con un 36 % de la producción total. España, ocupa el primer lugar con una producción que ha aumentado en los últimos 18 años en un 200 %. Polonia se encuentra en segundo lugar seguido por Italia, Francia y Alemania.

En lo que respecta a América Latina y el Caribe la FAO (2001), confirma que en esta región sus niveles productivos están lejos de alcanzar, los obtenidos en Europa y Estados Unidos, debido a una lenta incorporación de tecnología y a una limitada disponibilidad de variedades, sin embargo la misma fuente destaca países como Brasil y Argentina que en conjunto producen alrededor de 1000 t/año, seguido por Perú y Chile, también destaca México cuya producción en una década se ha incrementado a una tasa de 7 % en promedio anual encontrándose en niveles muy superiores comparando al resto de Latinoamérica.

Sobrino (1998), citado por Mogro (2007), indica los cultivos al aire libre con plantas de frutilla normal (producción a campo abierto) se pueden considerar entre 15 a 20 t/ha, pero en cultivos en Invernadero se puede superar el doble de estos rendimientos entre 30 a 40 t/ha.

En Bolivia hasta 1992, el rendimiento promedio anual fue de 8357 kg/ha en una superficie cultivada de 290 ha, en las zonas productoras de Cochabamba los rendimientos promedios han sido de 284 t con una superficie cultivada de 37 ha según el MACA (1992) citado por Mogro (2007).

2.4.6.2. Rendimiento del fruto

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, obtuvo en la variedad Pájaro un mejor rendimiento en promedio 40890.10 kg/ha, la variedad sweet Charlie con 32224.60 kg/ha y Chandler con 30467.90 kg/ha.

Maroto (1995) citado por Mendoza (2006), indica las plantaciones estivales con plantas frigo, se consigue rendimientos de 500 – 700 gramos por planta.

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, en tratamientos con

abono Bocashi en la variedad Pájaro obtuvo un peso de fruta de 509.59 gramos por planta.

Castellon (2001) citado por Mendoza (2006), indica que en trabajos realizados anteriormente reportan rendimientos por planta 131.6 g/planta, con la fertilización orgánica con concentración al 100% de nutricrow en la variedad Pájaro.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para épocas de plantación con los sustrato modificados, obtuvo los mayores rendimientos kg/contenedor para los tratamientos de la época de plantación primavera verano, el mayor promedio de 1.54 kg/contenedor con el empleo de la mezcla de sustrato de proporciones iguales tierra agrícola y la turba, el menor rendimiento de 0.71 kg/contenedor se tuvieron en época plantación invernal con el empleo de solamente tierra agrícola.

2.4.7. Enfermedades

Según Chiders (1982) citado por Apaza (2006), con el cultivo de frutillas es posible rotar el terreno frecuentemente y por consiguiente, las enfermedades y las plagas no constituyen un problema tan serio como en el caso de los frutales, que ocupan el suelo durante muchos años. Las siguientes enfermedades se encuentran entre las comunes

a) Mancha de la hoja (*Mycosphaerella fragariae*); ocurre en casi todas las regiones donde se cultivan fresas. Los cultivares varían en susceptibilidad. Se sugieren aplicaciones de Benomyl, Captan, Ferban, que además controla la podredumbre de la fruta provocada por *Botrytis*.

b) El Chamuscado de la hoja (*Diplocarpon earliana*); en forma de mancha color púrpura oscuro, de 0.65 cm de diámetro, puede ser reducida con Dhitane o compuestos cúpricos.

c) Tizón de la hoja (*Dendrophoma obscuras*); se caracteriza por presentar manchas grandes rojas o pardo, rodeadas por una aureola púrpura, sucede principalmente en plantas adultas, no en las jóvenes. Los remedios contra esta enfermedad no se garantizan.

d) Ondulado de la hoja; una enfermedad virósica, las hojas quedan retorcidas, arrugadas, con manchas color verde pálido, pecíolos cortos, con hojas que caen pálidas en el suelo, dando a la planta una apariencia enana. Deben emplearse portainjertos, libres de virus en campos aislados de cultivos que alberguen áfidos (vectores), y aplicar espolvoreos o pulverizaciones contra dichos insectos.

e) Rayos rojos en la raíz; es provocada por un hongo que invade el cilindro central de la raíz, causando la aparición de un color rojo negruzco, mientras que la parte externa de la raíz presenta una apariencia sana. La enfermedad se agrava en los suelos húmedos y fríos, y el inadecuado drenaje del suelo. La inspección de los viveros es el control recomendado.

f) El hongo de la semilla negra (*Mycosphaerella fragariae*); provoca manchas negras alrededor de una o algunas semillas de la infrutescencia. Usar el programa de pulverizaciones recomendado para la mancha de la hoja.

g) Especies de nematodos; son responsables de la aplicación estival de un enanismo cuando ocurre altas temperaturas. El control se ejerce a través de una precisa inspección oficial de los viveros y por fumigaciones de suelo.

Villagran (1994) citado por Mendoza (2006), menciona las siguientes enfermedades:

a) Oidium o polvillo (*Sphaerotheca maculans*); las hojas se cubren por el envés con un polvillo blanquecino y enrollamiento de las hojas hacia arriba, la cara inferior de las hojas se vuelven rojiza con bordes secos, se produce en tiempo frío con niebla, baja el rendimiento y calidad de la fruta.

b) Necrosis foliar (*Phomopsis obscurans*); manchas púrpuras redondas que al agrandarse se vuelve castaño claro en el centro o púrpura violáceo en el borde, en ambas caras de la hoja aparecen manchas negras, el hongo inverna en lesiones de hojas viejas, iniciándose la infección.

c) Marchitamiento por fusarium (*Fusarium oxysporum*); marchitamiento rápido en primavera, se produce necrosis del borde y zonas internerviales en las hojas externas.

d) Podredumbre gris o Brotritis (*Botrytis cinérea*); pudrición acuosa, blanca grisácea en los frutos en el cultivo y post cosecha, se produce por el viento, alta humedad ambiental y bajas temperaturas.

e) Antracnosis (*Colletotrichum fragariae*); pudrición de los frutos y lesiones circulares y hundidos de color café oscuro a negro, daño en la corona, tejidos internos toman un color parduzco a parpado rojizo, produciendo marchitez súbita de la planta, se produce en clima húmeda con temperaturas de 21 °C en periodos de floración y fructificación.

2.4.8. Insectos – Plagas

Según Chiders (1982) citado por Apaza (2006), los insectos – plagas más comunes en el cultivo de la frutilla, son los siguientes:

a) Gusano blanco (*Phyllophaga* o *Lachmosterna*); pueden provocar considerable daño, al alimentarse de las raíces de las frutillas.

b) la larva de la oruga de la hoja (*Arcylis competena fragariae*); enrolla la hoja luego de alimentarse por corto tiempo en primavera y lo continúa haciendo luego de estar arrollada en su capullo, a veces provoca serios daños.

c) El gusano de la fresa (*Anthonomus signatus*); deposita sus huevos en las yemas florales y luego rodea y daña al pedicelo. La larva se alimenta de las yemas destruyéndolas.

d) Gorgojo de la flor (*Anthonomus rubi* Herbst); se reconoce por aparecer los botones florales roídos. El tratamiento consiste, en la pulverización del follaje desde el inicio de la plaga en estado adulto que realiza la puesta sobre los botones florales, provocando su desecación, el insecto adulto empieza su aparición antes de la floración, debiendo hacer el primer tratamiento también antes de abrir las flores, Sobrino *et al*, (1989) citado por Apaza (2006).

e) Gusano de alambre (*Agriotes* spp.); su alimentación se compone de las partes subterráneas de las plantas. Los daños más importantes tienen lugar en las plantas de cultivos recién nacidos o en los trasplantes recientes, ya que cortan el tallo por debajo de la tierra y son más intensos en tiempo fresco y húmedo, Sobrino *et al*, (1989) citado por Apaza (2006).

2.4.9. Altura de Planta

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, en la variedad Pájaro obtuvo un promedio de altura de 16.03 cm, variedad camarosa un promedio de 12.83 cm y variedad sweet charlei con 11.25 cm.

Tantani (1996) en el estudio realizado con diferentes sustratos en cultivos verticales en carpa solar, con la variedad Pájaro obtuvo un promedio máximo de altura de 19.5 cm.

Ticona (2002) en el estudio realizado de producción de frutilla bajo el sistema de cultivos horizontales suspendidos en carpa solar, también con la variedad Pájaro, obtuvo un promedio de 17.5 cm.

Alandia (2005), en el estudio realizado, evaluación de sustratos en producción vertical de tres variedades de frutilla obtuvo promedios de 16 cm 17 cm y 15 cm con las variedades Pájaro, camarosa y Charlie respectivamente.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para 60 días después de la plantación (ddp), obtuvo mayor altura de planta para tratamientos de la época primavera verano el promedio de 15.86 cm, con el sustrato empleado en proporciones iguales al 50% entre tierra agrícola y la turba, las plantas con menor altura se tuvieron en plantaciones en época invernal.

El mismo autor para 90 ddp etapa de floración y fructificación, obtuvo mayor altura de planta para tratamientos de la época primavera verano el mayor promedio de 24.1 cm, con el sustrato empleado en proporciones iguales.

2.4.10. Número de hojas

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, en la variedad Pájaro registra el mayor número de hojas con 14.75 hojas por planta, a esta le sigue la variedad camarosa con un número de 11.83 hojas por planta, sin embargo con la variedad sweet charlei obtuvo 9.00 hojas por planta.

Alandia (2005) en la evaluación de tres sustratos en producción vertical en tres variedades de frutilla, obtuvo un promedio de 12 hojas por planta para la variedad Pájaro y para la variedad camarosa 15 hojas por planta y variedad Charlie 17 hojas por planta.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para 60 ddp, obtuvo mayor número de hojas para tratamientos de la época primavera verano el promedio de 11 hojas por planta,

con el sustrato empleado en proporciones iguales, las plantas con menor número de hojas se tuvieron en plantaciones en época invernal.

El mismo autor para 90 ddp etapa de floración y fructificación, obtuvo mayor número de hojas para tratamientos de la época primavera verano el mayor promedio de 17 hojas por planta con el sustrato empleado en proporciones iguales.

2.4.11. Número de flores

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad Pájaro un promedio de 4.18 flores por planta , en la variedad camarosa 3.45 flores por planta y en la variedad sweet Charlie promedio de 2.24 flores por planta.

Ticoná (2002) en el estudio realizado de producción de frutilla bajo el sistema de cultivos horizontales suspendidos en carpa solar, con la variedad Pájaro, obtuvo como promedio de 8.11 flores por planta.

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, obtuvo en la variedad Pájaro el mayor número de flores promedio de 4.74 flores por planta.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para épocas de plantación con cuatro tipos de sustrato, obtuvo mayor número de flores para tratamientos de la época primavera verano el promedio de 18 flores por planta, con el empleado de sustrato en proporciones iguales entre tierra agrícola y la turba, las plantas que presentaron menor número de flores se tuvieron en la época invernal, cuando se emplea como sustrato simplemente tierra agrícola.

2.4.12. Número de frutos

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad Pájaro el mayor número de frutos promedio con 4.95 frutos por planta, en la variedad camarosa con un promedio de 4.15 frutos por planta y en la variedad sweet Charlie con promedio de 2.67 frutos por planta.

Alandia (2005), en la evaluación de sustratos en producción vertical de tres variedades de frutilla, obtuvo un promedio de 8 frutos por planta, en la variedad camarosa un promedio de 5 frutos por planta y en la variedad Charlie un promedio de 3 frutos por planta.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para épocas de plantación con cuatro tipos de sustrato, obtuvo el mayor número de frutos por planta para los tratamientos de la época primavera verano el mayor promedio de 13 frutos por planta, con el sustrato de proporciones iguales tierra agrícola y la turba, las planta con menor promedio fue de 7 frutos por planta, esto se tuvieron en época invernal.

2.4.13. Diámetro de frutos

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad camarosa frutos de mayor diámetro con 3.65 cm de diámetro pro fruto, con variedad Pájaro obtuvo un similar de 3.58 cm de diámetro por fruto y en la variedad sweet Charlie con promedio de diámetro de fruto con 3.06 cm.

Ticono (2002), en el estudio realizado de producción de frutilla bajo el sistema de cultivos horizontales suspendidos en carpa solar, también con la variedad Pájaro,

obtuvo un promedio máximo de 2.66 cm de diámetro de fruto y 2.35 cm de diámetro como promedio mínimo.

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, en la época primaveral, aplicando localizadamente en la planta abonos orgánicos obtuvo frutos de 3.27 cm diámetro en la variedad Pájaro, 3.06 cm variedad Sweet Charlie y 3.02 cm. en la variedad Chandler.

2.4.14. Longitud del fruto

Apaza (2006), en el estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad camarosa un valor de promedio de 4.30 cm de longitud de fruto, la variedad sweet Charlie con promedio de longitud de fruto de 3.98 cm y la variedad Pájaro con 3.92 cm de longitud de fruto.

Tantani (1996), en el estudio realizado con diferentes sustratos en cultivos verticales en carpa solar, con la variedad Pájaro obtuvo un promedio máximo de 3.50 cm y como promedio mínimo 3.20 cm.

Guaygua (2003), en la evaluación de tres sustratos en producción vertical de frutilla en invernadero, con la variedad Chandler, obtuvo un promedio máximo de 3.05 cm y un promedio mínimo de 2.30 cm.

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, obtuvo en la longitud de fruto de variedad Chandler, con un promedio de 4.66 cm, la variedad Pájaro con una longitud de fruto de 3.80 cm y la variedad Swet Charlie con una longitud de 3.76 cm

2.4.15. Peso del fruto.

Mogro (2007), en el cultivo de frutilla en contenedores verticales de PVC con sustratos modificados en dos épocas de plantación, para épocas de plantación con los sustrato modificados, obtuvo el mayor promedio de peso de fruto para los tratamientos de la época de plantación de 11.7 gramos por fruto con el empleo de la mezcla de sustrato de proporciones iguales tierra agrícola y la turba, el fruto con menor peso promedio se tuvieron en ambas épocas.

3. SECCIÓN DIAGNOSTICA.

3.1. Materiales y métodos.

3.1.1. Localización y ubicación.

El presente trabajo se desarrollará en la Comunidad de Tacachira, se encuentra en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz a 15 km de la carretera El Alto - Laja, a una altitud de 3990 m.s.n.m., sus coordenadas son de 16 30' de latitud Sur y 68 18' de longitud oeste (Anexo 2)

3.1.2. Características del lugar.

3.1.2.1. Clima.

Según datos de la Estación Climática de "AASANA" de 2008 a 2009 por el Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI), La precipitación media anual es de 352.0 mm, el período de lluvia de octubre a abril; la temperatura media anual fluctúa entre 8.3 y 8.6 °C, una máxima de 18.5 °C y una mínima promedio de 1.5 °C. La humedad relativa oscila durante esos meses entre 55 por ciento y 70 por ciento, presenta 190 días de helada.

3.1.2.2. Clasificación ecológica regional

La región corresponde a Bosque húmedo subtropical, según el Sistema de Clasificación de Zonas de vida de Holdridge; como es el Altiplano, siendo para su piso el más favorable en términos de bioclima para la agricultura y ganadería. Este bioclima abarca el mismo rango de biotemperatura del piso Montano bajo (Unzueta, 1985).

3.1.3. Materiales.

- Kallapos
 - Alambre de Amarre.
 - Clavos
 - Pita
 - Tubos ½ “
 - Tubos 1”
 - Tubos 3/8”
 - Manguera
-
- Carpa Solar Tipo Túnel, norte sud de 3 m de alto y una área de 138 m, 23 m de largo y 6 m de ancho (Figura 1)
 - Plantines de frutilla (Variedad pájaro).
 - Polietileno de 0.24 m de diámetro



Figura 1. Carpa solar tipo túnel

3.2. Metodología.

3.2.1. Procedimiento del trabajo

El trabajo consistió, en realizar la comparación de métodos de cultivo en sacos verticales, con distintas formas en cada saco, haciendo una comparación teórica con la

producción tradicional en la superficie del terreno dentro la carpa solar, determinando cuanto de superficie se aprovecha en el espacio aéreo con este tipo de cultivos.

Para el trabajo se siguieron los siguientes pasos productivos en el cultivo de la frutilla.

3.2.1.1. Plan y Estrategias de Implementación.

La plantación para este trabajo se realizó en cultivo vertical anudado (bolsas plásticas colgantes de polietileno).

a).- Apertura de hoyos e implante de kallapos.

La apertura de hoyos se realizó, a una profundidad de 0.5 m de altura. El implante de kallapos de 2.5 m de largo (de 7 cm de diámetro) para el colgado de las bolsas, fué a una distancia de 3 metros de largo entre 0.6 metros de ancho, con un travesaño de 3 m de largo

b).- Preparación del sistema de riego.

El sistema de riego fue a través de un microtubo que llegó a cada uno de los sacos, cada saco contó con una tubería plástica de 1/2 pulgada, con perforaciones del grosor de 0.1 cm. El riego se efectuó en forma controlada desde un depósito central, tanque de 250 litros de capacidad (Figura 1).



Figura 2. Tanque de 250 litros para riego.

c).- Preparación y colgado de los sacos.

Los sacos utilizados son de material plástico de dos colores plomo externo y negro interno, con una altura de 1.2 m y 0.24 m de ancho. Se procedió al llenado de las bolsas con el sustrato preparado anteriormente, estas fueron colgadas y sujetadas por cordones de Káñamo y alambre galvanizado a los kallapos (travesaños), en cada unidad de evaluación se tuvo cuatro bolsas (Figura 3).



Figura 3. Colgado de los sacos.

d).- Apertura de boquetas.

Se realizó la apertura de boquetas triangulares de 1 pulgada de lado en cada bolsa, para el trasplante del material vegetal, separadas una de otra cada 25 cm (a tres bolillo).

e).- Trasplante.

Antes de realizar el trasplante a las bolsas colgadas, primero se procedió a una preplantación en el suelo por el lapso de 10 días para la adaptación de la frutilla al invernadero, posteriormente se realizó el trasplante definitivo a los sacos.

3.2.1. Distribución de los sacos.

Los sacos fueron distribuidos de acuerdo a los objetivos planteados; para determinar el efecto de la anudación en la producción de la frutilla. Para el colgado de las bolsas, se armó los kallapos de eucalipto de 2.5 m de longitud, los cuales estuvieron sujetos a 0.50 m de profundidad, con sus respectivos travesaños.



Figura 4. Distribución de los sacos anudados.

Anudaciones (Figura 4):

- T_1 = Sin anudar
- T_2 = 2 anudaciones
- T_3 = 3 anudaciones

3.2.2 Características del campo de producción.

Áreas:

| | | |
|--------------------------|------|-------|
| - Área de la carpa solar | 132 | m^2 |
| - Área del trabajo | 66 | m^2 |
| - Área de una repetición | 2.04 | m^2 |

Características del sistema de producción:

| | | |
|------------------------------|------|---------|
| - Número de sacos | 72 | sacos |
| - Número de sacos por U. E. | 4 | sacos |
| - Número de plantas por saco | 15 | plantas |
| - Número total de plantas | 1080 | plantas |
| - Distancia entre plantas | 0.25 | m |
| - Altura de saco | 1.2 | m |
| - Diámetro del saco | 0.24 | m |

En el suelo:

| | | |
|---|------|---------|
| - Distancia entre filas | 0.3 | m |
| - Distancia entre plantas | 0.25 | m |
| - Número de plantas por m ² | 13.3 | plantas |
| - Número de plantas por 66 m ² | 850 | plantas |

Temperatura en la Carpa Solar

En la Figura 5 se observa el comportamiento de la temperatura en la carpa solar en los meses del trabajo. La temperatura mínima esta entre 1.4 a 6.6 °C y la temperatura máxima esta entre 31.1 a 37.6 °C, óptimos para la producción de frutilla.

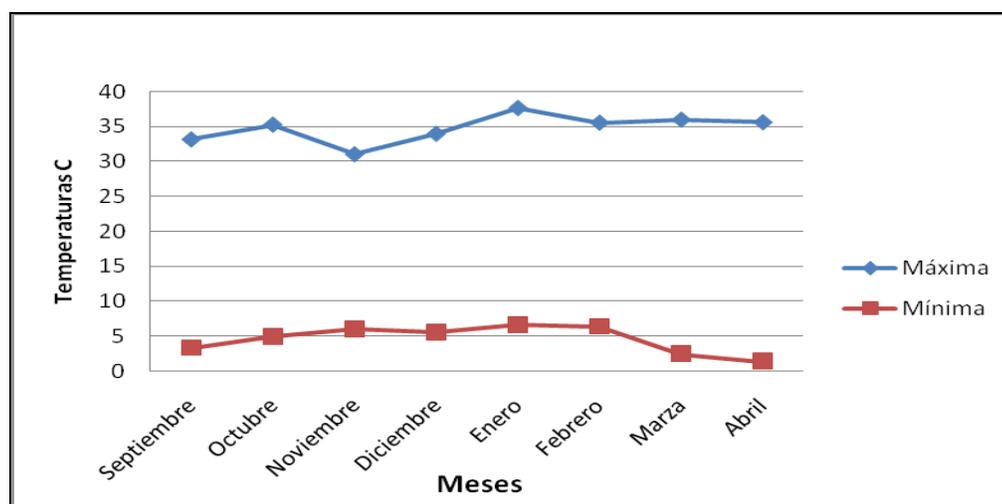


Figura 5. Temperaturas de máximas y mínimas durante el periodo de trabajo.

3.2.3. Evaluación del trabajo.

Para este trabajo en invernadero se utilizó la estadística descriptiva y prueba de muestras pequeñas de Análisis de Varianza (Peñañiel, 2009 y Caballero, 1978), con el siguiente modelo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y = Cualquier observación.

μ = Media general

τ_j = Efecto de la j-ésimo anudación

ε_{ij} = Error experimental

Fuente: Peñañiel (2009).

3.3. Variables de respuesta.

3.3.1. Adaptación del cultivo de frutilla.

Se evaluó en base a la cantidad de plantas transplantadas dividido entre las plantas que sobrevivieron después del periodo de adaptación, expresada en porcentaje (Figura 6).



Figura 6. Adaptación del cultivo de la frutilla.

3.3.2. Número de frutos.

Se determinó por conteo visual, después de la etapa de floración e inició de formación del fruto semanalmente (Figura 7).



Figura 7. Número de frutos por saco.

3.3.3. Longitud del fruto.

Después de la cosecha se procedió a medir la longitud de frutos con un flexo metro semanalmente, para luego sacar el promedio (Figura 8).

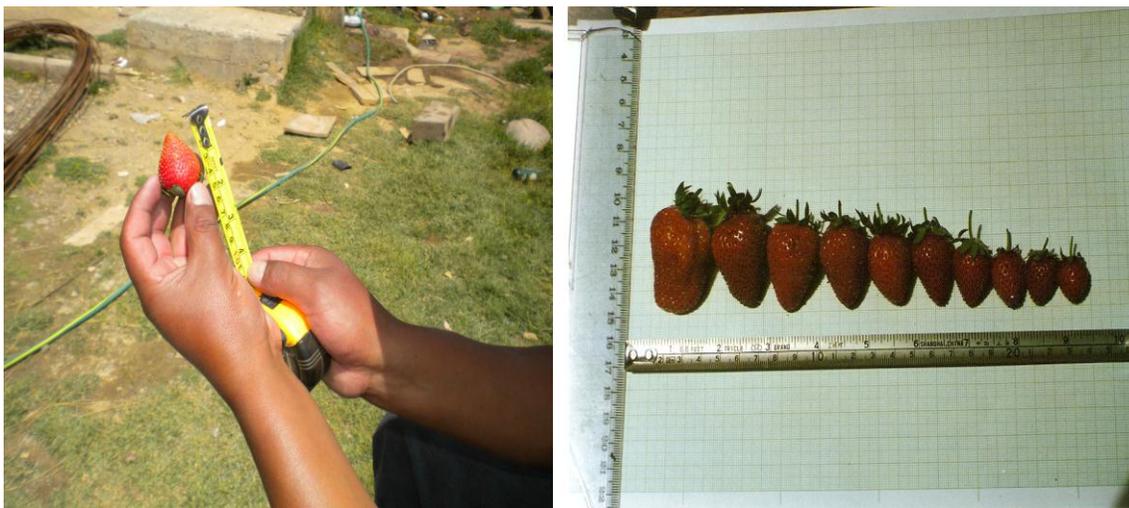


Figura 8. Longitud de frutos.

3.3.4. Diámetro del fruto.

Después de la cosecha se procedió medir el diámetro de 5 frutos con un flexo metro semanalmente, para luego sacar el promedio (Figura 9).



Figura 9. Diámetro de frutos.

3.3.5. Altura de planta.

Se tomó este dato por medio de una regla graduada en cm, realizando su registro cada 15 días.

3.3.6. Rendimiento.

Para obtener el rendimiento se cosechó semanalmente el saco completo con los frutos que alcanzaron su madurez comercial (tres cuartas partes del fruto de color rojo - anaranjado). en una balanza analítica para su pesaje (Figura 10), posteriormente se expreso por hectárea los resultados encontrados en cada saco.

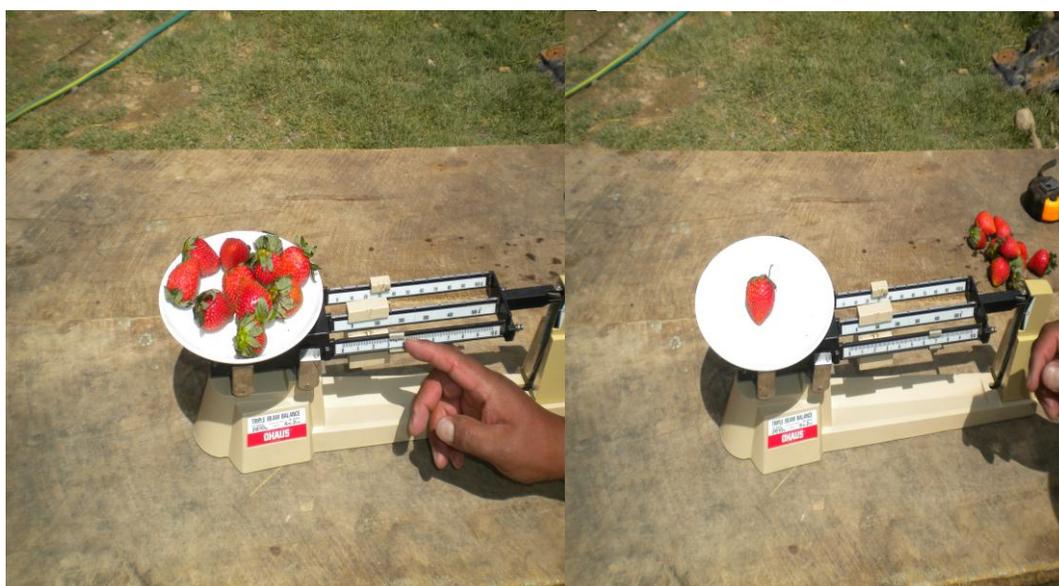


Figura 10. Rendimiento de frutos de frutilla.

3.3.7. Análisis económico.

El análisis económico se realizó bajo las recomendaciones del Programa de Economía del Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT). A través del Manual de Formulaciones de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos, 1988.

3.4. Análisis estadístico de la producción.

Para dar respuesta a los objetivos, se aplicará estadística descriptiva y prueba de muestras pequeñas de análisis de varianza (Peñañiel, 2009), de las siguientes variables: Adaptación del cultivo, Rendimiento, Número de frutos por planta, Altura de Planta, Longitud del fruto y Diámetro del fruto.

Se realizó una regresión lineal simple y su respectiva correlación, entre Altura de planta y Rendimiento de la frutilla

Para la comparación de promedios se utilizó el error estándar con prueba de "t".

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA.

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Incremento del área bajo el sistema.

En el Cuadro 1, se observan las áreas de trabajo en los dos sistemas; en base al área de trabajo en ambos casos, área normal en suelo y bajo el sistema de sacos, se tuvo 66 m², en el área normal se tendría 858 plantas en el área bajo el sistema 1080 plantas de acuerdo a la densidad de plantación (0.25 m x 0.30 m).

Cuadro 1. Calculo de áreas bajo dos sistemas.

| Área normal en suelo | | Área del sistema en sacos | |
|---|-------------------|----------------------------|-------------------|
| Aérea del trabajo | 66 m ² | Aérea del trabajo | 66 m ² |
| Número de plantas por m ² | 13.0 plantas | Número de sacos en total | 72 sacos |
| Número de plantas por 66 m ² | 858 plantas | Número de plantas por saco | 15.0 plantas |
| Área utilizada | 100 % | Número total de plantas | 1080 plantas |
| | | Área utilizada | 127 % |

Bajo el sistema se incrementa en un 127 % el área normal, en consecuencia se tendría 132 m² de área en condición normal y bajo el sistema de sacos colgados.

En el sistema con sacos se puede cultivar tanto en la parte aérea (frutillas), y en el suelo hortalizas de sombra como de acelga el apio, etc.

4.1.2. Porcentaje de sobrevivencia.

En los cuadrados medios del análisis de varianza de adaptación del cultivo de acuerdo a los porcentajes de sobrevivencia (Cuadro 2), en el cultivo de la frutilla (*Fragaria virginiana*), se observa para la fuente de variación de Anudaciones una alta significancia ($p < 0.01$); con un coeficiente de variación de 15.96 % clasificado por Calzada (1983) como de bajo.

En la comparación de medias (Error estándar y “t”) entre las anudaciones se observa diferencias en la anudación de 3 semisacos y 2 semisacos, que alcanzaron los promedios más altos en porcentaje de sobrevivencia con 75.4 % (± 10.9 %) y 70.0 % (± 11.7 %) respectivamente, seguida de la que está sin anudación con 57.6 % (± 9.7 %), de acuerdo al detalle de la Figura 11 y del Cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de plantas

| Fuentes de Variación | G.L. | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|--------------------------|------|-------------------|------------------|-------|----------|
| Anudaciones | 2 | 991.814444 | 495.907222 | 4.25 | 0.0346 * |
| Dentro de anudaciones | 15 | 1751.621667 | 116.774778 | | |
| Total corregido | 17 | 2743.436111 | | | |
| Coeficiente de variación | | 15.96 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 68 %

Cuadro 3. Promedios del porcentaje de sobrevivencia y error estándar en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios % | Desvió estándar % | Error estándar | Probabilidad “t” |
|---------------|-------------|-------------------|----------------|------------------|
| Sin anudar | 57.6 | 9.7 | 4.4 | <.0001 |
| 2 anudaciones | 70.0 | 11.7 | 4.4 | <.0001 |
| 3 anudaciones | 75.4 | 10.9 | 4.4 | <.0001 |

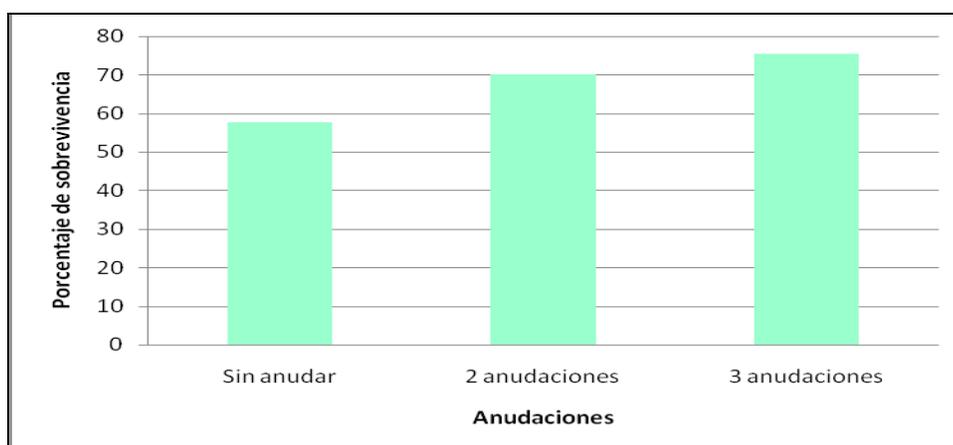


Figura 11. Promedios del porcentaje de sobrevivencia por anudaciones.

Las diferencias que existen entre las que tienen anudaciones, frente a la que no tiene ninguna anudación, se debe probablemente a las que se anudaron no presentaron mucha compactación en la parte inferior de la bolsa, frente a la que no tiene anudación, que si presentaron menor número de plantas vigorosas, al respecto Tantani (1996) indica que el 35 por ciento de plantas suprimieron su desarrollo por la compactación que existió en la parte inferior, en los sacos sin anudar. Otro de los factores que inhibieron el establecimiento de las plantas es el factor riego, ya que se tuvo problemas en el sistema de distribución del agua en las bolsas. Estableciéndose un 68 por ciento de sobrevivencia en todo el sistema.

4.1.3. Rendimiento de frutilla.

En el Cuadro 4, se observan los cuadrados medios del análisis de varianza de rendimiento de la frutilla, se observa para la fuente de variación de Anudaciones una alta significancia (Pr >0.01); con un coeficiente de variación de 7.35 % clasificado por Calzada (1983) como muy bajo, indicando que existe una alta confiabilidad en los datos obtenidos.

Cuadro 4. Análisis de varianza del rendimiento de la frutilla

| Fuentes de Variación | Gl | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|--------------------------|----|-------------------|------------------|-------|--------|
| Anudaciones | 2 | 13427749.87 | 6713874.94 | 31.75 | <.0001 |
| Dentro de anudaciones | 15 | 3171740.86 | 211449.39 | | |
| Total corregido | 17 | 16599490.73 | | | |
| Coeficiente de variación | | 7.35 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 6253.2 kg

En la comparación de promedios, entre las anudaciones en rendimiento se observa una alta significancia, donde la anudación de 3 semisacos alcanzó el promedio más alto con 7071.78 kg/ha (31.45 g/saco) y la anudación de 2 semisacos alcanzó 6629.08 kg/ha (29.47 g/saco), seguida de la que esta sin anudación con 5058.80 kg/ha (22.46 g/saco), como se observa en la Figura 12 y el Cuadro 5. Las diferencias que existen

entre las que tienen anudaciones frente a la que no tiene ninguna anudación, se debe a que las que tuvieron anudaciones tienen mayor cantidad de plantas vigorosas que han sobrevivido en el saco y que influyeron en la producción. Al respecto Tantani (1996), con bolsas sin anudar obtuvo un rendimiento promedio de frutilla variedad pajaro de 5.223 kg/ha en un invernadero tipo media agua en la localidad de Patacamaya; asimismo Bernat (1987), señala que es importante anudar para evitar la compactación del sustrato en la parte inferior.

Cuadro 5. Promedios del rendimiento de la frutilla y error estándar en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios kg/ha | Desvió estándar kg/ha | Error estándar | Probabilidad "t" |
|---------------|-----------------|-----------------------|----------------|------------------|
| Sin anudar | 5058.80 | 494.67 | 187.7 | <.0001 |
| 2 anudaciones | 6629.08 | 332.47 | 187.7 | <.0001 |
| 3 anudaciones | 7071.78 | 528.29 | 187.7 | <.0001 |



Figura 12. Promedios de rendimiento por anudaciones

4.1.4. Número de frutos por planta.

De acuerdo al análisis de varianza de número de frutos por planta (Cuadro 6), se observa para la fuente de variación de Anudaciones alta significancia ($Pr < 0.01$), con un coeficiente de variación de 11.68 % clasificado por Calzada (1983) como bajo, indicando que existe una confiabilidad en los datos obtenidos.

Cuadro 6. Análisis de varianza del número de frutos por planta de la frutilla

| Fuentes de Variación | Gl | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|--------------------------|----|-------------------|------------------|-------|--------|
| Anudaciones | 2 | 6.88444444 | 3.44222222 | 11.86 | 0.0008 |
| Dentro de anudaciones | 15 | 4.35333333 | 0.29022222 | | |
| Total corregido | 17 | 11.23777778 | | | |
| Coeficiente de variación | | 11.68 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 4.6 frutos

Cuadro 7. Promedios del número de frutos por planta de la frutilla y error estándar en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios frutos | Desvió estándar | Error estándar | Probabilidad "t" |
|---------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Sin anudar | 3.8 | 0.47 | 0.22 | <.0001 |
| 2 anudaciones | 4.7 | 0.54 | 0.22 | <.0001 |
| 3 anudaciones | 4.7 | 0.54 | 0.22 | <.0001 |



Figura 13. Promedios de número de frutos por planta por anudaciones

En el Cuadro 7 y la Figura 13, se observan la comparación de promedios, entre las anudaciones, en el número de frutos por planta observándose diferencias significativas, entre anudaciones y sin anudar, donde la anudación de 3 semisacos y 2 semisacos en promedio obtuvieron 4.7 (± 0.54) frutos/planta, siendo estadísticamente mayores a la

que no tiene anudación con 3.8 (± 0.47) frutos/planta. Las diferencias que existen entre las que tienen anudaciones frente a la que no tiene ninguna anudación, se debe a que las que tuvieron anudaciones tienen plantas capaces de extraer nutrientes del sustrato para el aporte en la formación del fruto. Apaza (2006) en el estudio realizado, del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad Pájaro el mayor número de frutos promedio con 4.95 frutos por planta, siendo similares a los encontrados en el presente trabajo. Asimismo en la variedad camarosa encuentro con un promedio de 4.15 frutos por planta y en la variedad Sweet Charlie con promedio de 2.67 frutos por planta.

4.1.5. Longitud de fruto de la frutilla

Los cuadrados medios del análisis de varianza de longitud de fruto del Cuadro 8, se observa que para las fuentes de variación de anudaciones no existe diferencias estadísticas; con un coeficiente de variación de 6.46 % clasificado como muy bajo por Calzada (1983) y un promedio general de 2.9 cm.

Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de fruto por planta de la frutilla

| Fuentes de Variación | Gl | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|--------------------------|----|-------------------|------------------|-------|--------|
| Anudaciones | 2 | 0.021111111 | 0.01055556 | 0.30 | 0.7454 |
| Dentro de anudaciones | 15 | 0.528333333 | 0.035222222 | | |
| Total corregido | 17 | 0.54944444 | | | |
| Coeficiente de variación | | 6.46 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 2.9 cm

En el Cuadro 9 se observan los promedios de longitud de fruto de la frutilla, donde sin anudar y con anudaciones obtuvieron similar longitud de fruto con 2.9 cm.

Cuadro 9. Promedios de longitud de fruto de la frutilla en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios cm | Desvió estándar cm |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Sin anudar | 2.9 | 0.20 |
| 2 anudaciones | 2.9 | 0.19 |
| 3 anudaciones | 2.9 | 0.16 |

Al respecto Apaza (2006), en un estudio realizado del comportamiento agronómico de variedades de frutilla a diferentes densidades de plantación, obtuvo en la variedad camarosa un valor promedio de 4.30 cm de longitud de fruto, la variedad sweet Charlie con un promedio de longitud de fruto de 3.98 cm y la variedad Pájaro con 3.92 cm de longitud de fruto, superiores a los encontrados en el presente trabajo.

Tantani (1996), en el estudio realizado con diferentes sustratos en cultivos verticales en carpa solar, con la variedad Pájaro obtuvo un promedio de 3.35 cm, similares a los encontrados en el trabajo.

4.1.6. Diámetro de fruto de frutilla.

Los cuadrados medios del análisis de varianza de diámetro de fruto del Cuadro 10, se observa que para la fuente de variación de anudaciones no existe diferencias estadísticas; con un coeficiente de variación de 4.68 % clasificado como muy bajo por Calzada (1983) y con un promedio general de 2.4 cm.

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto por planta de la frutilla

| Fuentes de Variación | Gl | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|-----------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| Anudaciones | 2 | 0.01333333 | 0.00666667 | 0.52 | 0.6039 |
| Dentro de anudaciones | 15 | 0.19166667 | 0.01277778 | | |
| Total corregido | 17 | 0.20500000 | | | |
| Coeficiente de variación | | 4.68 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 2.4 cm

En el Cuadro 11, se observan los promedios de longitud de fruto de la frutilla, donde el saco sin anudar obtuvo 2.42 cm (± 0.13) y el saco con 2 anudaciones obtuvo 2.45 cm (± 0.11) de diámetro y con 3 anudaciones obtuvo 2.38 cm (± 0.10) de diámetro.

Cuadro 11. Promedios de diámetro de fruto de la frutilla en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios cm | Desvió estándar cm |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Sin anudar | 2.42 | 0.13 |
| 2 anudaciones | 2.45 | 0.11 |
| 3 anudaciones | 2.38 | 0.10 |

Ticona (2002), en el estudio realizado de producción de frutilla bajo el sistema de cultivos horizontales suspendidos en carpa solar, también con la variedad Pájaro, obtuvo un promedio máximo de 2.66 cm de diámetro de fruto y 2.35 cm de diámetro como promedio mínimo. Encontrándose similares a los del presente trabajo.

Mendoza (2006), en el estudio realizado del efecto de abonos orgánicos en la producción de variedad de frutillas en condiciones controladas, en la época primaveral, aplicando localizadamente en la planta abonos orgánicos obtuvo frutos de 3.27 cm diámetro en la variedad Pájaro superior a los encontrados en el presente trabajo; asimismo 3.06 cm variedad Sweet Charlie y 3.02 cm en la variedad Chandler.

4.1.7. Altura de planta de la frutilla.

De acuerdo al análisis de varianza de altura de planta de la frutilla (Cuadro 12), se observa para la fuente de variación de Anudaciones diferencias altamente significativas ($Pr < 0.01$), con un coeficiente de variación de 6.61 % clasificado por Calzada (1983) como muy bajo, indicando que existe una confiabilidad en los datos obtenidos.

Cuadro 12. Análisis de varianza de altura de planta de la frutilla

| Fuentes de Variación | Gl | Suma de Cuadrados | Cuadrados Medios | F cal | Pr F |
|--------------------------|----|-------------------|------------------|-------|--------|
| Anudaciones | 2 | 54.81444444 | 27.40722222 | 17.06 | 0.0001 |
| Dentro de anudaciones | 15 | 24.09666667 | 1.60644444 | | |
| Total corregido | 17 | 78.91111111 | | | |
| Coeficiente de variación | | 6.61 % | | | |

* = Significativo; ** = Altamente Significativo; ns: No significativo; GL=grados de libertad; Media general 19.2 cm

De acuerdo a la prueba de medias, se observa que existe diferencias estadísticas entre las diferentes anudaciones, donde la anudación de 3 semisacos obtuvo 20.6 cm (± 0.66), luego sigue el tratamiento dos anudaciones con 20.3 cm (± 0.52) y último el tratamiento sin anudaciones con 16.7 cm (± 2.02) como se observa en la Figura 14 y el Cuadro 13.

Cuadro 13. Promedios de altura de planta de la frutilla y error estándar en las anudaciones.

| Anudaciones | Promedios cm | Desvió estándar cm | Error estándar | Probabilidad "t" |
|---------------|--------------|--------------------|----------------|------------------|
| Sin anudar | 16.7 | 2.027 | 0.517 | <.0001 |
| 2 anudaciones | 20.3 | 0.521 | 0.517 | <.0001 |
| 3 anudaciones | 20.6 | 0.662 | 0.517 | <.0001 |

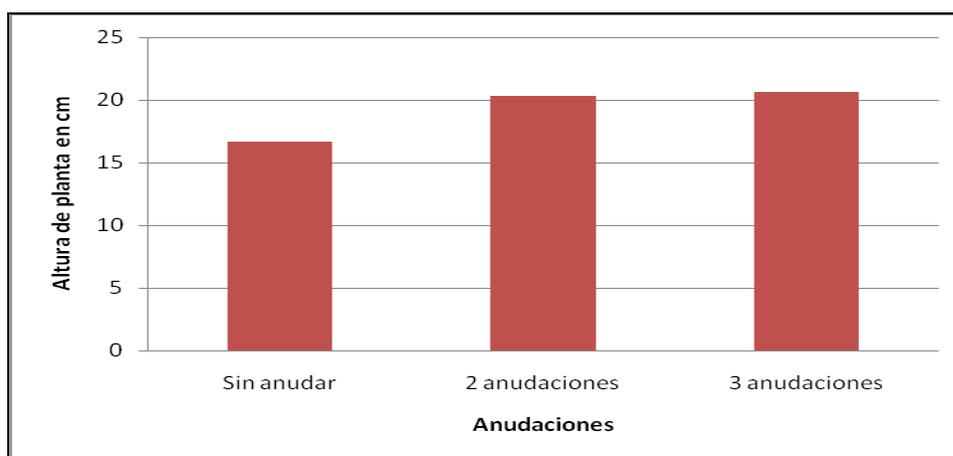


Figura 14. Promedios de altura de planta de la frutilla.

Apaza (2006), en la variedad Pájaro obtuvo un promedio de altura de 16.03 cm, variedad camarosa un promedio de 12.83 cm y variedad sweet charlei con 11.25 cm; Tantani (1996) en la variedad Pájaro obtuvo un promedio máximo de altura de 19.5 cm; Ticona (2002) en el estudio realizado de producción de frutilla bajo el sistema de cultivos horizontales suspendidos en carpa solar, también con la variedad Pájaro, obtuvo un promedio de 17.5 cm.

La altura de planta en el presente trabajo en general es superior a los encontrados por los autores citados anteriormente en el cultivo de la frutilla.

En el Cuadro 14 se observa el análisis de regresión entre Altura de planta (cm) y Rendimiento (kg/ha), indicando que existe un incremento por cada centímetro que aumenta en la altura de planta de 296.3 kg/ha de rendimiento.

Cuadro 14. Análisis de regresión y correlación.

| <i>Variables</i> | | <i>Intercepto</i> | <i>pendiente</i> | <i>ecuación</i> | <i>Correlación</i> | <i>Prob.</i> |
|------------------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|
| <i>Independi.</i> | <i>Dependie.</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>y=a+bx</i> | <i>r</i> | <i>pr</i> |
| Altura de planta cm | Rendimiento kg/ha | 570.5 | 296.3 | $y=570.5+296.3X$ | 0.64 | 0.0038 |

La correlación es positiva de 0.64, indicando que existe un grado de asociación alta entre la variable Altura de planta y Rendimiento de frutilla por hectárea.

4.1.8. Relación beneficio costo.

El análisis económico de relación beneficio costo se realizó para los sacos con anudaciones y saco sin anudación, de todo el ciclo de producción hasta que las plantas entraron en una dormancia fisiológica por las temperaturas mínimas que se registraron en el invernadero Tipo Túnel.

Para determinar cual de los sistemas resultó rentable y no rentable en todo el ciclo de producción, por medio de la Relación Beneficio/Costo, se analizaron los gastos de operación (Cuadro 15) y de inversión con sus respectivas depreciaciones, obteniéndose los Costos Fijos, Costos Variables que son el tratamiento e inversión de la estructura del sistema (Cuadro 16), el Beneficio Bruto, Beneficio Neto de los tratamientos interaccionados.

Cuadro 15. Gastos de operación de los sistemas de anudación.

| Detalle | Unidad | Cantidad | Costo Unitario Bs. | Costo Total Bs. |
|--|---------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|
| Kallapos | pieza | 50 | 5.00 | 250.00 |
| Alambre A. | kg | 4 | 12.00 | 48.00 |
| Clavos | kg | 1 | 12.00 | 12.00 |
| Pita | kg | 3 | 20.00 | 60.00 |
| Tubos | 1 plg | 36 | 3.50 | 126.00 |
| Tubos | 0.5 plg | 18 | 2.50 | 45.00 |
| Tubos | 0.75 plg | 2 | 3.00 | 6.00 |
| Manguera | m | 10 | 1.20 | 12.00 |
| Costo Total de 66 m ² | | | | 559.00 |
| Costo por unidad experimental unitario | | | | 31.34 |
| Costo Total Depreciado | | | | 7.76 |

Cuadro 16. Costos por sistema de anudación.

| Anudaciones | Detalle | Unidad | Cantidad | Precio Unitario Bs | Costo subtotal Bs |
|---------------|---------------|--------|-----------|--------------------|-------------------|
| Sin anudar | Plantines | pza. | 15.00 | 1.5 | 22.5 |
| | Abono | kg | 4.55 | 0.15 | 0.6825 |
| | Humus | kg | 0.90 | 3.5 | 3.15 |
| | Prep.sustrato | horal | 0.10 | 15 | 1.5 |
| | transplante | horal | 0.05 | 15 | 0.75 |
| | Riego * | horal | 140.00 | 0.1 | 14 |
| | Cosecha * | horal | 140.00 | 0.1 | 14 |
| | Plastico | m | 2.60 | 0.2 | 0.52 |
| | | | Sub total | | 57.1025 |
| 2 anudaciones | Plantines | pza. | 15 | 1.5 | 22.5 |
| | Abono | kg | 4.55 | 0.15 | 0.6825 |
| | Humus | kg | 0.9 | 3.5 | 3.15 |
| | Prep.sustrato | horal | 0.1 | 15 | 1.5 |
| | transplante | horal | 0.05 | 15 | 0.75 |
| | Riego * | horal | 140 | 0.1 | 14 |
| | Cosecha * | horal | 140 | 0.1 | 14 |
| | Plastico | m | 2.6 | 0.2 | 0.52 |
| | | | Sub total | | 57.1025 |
| 3 anudaciones | Plantines | pza. | 15 | 1.5 | 22.5 |
| | Abono | kg | 4.55 | 0.15 | 0.6825 |
| | Humus | kg | 0.9 | 3.5 | 3.15 |
| | Prep.sustrato | horal | 0.1 | 15 | 1.5 |
| | transplante | horal | 0.05 | 15 | 0.75 |
| | Riego * | horal | 140 | 0.1 | 14 |
| | Cosecha * | horal | 140 | 0.1 | 14 |
| | Plastico | m | 2.6 | 0.2 | 0.52 |
| | | | Sub total | | 57.1025 |

* En toda la producción de 14 cosechas

Cuadro 17. Costos fijos de inversión depreciables Bs/66 m²/ciclo productivo.

| Costo del Invernadero (Bs) | Costos de Depreciación (Bs) | Costos de Depreciación Bs/66 m ² |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| 3945.00 | 631.20 | 315.60 |

Determinado el Beneficio Bruto y el Costo Total de operación se halló la Relación Beneficio/Costo, donde el tratamiento sin anudación obtuvo un índice de 1.90 con índices utilidad de 0.9, el sistema de anudación 2 anudaciones con 2.49 con índices utilidad 1.49 y 3 anudaciones con 2.65 con índices de utilidad de 1.65. De acuerdo a estos resultados el tratamiento que más utilidad tiene es el de tres anudaciones (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de rentabilidad con Beneficio/Costo en los sistemas anudados

| Tratamientos | Unidad | Sin anudar | 2 anudaciones | 3 anudaciones |
|------------------------------------|--------|-------------|---------------|---------------|
| Producción total 66 m ² | kg | 33.39 | 43.76 | 46.67 |
| Precio Unitario | Bs/kg | 10.20 | 10.20 | 10.20 |
| Beneficio Bruto | Bs | 340.58 | 446.35 | 476.03 |
| Costo/Tratamiento Depreciable | Bs | 7.76 | 7.76 | 7.76 |
| Costo de sistema | Bs | 57.10 | 57.10 | 57.10 |
| Costos Variables | Bs | 64.86 | 64.86 | 64.86 |
| Costos Fijos | Bs | 114.72 | 114.72 | 114.72 |
| Beneficio Neto | Bs | 405.44 | 511.21 | 540.89 |
| Costo Total | Bs | 179.58 | 179.58 | 179.58 |
| Relación B/C | | 1.90 | 2.49 | 2.65 |

Beneficio Bruto = Producto Total * Precio Unitario

Costos Variables = Costo de tratamiento + Depreciación de estructura

Costos Fijos = Costos de Inversión del invernadero depreciado

Beneficio Neto = Beneficio Bruto * Costo Variable

Costo Total = Costo fijo de inversión del invernadero + (Costo de tratamiento + Depreciación de estructura del sistema)

Relación Beneficio/Costo = Beneficio Bruto/Costo Total de Operación

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

De acuerdo a los resultados obtenidos y la discusión de los mismos se llega a las siguientes conclusiones:

El sistema de cultivos verticales en sacos anudados con la producción de frutilla Variedad Pájaro, en un invernadero tipo Túnel en la Comunidad de Takachira es factible, ya que se logró obtener una buena cantidad de plantas en las diferentes anudaciones dentro el trabajo experimental.

La sobrevivencia de las plantas de frutilla bajo el sistema de anudaciones tuvo un alto porcentaje (68 %), donde fueron superiores los tratamientos tres anudaciones con 75.35 % y dos anudaciones con 70.03 %, frente al tratamiento sin anudar que obtuvo 57.63 %.

El tratamiento de 3 anudaciones obtuvo el mayor rendimiento con 7071.78 kg/ha, seguida del tratamiento dos anudaciones con 6629.08 kg/ha y último el tratamiento sin anudaciones con 5058.8 kg/ha.

El número de frutos en el sistema de anudaciones fue mayor en el sistema 3 anudaciones y 2 anudaciones con 4 frutos frente al tratamiento sin anudaciones que presento 3 frutos.

La longitud de fruto y el diámetro de fruto no tuvieron diferencias en lo que se refiere al sistema de anudaciones.

La altura de planta en anudaciones manifestó diferencias en el sistema de anudaciones, obteniéndose en los sistemas 3 y 2 anudaciones con 20.6 cm y 20.3 respectivamente, siendo mayores a la sin anudaciones que presento 16.7 cm.

Existe una relación alta y directa entre la Altura de planta y el rendimiento de frutilla ($r=0.64$); con un incremento por cada centímetro que aumenta en la altura de planta de 296.3 kg/ha de rendimiento.

El análisis económico estableció que el sistema sin anudación, dos anudaciones y tres anudaciones, presentaron utilidad económica, para obtener ganancias futuras.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- ALANDIA, G. Y., 2005; Evaluación de sustratos en la producción vertical de tres variedades de frutilla (*Fragaria* sp.). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 80 P.
- AREQUIPA, C. B., 2004; Efecto de cuatro tratamientos de vernalización en plantas de frutilla (*Fragaria* sp.) en invernadero comunidad Ocomisto, Achocalla, la Paz, Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 71 P.
- BERNAT, J. ANDRES - J. MARTINEZ; 1987; Invernaderos- Construcción- Manejo- Rentabilidad. Editorial Aedos. Barcelona-España Primera edición. Pp.139-140.
- CALZADA, J. 1983; Métodos Estadísticos para la Investigación Ed. Jurídica S.A. Cuarta Edición, Lima Perú Pp. 78-90.
- CORTEZ, Q. G., 2008; Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria* virginiana Duch) bajo niveles de fertilización Orgánica en sistema Walipini Provincia Murillo Ventila, La Paz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 95 P.
- FLORES, A. X., 2005; Comportamiento agronómico de la producción variedades de frutilla (*Fragaria* sp.) bajo fertilización Orgánica e inorgánica en ambiente atemperado. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 102 P.
- FRANCIOSI, R., 1974; Cultivo de Fresa en el Perú Dirección Servicio Técnico Subdirección de Información y Divulgación Informe No 30 Lima Perú Pp.12.
- GUAYGUA, P. M., 2003; Evaluación de tres sustratos en combinación con el polímero hidroabsorbente STOCKOSORB en producción vertical de frutilla (*Fragaria*

virginiana). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 83 P.

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA Y AGROPECUARIA (IBTA), 1994, Manual práctico para el cultivo de hortalizas de hoja en Invernadero Convenio-IBTA CIID CANADÁ Pp.23-29.

CYMMYT, 1988. Manual de Formulaciones de Recomendaciones a partir de datos agronómicos (CYMMYT), 1988; Mexico D.F. - Mexico Pp 79.

PEÑAFIEL R. M. W. 2009. Estadística Aplicada. Con ejemplos en Excel. Editorial Artes gráficas Flowers, La Paz Bolivia. Pp: 21-74.

RAÑA, J. ; 1980; El cultivo de Frutales (No publicada) IMPEX La Paz-Bolivia Pp.20.

SERRANO, C. 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernadero. Editorial Aedos. Barcelona-España. Primera Edición. Pp.181-190.

TANTANI, V. V, 1996, Estudio de Factibilidad Bioeconómica del Cultivo de la Frutilla (*Fragaria virginiana*) en la Localidad de Patacamaya. Universidad Mayor de San Andres (UMSA), Pp: 82.

TICONA, A. J, 2002, Producción de Frutilla (*Fragaria virginiana*) bajo el sistema de cultivo horizontal suspendido en carpa solar en la Provincia Loa Andes (Altiplano Norte de La Paz). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía UMSA La Paz – Bolivia 77 P.

ANEXOS

Anexo 1. Datos del trabajo de producción de frutilla.

| TRA | CSH | NPP | REN_T | NFPP | LF | DF | ALP |
|-----|-----|-----|--------|------|-----|-----|------|
| T1 | CH | 1.3 | 5137.2 | 4.3 | 3.2 | 2.5 | 19.1 |
| T1 | SH | 1.3 | 4257.6 | 3.6 | 2.9 | 2.4 | 19.3 |
| T2 | CH | 1.5 | 6378.6 | 4.3 | 3.3 | 2.5 | 20.7 |
| T2 | SH | 1.5 | 6445.1 | 4.2 | 3.0 | 2.6 | 20.7 |
| T3 | CH | 1.6 | 6277.6 | 4.7 | 3.0 | 2.3 | 21.2 |
| T3 | SH | 1.7 | 7243.8 | 5.1 | 3.1 | 2.5 | 21.6 |
| T1 | CH | 1.3 | 5208.9 | 3.5 | 2.9 | 2.4 | 16.4 |
| T1 | SH | 1.4 | 5505.3 | 4.2 | 3.0 | 2.4 | 15.9 |
| T2 | CH | 1.6 | 6937.0 | 5.1 | 3.0 | 2.5 | 19.7 |
| T2 | SH | 1.6 | 6892.2 | 5.0 | 2.8 | 2.3 | 19.5 |
| T3 | CH | 2.1 | 7455.7 | 5.9 | 2.7 | 2.3 | 20.1 |
| T3 | SH | 1.8 | 7184.3 | 5.5 | 2.9 | 2.5 | 20.1 |
| T1 | CH | 1.5 | 5537.6 | 4.1 | 2.6 | 2.2 | 15.0 |
| T1 | SH | 1.3 | 4706.2 | 3.1 | 2.8 | 2.6 | 14.6 |
| T2 | CH | 1.4 | 6184.8 | 4.3 | 2.8 | 2.4 | 20.5 |
| T2 | SH | 1.6 | 6936.8 | 5.5 | 2.8 | 2.4 | 20.4 |
| T3 | CH | 1.8 | 6602.1 | 4.6 | 2.8 | 2.3 | 20.1 |
| T3 | SH | 2.0 | 7667.2 | 6.0 | 2.7 | 2.4 | 20.3 |

TR = Tratamientos (anudaciones)

CSH = Con humus y sin humus

NPP = Numero de plantas

REN = Rendimientos

NFP = Número de frutos por planta

LF = Longitud de fruto

DF = Diámetro de fruto

ALP = Altura de planta

