

Optimización del recurso hídrico, con cultivo ecológico de especies hortícolas, en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete

CALDERÓN- Moisés†

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle Calvo N° 132, Sucre, Bolivia.

Recibido 7 de Febrero, 2014; Aceptado 4 de Agosto, 2014

Resumen

Teniendo en cuenta la escasez permanente del líquido elemental para la supervivencia de los seres vivos, es necesario ofrecer a los productores agrícolas paquetes tecnológicos que contribuyan de alguna manera en la optimización del uso del recurso hídrico, como también la maximización de la volumétrica espacio de la cubierta de plástico, en este sentido, el Mayor, la Universidad Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, a través de la Facultad de Ciencias Agrarias, el Sistema de Cultura presenta en envases de tipo horizontal "Espaldero", con resultados muy positivos, muy especialmente en todo lo que se refiere a la alta optimización de los recursos de agua, como también en la utilización ideal del espacio volumétrico del plástico Cover. For la forma trapezoidal que los contenedores de hierro presente, los intervalos de riego eran cada 10 días, el de los recursos hídricos está optimizando la presente, por otro lado la optimización del líquido elemental, también es eficaz, debido a la instalación del sistema de drenaje, para su posterior reciclado.

Fragaria, Caballete, Ecológica y Orgánica.

Abstract

Taking in it counts the permanent shortage of the elementary liquid for the survival of the living beings, it is necessary to offer to the agricultural producers technological packages that somehow contribute in the optimization of the use of the water resource, as also maximization of the volumetric space of the plastic cover, in this respect the Major, Royal University and Pontificia of San Francisco Xavier de Chuquisaca, through the Faculty of Agrarian Sciences, the System of Culture introduces in horizontal containers type "Espaldero", with very positive results, very specially in all that it refers to the high optimization of the water resource, as also on the ideal utilization of the volumetric space of the plastic cover. For the trapezoidal form that the containers of iron present, the intervals of irrigation were every 10 days, the water resource being optimized hereby, on the other hand the optimization of the elementary liquid, also it is effective, due to the installation of the drainage system, for his later recycling.

Fragaria, Easel, Ecological and Organic.

Citación: CALDERÓN- Moisés. Optimización del recurso hídrico, con cultivo ecológico de especies hortícolas, en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2014, 1-1: 45-76

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Entre los primeros cultivos que tuvieron las huertas y huertos americanos fueron la batata, calabazas, papa, pimienta, tomate, frutilla, mandioca y maíz, y también estuvieron presentes los frutales como el cultivo de tuna; todo esto nos hace ver que América desarrolló una agricultura pionera junto al continente asiático, por lo tanto Asia y América son los dos centros básicos en el origen de huertas y huertos en el mundo; debemos decir que la agricultura de los dos continentes fueron independientes y autónomos pero unidos por una misma raza humana con motivación agrícola, es decir, hubo interés o motivación hacia los trabajos agrícolas.

Los pobladores de raza asiática establecidos en América encontraron una realidad de la flora o realidad botánica distinta a la del viejo mundo y en este sentido coincidimos con algunos autores, que los que poblaron América no traían una cultura agrícola, simplemente traían una cultura nómada, es decir, los pobladores asiáticos en nuestro continente no fueron agricultores, solamente vinieron en busca de alimentos a través de la caza, la pesca y la recolección de frutos silvestres, pero es en América donde se despierta el interés sobre la realización de cultivos y ellos son los que sacaron las especies de su medio natural y las llevaron a cultivar.

Esto acredita milenios avallados por trabajos científicos en donde encontramos pautas cronológicas de algunas especies de hortalizas como la batata, y especies de zapallo, encontrándose material botánico que están entre los 8.000 a 4.000 años antes de Cristo.

La agricultura americana pensamos que surge al mismo tiempo o en tiempos similares que la asiática pero es distinta porque las condiciones fueron diferentes, especies vegetales que no fueron conocidas en el viejo mundo los americanos las cultivaban en sus predios, donde tuvieron que aprender desde el suelo y el clima más apto para el cultivo.

Entre una de las especies vegetales cultivadas por los agricultores americanos, se tiene la frutilla, que a un principio la cultivaban con fines netamente ornamentales, posteriormente pasa a ser un cultivo alimenticio y terapéutico.

Antecedentes

Desde el año 2005, con la iniciación de las ferias científica, promovidas por la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, se vienen innovando nuevas técnicas en el campo Agropecuario, creando de esta manera nuevos paquetes tecnológicos, para garantizar la provisión de diferentes productos agrícolas, de esta forma enfrentar las necesidades nutricionales de la población mundial.

Con el progreso de la agricultura se van extendiendo cada vez más los cultivos de las hortalizas en los campos muy especialmente la especie frutilla (**Fragaria spp**). Esta intensificación de los cultivos muestra un perfeccionamiento del arte agrícola, con gran ventaja para la riqueza de los pueblos.

En la actualidad, se está presentando, mayores riesgos de producción agrícola, muy principalmente por los cambios bruscos del factor climatológico, como ser:

Sequías prolongadas, lluvias torrenciales y mal distribuidas, granizadas, heladas vientos huracanados e insolaciones intensas, y a esto se pueden agregar la intensificación de la presencia de plagas y enfermedades, factores que en muchos casos causa pérdidas al 100% de la producción agrícola.

Cada día sucede con mayor frecuencia que, a fin de optimizar el recurso hídrico, optimizar el espacio volumétrico de una cubierta plástica y salvar los cultivos de los diferentes factores adversos a la producción y alcanzar de esta manera producciones adelantadas o tardías de más alta remuneración, de mejor calidad nutritiva y sanitaria, de particular aprecio comercial, el agricultor, debe recurrir a técnicas especiales y al empleo de equipo técnico también especial, para crear las condiciones climáticas favorables que necesita utilizar durante parte o todo el ciclo vegetativo de las hortalizas que quiere producir.

En este sentido y tomando en cuenta la convocatoria de la 6^{ta}. Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e Innovación “San Francisco Xavier 2010”, como también en función de los objetivos de nuestra Universidad, cual es la integración de la Universidad con el pueblo, es de suma prioridad, planificar, investigar e innovar nuevas tecnologías para la producción agrícola, de esta manera, efectivizar la enseñanza práctica a estudiantes del campo agropecuario y como también para realizar la transferencia tecnológica a los productores agropecuarios.

Planteamiento del Problema

La escasez permanente del elemento líquido vital, y un mercado cada vez más exigente en cuanto se refiere a la calidad tanto sanitaria como nutritiva para productos agrícolas, el cambio climático mundial, la superpoblación.

A esto se debe agregar la falta de una planificación agrícola como también la carencia de un estudio del mercado, y finalmente la no disponibilidad de nuevos paquetes tecnológicos adaptados a las zonas de producción agrícola.

Objetivos de la Investigación:

Objetivo General:

Crear, paquete tecnológico, para garantizar la optimización del recurso hídrico, la producción ecológica continua e intensiva de especies hortícolas, optimizar el espacio volumétrico de una cubierta plástica, de esta manera, crear más fuentes de trabajo, mejorar la alimentación cuanti y cualitativamente los ingresos económicos, generar en forma rápida y continua ingresos económicos, evitar la emigración poblacional y coadyuvar en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores del área rural y de la población periférica del área urbano.

Objetivos Específicos:

- Incentivar la producción ecológica, continua y permanente de especies agrícolas.
- Optimizar el recurso hídrico.
- Optimizar el espacio volumétrico de la cubierta plástica.
- Menguar los riesgos climatológica en la producción de especies hortícolas.
- Optimización de la superficie del terreno agrícola.
- Respetar el deterioro del medio ambiente.

Hipótesis:

El cultivo en mangas de polietileno, bajo el modelo Caballete, incorporado un sistema de riego por goteo Método “Anillar Moshé”, optimizará el recurso hídrico y permitirá una producción ecológica, continua e intensiva de especies hortícolas.

Importancia o Justificación:

La falta de fuentes de trabajo, como también la carencia de una planificación de la producción agropecuaria, muy especialmente en los países pobres como el nuestro, está ocasionando en forma alarmante: hambre, desnutrición y miseria, provocando de esta manera un alto porcentaje de morbi y mortalidad, como también está ocasionando una enorme migración de la población boliviana del área rural, hacia los centros de mayor población y exterior del país. Por otra parte, el uso y manejo irracional de los recursos naturales (agua-suelo y planta), está desequilibrando el medio ambiente mundial, provocando la disminución de los rendimientos de las diferentes especies agrícolas.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, es recomendable, ofrecer paquetes tecnológicos, apropiados para cada zona de producción, como materiales, equipos e insumos de fácil accesibilidad por parte de los productores, como también recomendar la aplicación de sistemas de cultivos, donde se garantice la producción ecológica, continua y permanente de productos agrícolas de alta calidad sanitaria y nutritiva.

Marco teórico

En el presente trabajo de investigación, se ha utilizado como material vegetativo, la especie frutilla (**Fragaria spp. vd Pájaro**).

Cultivándose en mangas de polietileno, utilizando un sistema de caballete, con un sistema de riego por goteo método “Anillar Moshé”, bajo una cubierta construida a base de láminas de frascos desechables, sobre un armazón de madera.

Cultivo de la frutilla (Fragaria spp).

La frutilla pertenece a la familia de las Rosáceas. Es una planta herbácea y estolonífera de bajo porte. La que se conoce en la actualidad es una planta que ha sido producto de cruzamientos de distintas especies de *Fragaria*. Dúchense, estudió la biología floral de la *Fragaria* y dio inicio a los cruzamientos entre *Fragaria chilensis* y *Fragaria virginiana*, las que dieron origen a *Fragaria x ananassa Duch*.

La planta de frutilla puede o no responder al fotoperíodo (horas-luz del día). La planta que responde al fotoperíodo son las llamadas de día corto y las que no responden son las llamadas plantas de día neutral o reflorescentes.

Las frutillas modernas del fruto grande, tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas a casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda (16)

Consideraciones generales de la frutilla

Tradicionalmente la frutilla, por su buen sabor, aroma y por sus propiedades vitamínicas (muy rica en vitamina C), se utiliza para el consumo fresco, se procesa para dulces y mermeladas e integra un número importante de productos como yogures, confituras y conservas.

Este cultivo manifiesta un potencial importante tanto productivo como comercial. Es destacable el comportamiento de algunas variedades dentro del grupo de las "reflorescentes" como Selva y Seascape. Estudios recientes sobre calidad de la fruta, muestran características organolépticas (sabor y aroma) muy destacables, en comparación con otras regiones.

Descripción botánica

La planta de fresón es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc., que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo.

En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%), en los primeros 25 cm.

El tallo, está constituido por un eje corto de forma cónica llamado "corona", en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estipulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas.

La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño.

La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio.

El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al "fruto" del fresón (17).

Características generales de la planta de frutilla (*Fragaria* spp).

Las hojas de las frutillas tienen tres folíolos de bordes aserrados y la parte inferior de las hojas es pubescente.

Están sostenidas por un pecíolo largo que las une a la corona, que forma el tallo de la planta y de ella se originan distintos tipos de yemas que generan hojas, flores y estolones. Las raíces están compuestas por una cabellera de raicillas que se desarrollan principalmente en los primeros 25 centímetros de suelo.

Las flores son blancas con cinco pétalos, de unos 2cm de diámetro, dispuestas en inflorescencias. La duración del día y la temperatura son factores que inciden directamente en la planta y la inducen a diferenciar sus fases vegetativa y reproductiva (19).

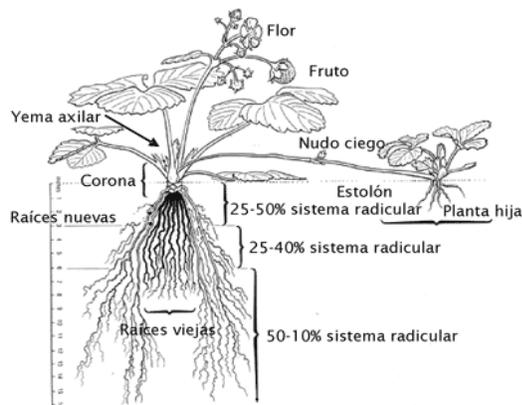


Figura 1 Características botánicas de la planta de frutilla (*Fragaria* spp)

Importancia económica y distribución geográfica

Actualmente en el mundo, *Fragaria x ananassa* es en la práctica la única especie del género *Fragaria* que es cultivada; sólo marginalmente se cultivan: *F. vesca*, *F. chiloensis*, *F. moschata* y *F. ovalis*. La frutilla posee un corto ciclo de desarrollo, una rápida entrada en producción y una alta inter-fertilidad entre especies del mismo género.

En la actualidad existen programas de mejoramiento genético de frutilla tanto públicos (66%) como privados (34%). Desde 1990 hasta la fecha, la generación anual de nuevas variedades en el mundo es de 29 variedades.

EUA, es el país que más variedades ha producido en los últimos 20 años, le siguen Francia, Canadá, Italia, Japón. El único país del Hemisferio Sur que ha desarrollado variedades es Australia. La mayor cantidad de variedades cultivadas en Chile proviene del programa de la Universidad de California en Davis, EUA.

El 95% de la producción mundial se concentra en el Hemisferio norte, siendo la especie tipo “berry” más extensamente cultivada.

Los grandes productores mundiales son EE.UU., México, España y Polonia, y los principales compradores son el mismo EE.UU., Canadá, China y Japón. Según un estudio de ODEPA (18).

Variedades

Las cuantiosas variedades cultivadas, derivan generalmente de las especies siguientes: ***Fragaria vesca***, *Fragaria alpina*, *Fragaria grandiflora*, *Fragaria daltoniana*, *Fragaria virginiana*, *Fragaria chiloensis* y otras especies tanto europeas como americanas (12).

Variedades de día corto

Su inducción floral ocurre cuando los días comienzan a acortarse y las temperaturas medias son moderadas (finales de verano a otoño). Pasan el invierno en reposo y producen concentradamente en primavera, generalmente en los meses de noviembre y diciembre. Algunas de las variedades más conocidas:

Pájaro, Chandler, Douglas, Oso Grande y Camarosa (18).

Variedades de día neutro

Su inducción floral ocurre independiente del fotoperíodo (número de horas de luz), las yemas son inducidas en forma permanente, sólo las altas o las bajas temperaturas afectan el fenómeno inductivo. En este tipo de variedades, la producción no es concentrada en primavera, si no que se prolonga desde la primavera hasta el otoño.

Alguna de las variedades más conocidas: Selva y Brighton, Fern, Sweet Charly.

Principales variedades cultivadas**Tioga**

Su adaptación es excelente. Es la de mayor distribución mundial. La producción anual depende mucho del manejo y época de siembra. Normalmente está entre 30 y 60 toneladas y entre el 50 y 60% de la fruta cumple las normas de exportación. Es una variedad un poco tardía ya que alcanza la máxima producción a los siete meses si la planta es importada; si es nacional, su máxima producción es a los cuatro meses. El tamaño del fruto es grande. Los primeros frutos tienen un tamaño de 12-14 gramos. El tamaño promedio para Costa Rica es 8-10 gramos. La fruta es muy sólida y resiste bien el transporte.

Douglas

Su adaptación al país es muy buena. Es una selección de Tioga Turf con gran aceptación en el mercado. La producción anual está entre 30 y 50 toneladas. Con buen manejo y época de siembra adecuada, la producción puede aumentar considerablemente. Entre 60 a 70% de la fruta, cumple con las normas de exportación si recibe un buen manejo. En cuanto a precocidad es más temprana que Tioga; su producción máxima se adelanta quince días en relación a la Tioga.

El tamaño del fruto es muy grande. Los primeros frutos son de 20 gramos ó más. El peso promedio está entre 14 y 16 gramos. El fruto, a pesar de su tamaño resiste muy bien el manejo y transporte.

La Planta de día corto y de color muy claro, por lo cual tiende a confundirse con alguna deficiencia o enfermedad. Presenta una segunda flor después de 20 días de la primera. Tiene una elevada capacidad para producir coronas. Es muy precoz.

El fruto es regular, mejor aspecto cuando se cultiva bajo plástico. Es firme y se adapta bien al transporte.

Puede alcanzar altos niveles de producción, se desprende con bastante facilidad del cáliz. Se puede usar en plantaciones de verano o en plantaciones de invierno, pero si se hace en invierno, la producción empieza más temprano, y si hay peligro de heladas en la zona o exceso de humedad habrá mucha pérdida de fruta por lo que es recomendable su plantación en verano (18).

Chandler

Variedad de la Universidad de California. Es una planta semi-erecta de día Corto, de tamaño medio, hojas de color verde pálido. Posee buena capacidad para producir coronas. Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafoclimáticas y tiene un alto potencial de producción. El fruto tiene buen tamaño, es firme, buen sabor y color rojo por dentro. En determinadas condiciones climáticas la maduración es incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse. con mejor resultado en plantaciones de Verano, aunque si se planta en Otoño temprano, en lugares costeros de temperaturas tibias en Invierno, se comporta muy bien.

Muy cotizada por la agroindustria por sus cualidades organolépticas, con buen equilibrio azúcar –acidez, es por ello que esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado.

La frutilla Variedad Chandler, puede usarse en plantaciones de invierno y verano, esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado y mermeladas. Su foto período es de día corto.

Por las características mencionadas, y por el comportamiento en anteriores trabajos de investigación realizados en el sistema semi-aeropónico, en el presente trabajo se ha preferido utilizar como material vegetativo la variedad Chandler (18).

Es una planta semirrecta, presenta una buena capacidad para producir coronas. Las hojas son grandes y de un color ligeramente más claro que otras variedades.

Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafo- climatólogicas y tiene un alto potencial de producción (9).

El fruto tiene buen tamaño, es firme, cuneiforme, buen sabor y color rojo por dentro, no tan regular como pájaro, en determinadas condiciones climáticas se presenta una maduración incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse (8).

Su adaptación es muy buena. Es una selección de Douglas. Ha dado buenos resultados a diferentes altitudes, desde los 1300 hasta 2000 m.s.n.m.

La producción anual está entre 30 y 50 toneladas. Con buen manejo y época de siembra adecuada la producción puede aumentar considerablemente. Entre 70 y 80% de la fruta cumple con las normas de exportación.

Su precocidad es similar a Tioga pero un poco más tardía que Douglas. El tamaño del fruto es muy grande. Los primeros frutos son de 20 gramos ó más. El peso promedio está entre 14 y 16 gramos. El fruto es muy resistente, con más fuerza que Tioga y Douglas.

Selva

Su adaptación es muy buena. Por sus características de diámetro produce bien a diferentes altitudes. Es muy precoz. La planta importada se adelanta hasta sesenta días a las variedades de día corto. El tamaño del fruto es grande. El peso promedio es de 12 a 14 gramos. Este fruto es más resistente que Chandler. Entre 70-80% de su fruta, califica para exportación (15).

La planta de día neutro vegetación vigorosa y muy densa. Se adapta bien a suelos de poca fertilidad pero es sensible a Botrytis, Oidio y Viruela, también es atacada con facilidad por la arañita roja. Es muy productiva necesita frío antes de la plantación (1000 horas a 7 °C). El fruto es, alargado y regular, de buena presentación, color rojo brillante y no se oscurece. Buen tamaño y muy firme, no tiene muy buen sabor, es poco jugosa y muy dura al final de la temporada. Puede plantarse en verano, pero da mejores resultados en plantaciones de invierno. Muy buena variedad para producciones más tardías. Los resultados son muy dependientes del manejo.

Camarosa

Variedad de la Universidad de California, de Día Corto. Fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza, muy vigorosa, de hoja de color verde claro, de forma piramidal, larga, muy regular en toda la temporada, con un promedio de peso superior a los 26 grs., esto ayuda a que la cosecha sea más fácil, rápida y por consecuencia con menor costo.

Muy cotizada por los comercializadores pudiendo ser enviada a diferentes lugares con buena duración de poscosecha.

Hábito de crecimiento similar a Chandler, con mayor desarrollo se recomienda una densidad de plantación de 6 plantas/m². Presenta una asombrosa productividad, precocidad, calidad y adaptación a las condiciones agro climáticas de la mayoría de zonas frutilleras en el mundo, requiere de una licencia para su multiplicación y los productores deben pagar un Royalty. Es sensible a enfermedades fungosas como "Oidio", en especial en climas lluviosos y calurosos, por lo que hay que prestar atención a prevenir con aplicaciones de pesticidas a tiempo, y plantar a mayor distancia. Se puede plantar en otoño y verano, respondiendo con una producción temprana dependiendo del clima (18).

Se recomienda preparar muy bien el suelo, debe quedar suelto, para permitir buena aireación radicular, en esto es más exigente que otras variedades. Se obtienen rendimientos superiores a 1 Kg. por planta, lo que unido a la calidad de su fruto, la hacen una de las más solicitadas para la venta en fresco y para la agroindustria. Camarosa con altas temperaturas deja de producir, no así Aromas y Diamante.

En muchas zonas productoras de frutilla, la variedad californiana **Camarosa**, ha desplazado totalmente a las europeas, ocupando un 98 % de la superficie dedicada a la frutilla, y todo ello gracias a su mayor productividad, precocidad, calidad y adaptación a las condiciones agro climáticas. Ésta es una variedad de día corto, originada en la Universidad de California, que requiere de licencia para su multiplicación y los productores tienen que pagar un Royalty. Presenta un fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza. Se recomienda una densidad de plantación de 5 plantas/m².

El 2 % restante, se reparte entre las variedades de día corto Tudla, Oso Grande, CartunoyCarisma.

Oso Grande

Variedad californiana, cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. De color rojo anaranjado, forma de cuña achatada, con tendencia a aparecer bilobulado, calibre grueso y buen sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro. En zonas cálidas bajo protección de plástico, se recomienda trasplantar con plantas producidas en viveros de altitud durante octubre para la producción a finales de invierno. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente a principios de primavera. Se aconseja una densidad de plantación de 6-7 plantas/m², colocadas en caballones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas.

Pájaro

Planta de día corto, de poco desarrollo, sensible a Viruela, Phytophthora, Botrytis y Oidio, es de regular capacidad para producir coronas.

No es muy productiva. El fruto se destaca por su calidad, es firme, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional.

Recomendada especialmente para plantaciones de verano en zonas de inviernos fríos. En la costa se la puede plantar en Abril o Mayo, se adapta bien a plantaciones de alta densidad y presenta buena polinización (18).

Fern

Planta de día neutro, poco vigorosa. Es una variedad de tipo remontante, con buen rendimiento si las condiciones de manejo son las adecuadas y tiene producción continua. Bajo requerimiento de frío pero es sensible a las altas temperaturas en verano. El fruto es alargado y muy irregular, rojo brillante pero con tendencia al oscurecimiento. De tamaño medio y no muy firme. Buen sabor. Variedad exigente en fertilidad del suelo y se adapta a diferentes épocas de plantación (18).

Desde un punto de vista agronómico; los cultivares de frutilla, se pueden clasificar en tres grupos: reflorescientes o de día largo, no reflorescientes o de día corto, y remontantes o de día neutro. La floración en los dos primeros casos se induce por un determinado foto período, mientras que este factor no interviene en el tercero. En cualquier caso, no sólo influye el foto periodo, sino las temperaturas u horas de frío que soporta la planta.

Se conocen en el mundo más de 1.000 variedades de frutilla, fruto de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie.

Tudla

Se caracteriza por su buena aptitud para el transporte, así como su resistencia a la clorosis férrica, por lo que resulta muy útil en las pequeñas áreas de la zona oeste en las que se presentan problemas locales de aguas salinas. La planta es vigorosa, de follaje erecto, producción precoz, frutos grandes, aromáticos, alargados, de color rojo intenso, tanto externa como internamente.

Su productividad es elevada y se adapta bien tanto a la plantación con planta fresca en zonas cálidas, como a la plantación con planta frigo-conservada en zonas de invierno frío.

Cartujo

Fruto de forma cónica perfecta, con calibre uniforme, color rojo brillante, sabor azucarado, ligeramente más precoz que Oso Grande, con curva de producción homogénea durante toda la campaña. Bien adaptado a plantaciones de otoño y de verano. Resistente a la clorosis férrica. La planta es vigorosa, de follaje importante, con flores destacadas del mismo.

Carisma

Variedad muy vigorosa y rústica, capaz de adaptarse a todo tipo de suelos y climas, precoz y muy productiva. El fruto es de forma cónica, a veces acostillada, de gran tamaño y color rojo suave. Se recomienda para plantación en otoño como planta fresca y en verano como planta frigo-conservada (18).

Propagación

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla.

Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura. Si se utilizan las coronas, se arrancan plantas de 6 meses o más y se dividen en secciones.

De una sola planta se puede obtener entre 5 y 6 plantas hijas y se debe procurar que cada sección tenga sus propias raíces. La forma más corriente de propagar este cultivo es por medio de estolones.

Utilizando este sistema, con un buen material como planta madre y sembrando en la época adecuada, de una sola planta se pueden obtener hasta 100 plantas hijas. La fresa normalmente se propaga por estolones, obtenidos de plantas madres importadas de Estados Unidos que han estado sometidas a largos períodos de frigoconservación, característica que estimula un gran crecimiento vegetativo cuando son llevadas al campo. Si esto se combina con alta temperatura y luminosidad y se siembra en zonas más bajas que las utilizadas para la producción de fruta, el resultado es una mayor proliferación de estolones en menor tiempo.

Lo más recomendable es importar las plantas madres entre enero y febrero, después de que hayan estado por lo menos 2 meses en frigoconservación, y sembrarlas en altitudes menores a 1.500 m.s.n.m., para obtener las plantas hijas en los meses de junio a agosto, que sembradas inmediatamente, empiezan a producir en diciembre del mismo año.

Lo anterior quiere decir que lo recomendable es establecer en lugares a distinta altitud la producción de estolones y la de fruta (13).

División de coronas

No es muy utilizado ya que se emplea en variedades que no estolonizan o estolonizan escasamente, pero que generalmente producen coronas secundarias.

Es posible utilizar plantas madres de más de un año de edad. Cuando se han enraizado las coronas secundarias dan origen a nuevos hijuelos bien formados con buenas raíces que se utilizarán en la nueva plantación.

Estolones

Es el método más empleado, consiste en que las plantas madres emitan estolones que enraícen originando plantas hijas, las plantas madres se colocan a distancias de 1,5 a 2 metros entre filas y 0,80 metros entre plantas, a medida que los estolones avanzan es necesario peinarlos con un rastrillo para permitir que todos enraícen al mismo lado de las filas para facilitar las labores de cultivo. Una planta madre puede dar 50 hijas útiles, se recomienda con este método dar un máximo desarrollo a las plantas madres para estimular la formación de un mayor número de estolones.

Micro-propagación

La propagación in-vitro, está sustituyendo a los otros métodos, puesto que las plantas son producidas en laboratorios, bajo condiciones especiales, de tal manera que reúnen las mejores condiciones de sanidad, vigor y características genéticas similares a las plantas madres (18).

Sistema de Cultivo de la frutilla

Las plantaciones de frutilla, se efectúan de diferentes formas, sistemas y métodos según el medio ambiente y el tipo de suelo, destino de la producción, tamaño de la explotación y grado de mecanización (2).

Sistema ornamental

Bordalesas o tinajas con orificios laterales, pirámides con base poligonal o circular, espalderas. De los sistemas anotados, en el Ecuador las empresas productoras están usando el de cobertura de suelo con plástico negro o transparente.

A esta metodología se la conoce como el “método Americano” o “Mulch” y consiste en formar plataformas elevadas a 0,15m del suelo, de 0,90 a 1,0m de ancho, separadas por caminos de circulación del mismo ancho.

Cuando se emplea plástico transparente, primeramente se planta en doble fila sobre las platabandas, o en cualquier otro método, luego manualmente o mecánicamente se coloca la lámina de plástica en la cual se hallan orificios trazados convenientemente por donde se hacen pasar las plantitas.

Si se trata de plástico negro, primeramente se extiende la lámina y luego se hacen los orificios con herramientas adecuadas para proceder a la siembra de las plantas. En todos los casos la lámina debe estar bien estirada, sin depresiones, para evitar la acumulación de agua de lluvia, que puede provocar la pudrición del fruto. La Plantación se la realiza en platabandas o camellones que pueden ser de diferentes anchos, dependiendo del tipo de riego a emplear, pueden llevar uno o dos o cuatro hileras sobre ellas. Se preparan con un suelo que tenga buena humedad.

Después de hacer los surcos se recomienda pasar un rodillo para deshacer los terrones y dar la firmeza necesaria para que no se desmoronen (9).

Sistema de cultivo en contenedores verticales de PVC

Innovado en la República Árabe de Egipto e implementado y mejorado, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca-Bolivia.

Este sistema de cultivo, es una unidad productiva transportable que consiste en la disposición de plantas sobre tubos verticales de PVC, en diferentes niveles, muy recomendable para especies hortícolas como:

Frutilla, tomillo, orégano, salvia, espinaca, etc. Es una Técnica de cultivo semi-aeropónico (plantas no están en contacto con la superficie de la tierra (3).

Sistema de cultivo en columnas de bandeja de plástico tipo “Columnar Moshé”

Innovado en la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Mayor, Real Y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca-Bolivia. Consiste en la disposición de plantas en 6 bandejas de plástico, superpuestas unas con otras, recomendable para especies hortícolas como la lechuga, albahaca, frutilla, escarola, perejil, tomillo, orégano, salvia, espinaca, berro, etc.

Con este sistema de cultivo, se optimiza el recurso hídrico, como también el espacio volumétrico de la cubierta plástica (4).

Sistema de cultivo en contenedores horizontales de PVC Tipo espaldero Moshé”

Sistema de cultivo, innovado y ejecutado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca-Sucre.

En esta técnica, la posición de la plantas está en tubos de PVC, dispuestos horizontalmente en cuatro niveles superpuestos (estructura espaldera). Recomendable para el cultivo de frutilla (**Fragaria spp**). El sistema de riego y drenaje está incorporado en la batería de producción (5).

Sistema de cultivo en contenedores horizontales, con armazón de fierro y mangas de polietileno tipo “Espaldero Moshé”

Innovado y presentado en la 2^{da} Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e innovación “San Francisco Xavier 2006”. Tomando en cuenta la escasez permanente del líquido elemental para la supervivencia de los seres vivos, es necesario ofertar a los productores agrícolas paquetes tecnológicos que de alguna manera aporten en la optimización del uso del recurso hídrico, como también maximización del espacio volumétrico de la cubierta plástica, en este sentido la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por intermedio de la Facultad de Ciencias Agrarias, innova el Sistema de Cultivo en contenedores horizontales tipo “Espaldero”, donde las plantas de las especies hortícolas están situadas en contenedores horizontales, en cuatro niveles, obteniéndose de esta manera rendimiento muy altos por superficie de cubierta plástica, este sistema de cultivo, es muy recomendable para las especies: frutilla, lechuga, escarola, orégano, salvia, espinaca, etc. (6).

Sistema de cultivo en mangas de polietileno

Sistema de cultivo, presentado en la 3^{ra} Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e innovación “San Francisco Xavier 2007”.

En forma permanente cuando se trata de cultivos a campo abierto, generalmente se presenta contaminación de plagas y enfermedades por el contacto directo de los frutos con la superficie de la tierra, como también por el sistema de riego aplicado.

En este sentido, el sistema de cultivo en mangas de polietileno, los frutos quedan sobre la superficie de la tierra, obteniéndose de esta manera frutos de alta calidad sanitaria (7).

Época de siembra

Cuando se dispone de facilidades de riego, las siembras pueden efectuarse durante todo el año, sin embargo las épocas se determinan de acuerdo a los requerimientos del mercado, tratando de programar, la superficie de siembra, el periodo de mayor cosecha tanto para atender al mercado en fresco y en congelado y desde luego la capacidad de manejo de las plantas de recepción y procesamiento de la fruta.

Plantaciones de verano: Se efectúa desde diciembre hasta principios de marzo dependiendo de la variedad. Como esta plantación se hace en pleno verano con plantas que han permanecido por seis meses en frigorífico, se debe mantener una muy buena humedad mediante riegos continuos y superficiales, de preferencia por aspersión, para lograr un buen establecimiento.

Las primeras flores aparecen a los siete u ocho semanas después de la plantación, pero conviene estimular estas flores para estimular el crecimiento de las plantas. La segunda floración que empieza en agosto o septiembre, dependiendo de la localidad en que se explota comercialmente. Plantaciones de Invierno: Aunque se planta entre abril y mayo se denomina de invierno porque las plantas crecen en esta estación. Recomendado para las zonas costeras con clima suave, libre de heladas, las plantas deben provenir de viveros donde las bajas temperaturas ocurren temprano y las plantas entran en receso antes. El éxito de esta plantación depende del desarrollo de las plantas en los días cortos de invierno: mayo, junio y julio.

Si se logra el crecimiento de un buen número de hojas en esos meses, hay mayores posibilidades de alta producción en los meses de septiembre-octubre.

En este sistema se explota en forma comercial la primera floración que se produce a los dos meses de establecido el frutillar, por lo que es muy importante que la zona a plantar esté libre de heladas. La fruta que se produce en este tipo de plantación es más precoz y de gran calidad principalmente porque se produce en plantas jóvenes y aún cuando el rendimiento es menor se obtendrán buenos precios.

Métodos de trasplante

Cuando se tiene las plantas de los viveros, se las transporta al sitio definitivo para ser trasplantadas mediante dos métodos de siembra: a raíz desnuda o con pequeños panes de tierra; se los coloca en los orificios de la cubierta plástica, de tal forma que queden cubiertas hasta el cuello de la raíz. Cuando la corona queda suelta o muy superficial, las primeras hojas se presentarán encrespadas y amarillas, síntomas que pueden ser confundidos con ataques de virus.

Las plantas deben haber cumplido de 8 a 12 semanas de edad, es decir deben estar en el mejor estado para soportar las condiciones adversas en el campo. No debe plantarse el mismo terreno nuevamente con frutillas a menos que se fumigue (18).

Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro.

Esta hojarasca retiene humedad que facilita el ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación de plaguicidas, por lo que es necesario eliminarla mediante un apoda de limpieza.

La poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta (15).

Exigencias agro-climáticas

Clima

La fresa es un cultivo que se adapta muy bien a muchos tipos de climas. Su parte vegetativa es altamente resistente a heladas, llegando a soportar temperaturas de hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque los órganos florales quedan destruidos con valores algo inferiores a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Al mismo tiempo son capaces de sobrevivir a temperaturas estivales de $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los valores óptimos para una fructificación adecuada, se sitúan en torno a los $15\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ de media anual. Temperaturas por debajo de $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por frío, en tanto que un tiempo muy caluroso puede originar una maduración y coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización.

La pluviometría mínima requerida en secano se sitúa en torno a los 600 mm, en regadío es necesario aportar en nuestras latitudes del orden de 2000 mm durante el ciclo del cultivo otoñal (17).

Aunque la frutilla por su centro de origen prefiere climas frescos, se adapta a los ambientes más diversos, desde los sub-árticos y sub-tropicales a las zonas cálidas desérticas y desde el nivel del mar a las elevadas latitudes del continente americano (18).

Temperatura

Se cultiva en zonas desde 1.200 hasta 2.500 m.s.n.m. La temperatura óptima para el cultivo es de 15 a 20 °C en el día y de 15 a 16 °C en la noche, temperaturas por debajo de 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un clima muy caluroso puede originar una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización (23).

Humedad

La humedad relativa más o menos adecuadas 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 (23). La planta de fresa es termo y foto periódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. Por eso en Costa Rica, aun cuando se le puede ver creciendo desde 600 m o menos, la zona apta para producción de fruta se ubica entre los 1.300 y 2.000 m. En condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta, es la temperatura óptima que en promedio de 14 °C, pero se adapta bien entre los 10 y 20 °C. (17).

Viento

Si la presencia de vientos es significativa se puede contrarrestar su acción plantando cortinas o rompevientos de unas 2 ó 3 hileras de especies forestales de comprobada adaptación a los suelos y clima en que se cultiva frutilla (1).

Pluviometría

La frutilla es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta.

Se considera un consumo hídrico de 400 - 600 mm anuales posee la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30-40 cm de profundidad (19).

La frutilla, es un cultivo muy exigente al recurso hídrico, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta (9).

Se considera que un fresal tiene un consumo hídrico de 400 – 600mm anuales,

Cifra muy semejante a la de un cultivo de melón que extrae agua de una capa del suelo de unos 100cm de espesor, mientras que la frutilla tiene la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30 – 40cm de profundidad (23).

Requerimiento de suelo

La frutilla se adapta a suelos de diversas características, pero se desarrolla en forma óptima en aquellos con textura franco-arenosa o areno-arcillosa. En el caso de suelos arenosos se debe disponer de la humedad suficiente.

El pH óptimo es de 6.5 a 7.5, aunque en suelos con pH de 5.5 a 6.5, no presenta problemas. Idealmente, el suelo debe tener altos niveles de materia orgánica entre 2 y 3%. Se deben evitar los suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1mmhos/cm, ya que, niveles superiores pueden originar disminución en la producción.

Además, es muy sensible a la presencia de cal (carbonato de calcio), sobre todo a niveles superiores al 6%, desarrollando una clorosis consecuente (14).

Es muy difícil e incorrecto entregar una fórmula de fertilización de un frutillar, sin embargo distintas investigaciones han evidenciado que la proporción de N:P:K que requiere un frutillar es 1:0,8:1,8. En general las dosis de fertilizantes sugeridas para las distintas situaciones son: 150-250 Kg N/ha, 90-180 Kg P₂O₅/ha y 270-400 kg K₂O/ha. El N en exceso es altamente tóxico en frutilla, por lo cual se debe evitar aplicar más de 30 Kg/ha por aplicación (18).

El equilibrio químico de los elementos nutritivos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos. La granulometría óptima del suelo para cultivos de frutilla aproximadamente es 50% de arena silícea, 20% de arcilla, 15% de calizas, 5% de materia orgánica (1).

Las características fisicoquímicas son: pH de 5,5 a 6,5. Niveles de materia orgánica de entre 2 y 3%, la relación carbono-nitrógeno (C/N) óptimo es 10, con ello se asegura una buena evolución de la materia orgánica aplicada al suelo, así mismo se deben evitar los suelos salinos con concentraciones de sales que originan conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1mmhos/cm., puede empezar a originar disminución en la producción de la frutilla. Además, la frutilla es muy sensible a la presencia de caliza activa, sobre todo a niveles superiores al 6%, valores superiores provocan el bloqueo del hierro y la clorosis consecuente (9).

La influencia del suelo, su estructura física y contenido químico es una de las bases para el desarrollo del fresón. Éste prefiere suelos equilibrados, ricos en materia orgánica, aireados, bien drenados, pero con cierta capacidad de retención de agua. El equilibrio químico de los elementos nutritivos se considera más favorable que una riqueza elevada de los mismos. Niveles bajos de patógenos son igualmente indispensables para el cultivo. La granulometría óptima de un suelo para el cultivo del fresón aproximadamente es:

- 50% de arena silícea
- 20% de arcilla
- 15% de calizas
- 5% de materia orgánica

En definitiva, un suelo catalogado como arenoso o franco-arenoso y homogéneamente profundo se acercaría al ideal para nuestro cultivo.

En cuanto a las características físico-químicas que debe reunir el suelo de un fresal se tiene:

pH: la fresa soporta bien valores entre 6 y 7.

Situándose el óptimo en torno a 6,5 e incluso menor. Materia orgánica: serían deseables niveles del 2 al 3% C/N: 10 se considera un valor adecuado para la relación carbono/nitrógeno, con ello se asegura una buena evolución de la materia orgánica aplicada al suelo.

Sales totales: hemos de evitar suelos salinos, con concentraciones de sales que originen Conductividad Eléctrica en extracto saturado superiores a 1mmhos.cm puede empezar a registrarse disminución en la producción de fruta.

Caliza activa: el fresón es muy sensible a la presencia de caliza activa, sobre todo a niveles superiores al 5%. Valores superiores provocan el bloqueo del Hierro y la clorosis consecuente (17).

Como la planta de fresa tiene un sistema radical que en un 80% ó más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje.

Los suelos volcánicos con buen contenido de materia orgánica, típicos de las partes altas del Valle Central, se comportan en buena forma para este cultivo. En pH debe estar entre 5,5 a 6,5 y el suelo debe tener buena fertilidad (15).

Abonado

El fresón, es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m², que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrará con las labores de preparación del suelo.

En caso de cultivarse en suelos excesivamente calizos, es recomendable un aporte adicional de turba de naturaleza ácida a razón de unos 2 kg/m², que se mezclará en la capa superficial del suelo con una labor de fresadora. Se deben evitar los abonos orgánicos muy fuertes como la gallinaza, la palomina, etc.

Como abonado de fondo se pueden aportar alrededor de 100 g/m² de abono complejo 15-15-15.

En riego por gravedad, el abonado de cobertera puede realizarse de la siguiente forma: al comienzo de la floración, cada tercer riego se abona con una mezcla de 15 g/m² de sulfato amónico y 10 g/m² de sulfato potásico, o bien, con 15 g/m² de nitrato potásico, añadiendo en cada una de estas aplicaciones 5 cc/m² de ácido fosfórico. De este modo, las aplicaciones de N-P-K serán las siguientes:

- 20 g/m² de nitrógeno (N).
- 10 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).
- 15 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Posteriormente, aproximadamente 15 días antes de la recolección, debe interrumpirse el abonado.

En fertigración, el aporte de abonos puede seguir la siguiente programación:

- Aplicar en abonado de fondo unos 100 g/m² de abono complejo 15-15-15.
- Regar abundantemente en la plantación.
- A continuación y hasta el inicio de la floración, regar tres veces por semana, aportando las siguientes cantidades de abono en cada riego:
 - 0,25 g/m² de nitrógeno (N).

0,20 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

0,15 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

0,10 g/m² de óxido de magnesio (MgO), en caso necesario.

- A partir de la floración y hasta el final de la recolección, regar diariamente, abonando tres veces por semana con las siguientes cantidades:
0,30 g/m² de nitrógeno (N).
0,30 g/m² de óxido de potasa (K₂O).

Dos veces por semana se aportará fósforo, a razón de 0,25 g/m² de anhídrido fosfórico (P₂O₅).

En caso de escasez de magnesio en el suelo, aplicar una vez por semana 0,10 g/m² de óxido de magnesio (14).

Como en cualquier cultivo la fertilización adecuada asegura más y mejores rendimientos. En el caso de la frutilla se debe prestar atención al uso de nitrógeno, dado que el exceso de éste además de provocar necrosado de las hojas del cultivo, lo que hace a este susceptible a enfermedades, principalmente Botritis (*Botrytis cinerea*) (15).

Es muy difícil e incorrecto entregar una fórmula de fertilización de un frutillar, sin embargo distintas investigaciones han evidenciado que la proporción de N:P:K que requiere un frutillar es 1:0,8:1,8.

En general las dosis de fertilizantes sugeridas para las distintas situaciones son: 150-250 Kg N/ha, 90-180 Kg P₂O₅/ha y 270-400 kg K₂O/ha. El N en exceso es altamente tóxico en frutilla, por lo cual se debe evitar aplicar más de 30 Kg/ha por aplicación (18).

Requerimiento Hídrico

La fresa es un cultivo muy exigente tanto en las cantidades de agua, muy repartidas y suficientes a lo largo del cultivo, como en la calidad que presente ésta. El cultivo se resiente, disminuyendo su rendimiento, con concentraciones de sales en el agua superiores a 0,8 mmhos. cm.

En un año de climatología normal, esto es, con pluviométrica del orden de 500 ó 600 mm y en suelos francos, se estima que son necesarios aplicar unos 350 mm desde Noviembre hasta Junio, repartidos en un centenar de riegos.

El uso de goteros quedó desde el principio relegado por las cintas perforadas o de exudación. Estas, a pesar de su menor duración, permiten controlar mejor los riegos, distribuyen el agua más uniformemente a lo largo de la línea, creando un bulbo húmedo más continuo, al tiempo que resultan más económicas que los goteros (17).

Se ha estimado que la necesidad de aporte de agua es entre 4.000 a 9.000 m³/ha durante todo el ciclo de cultivo. En la plantación de verano, el riego debe funcionar antes de la plantación y de la colocación del acolchado de plástico; si el clima es muy cálido se aconseja regar incluso dos veces al día, después que las plantas han arraigado se disminuye la frecuencia a 2-3 veces por semana.

Es más importante una alta frecuencia de riego que regar con grandes volúmenes de agua. Se pueden usar distintos métodos de riego, pero el más adecuado es el sistema localizado a través de cintas perforadas.

Esta cinta tiene una duración de 1-2 años, se coloca al centro de la platabanda y requiere de baja presión de riego 0,3-0,5 Atmósferas (18).

Los factores a tener en cuenta al momento de regar el cultivo son: suelo, clima, estado del cultivo y el sistema de producción. Para saber cuánto regar se requiere tener información sobre cultivo y clima.

El riego es un actor fundamental en la producción de fresas. En las principales zonas de producción, se dan dos épocas muy bien marcadas: la seca, de diciembre a abril, y la lluviosa de mayo a noviembre. La principal cosecha se inicia en noviembre o diciembre y la planta se mantiene en producción durante toda la época seca; por eso para aprovecharla es determinante contar con un adecuado sistema de riego. Debido al uso de coberturas de suelo, sólo se utilizan los sistemas de riego por aspersión o por goteo. Cuando es por aspersión, se prefieren aspersores pequeños y de gota fina para no afectar la floración. El sistema de riego por goteo que ha dado mejores resultados es el de manguera tipo "by wall" con doble pared y con salidas de agua cada 25 cm. Con este sistema basta una sola manguera por cada era de 70 cm de ancho.

Fertigación

El sistema radicular de la frutilla se desarrolla principalmente en los primeros 0,30 m del suelo, por lo que hay que cuidar la humedad en la zona de raíces.

Los momentos críticos de este cultivo son: inmediatamente después del transplante; en la formación de botones florales; y durante la floración y fructificación.

El requerimiento de agua durante la cosecha oscila entre los 20 y 25 mm por semana. En caso de utilizar fertigación el mismo no debe superar 1 dS/m de conductividad eléctrica del agua de riego, para evitar disminución de rendimiento (15).

Plagas y enfermedades

Arañita roja *Tetranychus urticae*

La araña roja se presenta en cualquier momento, aunque su daño es más severo durante la época seca. Las hojas toman un color bronceado y la planta no crece. En el envés de las hojas afectadas se pueden encontrar arañitas muy pequeñas que se mueven. El daño aparece primero en las hojas viejas. El combate se debe hacer con los productos acaricidas adecuados y sobre todo bien aplicados, ya que frecuentemente, se convierte en un problema muy serio porque no se hacen las aplicaciones en forma correcta. Debe mojarse muy bien la planta afectada, sobre todo por el envés de las hojas. Cuando las plantas están en cosecha, los productos recomendados son: el dicofol (Kelthane) y el propargite (Omite). Si no hay fruta pueden usarse otros como el oxtioquinox (Morestan) en la dosis indicada en la etiqueta.

Thrips (*Frankliniella occidentalis*).

Dañan con su estilete las flores y los frutos, llegando a deformarlos como reacción a su saliva tóxica. Debe prevenirse su ataque atendiendo al número de formas móviles por flor, suelen aparecer con tiempo seco, aumentando su población con la elevación de las temperaturas.

Se conocen efectivos depredadores naturales de Thrips, como **son *Orius sp.* y *Aléothrips intermedius*.**

Oidio (*Oidium fragariae*).

Se manifiesta como una pelusa blanquecina sobre ambas caras de la hoja. Prefiere las temperaturas elevadas, de 20 a 25 °C, y el tiempo soleado, deteniendo su ataque en condiciones de lluvia prolongada. Persiste durante el invierno en estructuras resistentes como peritecas.

Mancha púrpura (*Mycosphaerella fragariae*).

Aparece como una mancha circular de 2 a 3 mm de diámetro sobre la hoja. Se dispersa por medio de ascosporas y de esporas, con temperaturas suaves y alta humedad relativa.

Hongos del suelo

Son varios los hongos que afectan a la planta desde su sistema radical o zona cortical del cuello, entre éstos se tiene *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Pythium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. y *Penicillium* sp.

En caso de no practicarse una fumigación previa al suelo, el cultivo se expone en gran medida al ataque de estos hongos parásitos, pudiendo llegar a ser dramáticas las consecuencias.

Bacterias (*Xanthomonas fragariae*)

Ataca principalmente a la hoja, dando lugar a manchas aceitosas que se van uniendo y progresando a zonas necróticas.

Se ve favorecida por temperaturas diurnas de alrededor de 20 °C y elevada humedad ambiental.

La fresa tiene gran cantidad de especies. Antes del descubrimiento de América, en Europa se cultivaban principalmente las especies *Fragaria vesca* y *Fragaria alpina*, de tamaño pequeño pero de excelente calidad organoléptica. Con el descubrimiento de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño, una en Chile, *Fragaria chiloensis* y otra en Estados Unidos, *Fragaria virginiana*, que por su tamaño, se les llamó fresones; fueron llevadas a Europa e hibridizadas.

Actualmente estas fresas grandes o fresones dominan el mercado y son producto de una serie de cruces. La planta es pequeña, de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan más tallos, que crecen junto al primero, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas, y el tercer tipo de yemas, forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos.

Lo que se conoce como fruta de fresa es en realidad un falso fruto, producto de engrosamiento del receptáculo floral; sobre ese falso fruto se encuentran gran cantidad de semillas pequeñas, que son frutos verdaderos llamados aquenios. Las raíces de la fresa son fibrosas y poco profundas.

La planta de fresa es perenne ya que por su sistema de crecimiento, constantemente está formando nuevos tallos, que la hacen permanecer viva en forma indefinida (17).

Enfermedades virósicas

Existen una serie de enfermedades virosas que forman un complejo virótico que puede ser limitante para la producción de fresas.

El combate de estas enfermedades en el campo es casi imposible. El mejor método de evitar estos problemas es estar seguro de sembrar plantas sanas y no mantenerlas mucho tiempo en el campo; es por eso que se recomienda que todos los años se renueve el material. Aunque en el país 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 (15).

Fisiopatías

En ellas no hay un organismo patógeno como causal, y pueden deberse a factores fisiológicos, físicos o genéticos. Dentro de ellas podemos mencionar:

- Cara de gato o deformidad del fruto.
- Daño por heladas que afecta a flores y frutos.
- Deformidad en el fruto que se debe a características varietales acentuadas por condiciones climáticas adversas, durante los periodos secos.
- Fruta deformada por daño de herbicidas (2-4D), deficiencias de micro-elementos, exceso de nitrógeno, ataque de hongos o insectos que dañan físicamente a la flor, no permitiendo su normal fecundación.

- Albinismo, la fruta se presenta moteada rosada y blanca, la causa se cree puede ser un rápido crecimiento anormal por un exceso de Nitrógeno, problemas climáticos.
- Sequía, la pérdida normal de agua a través de las hojas durante la época seca, combinada con vientos secantes o altas temperaturas, pueden producir un stress y debilitamiento total de la planta, disminución del tamaño del fruto o desecamiento de ellos, dejándolos como pasas.
- Daño por exceso de sales, ya sea en el suelo o en el agua de riego, produce fitotoxicidad notoria en los márgenes de hojas y disminución en el crecimiento (18).

Cosecha

El momento de cosecha depende del destino de la fruta. Si es para consumo inmediato, se cosecha con el 100% del fruto rojo (brillante).

Si el consumo no es inmediato, debido al transporte u otro motivo, se debe cosechar con un 50-75 % del fruto rojo.

La fruta debe recolectarse e inmediatamente colocarse en envases especiales con perforaciones que permitan la transpiración e impidan la generación de humedad que desmejorará la conservación del producto.

Para conservar la fruta hasta 10 días se debe realizar un enfriamiento con aire forzado a 2°C y un 90% de humedad.

Recolección

Debido a que la fruta es altamente perecedera, debe cosecharse cada tres días y manejarse con mucho cuidado. Una cosa es lo que la planta de fresa está en capacidad de producir y otra lo que el productor están en capacidad de cosechar y comercializar. En un manejo adecuado de la plantación y sobre todo de la fruta, puede estar la diferencia entre cosechar el 90% ó el 30% de la fruta que la planta produce. Debe empezarse a manejar la fruta desde antes de su formación y su desarrollo, para que llegue en buenas condiciones a la cosecha.

A partir del momento de la cosecha, se inicia otro proceso de gran importancia, como es el de seleccionar la fruta, empacarla, transportarla y almacenarla adecuadamente, para presentar un buen producto en el mercado. Una fruta de fresa cosechada en plena maduración y mantenida a temperatura ambiente, se deteriora en un 80% en sólo 8 horas. Por esto debe cosecharse, entre 1/2 y 3/4 partes de maduración y ponerse lo más rápidamente posible en cámaras frías (0-2⁰C). La selección de la fruta se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, lo mismo que el empaque. Estas labores se inician en el momento de la cosecha, cuando se separan las frutas de acuerdo con la calidad y se empacan ahí mismos.

Hay tipos diferentes de frutas que se comercializan y en cada uno de estos tipos diferentes categorías:

- fruta fresca para exportación.
- fruta fresca para mercado nacional.
- fruta para industria.

La fruta fresca para exportación es la de mejor calidad.

Debe seleccionarse y empacarse debidamente en el mismo momento de la cosecha. 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.

Existen normas establecidas para cada tamaño. Así la extra-grande es una fruta de un diámetro mayor de 40 mm; la grande de 35 a 40 mm, mediana de 30 a 35 mm y la pequeña de 25 a 30 mm de diámetro. Estas medidas y los nombres de cada calidad pueden variar de acuerdo a la empresa exportadora y al país al que se dirija.

La fruta de exportación se empaqueta primeramente en canastitas plásticas de una pinta con 250 g de fruta, si es para el mercado de Europa, ó 400 g si es para el mercado de Estados Unidos. Estas canastitas se empacan en grupos de 6 ó 12 en otra caja de cartón, que es la de exportación a Europa o Estados Unidos respectivamente.

La fruta fresca para mercado nacional, es aquella que por pequeños defectos de formación o por tener más de 3/4 de maduración, no califica para exportación. Muchas veces por fallas en los sistemas de exportación, toda la fruta de primera calidad se queda en el mercado nacional. El mercado nacional no es muy exigente en cuanto a calidad por lo que, sobre todo en meses de poca cosecha, aún fruta muy pequeña se vende para consumo fresco.

El empaque, que se utiliza en el país es el mismo de canastita plástica para la exportación.

No se utiliza la caja de cartón de 12 ó 6 canastitas; en vez de eso, para el transporte interno se utilizan cajas de madera con capacidad para treinta canastitas. Estas canastitas de mercado nacional se cubren con una lámina de polietileno, que se prensa con una pequeña liga. Algunos productores pequeños y en ciertos mercados como las ferias del agricultor, venden fresas en bolsas plásticas, sin ningún tipo de selección y en estado avanzado de deterioro. Esta fruta prácticamente puede considerarse como de uso industrial, aunque se vende como fruta fresca.

La fruta para consumo en fresco no puede ser almacenada, debe mantenerse en cámara fría entre 0 y 2⁰C con 85-90% de humedad relativa; aún así no puede mantenerse más de 4 días antes de ser llevada al mercado.

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. Se leva, se la quita el cáliz y el pedúnculo y se empaca en bolsas prácticas de 5 kg para ser llevada al mercado.

La fruta industrial puede ser congelada y almacenada (15).

Rendimientos

Los rendimientos dependen de varios factores. De acuerdo a las variedades y al manejo que se le haga al cultivo varían entre los 250 y los 1200 gramos por planta.

El cultivo presenta rendimientos crecientes hasta el tercer año y puede aumentar el cuarto si se mantienen las condiciones sanitarias adecuadas.

Aunque se pueden encontrar explotaciones de más de 7 años, se recomienda recambiar las plantas y rotar el cultivo cuando aparezcan enfermedades (19).

Cultivos bajo cubierta

Cubierta Plástica

Los invernaderos se utilizan para asegurar tanto la alta calidad de los cultivos como el buen rendimiento de la producción. En campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera perfecta a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos en invernadero representa el paso de producción extensa a producción intensa. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas. Consiguientemente, los controles de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y de los fertilizantes, y el mantenimiento del nivel de oxígeno cerca de las raíces. Los invernaderos han de ser transparentes para que las plantas reciban la máxima radiación solar requerida para efectuar la fotosíntesis. Cuando una superficie está aislada del exterior por medio de una estructura transparente, un nuevo clima se crea en el interior. El nivel de la radiación interna es inferior al nivel de la radiación externa, dependiendo del tipo de material, de la inclinación del sol y de la nitidez de la superficie transparente.

La radiación interna es la combinación de la radiación directa y de la luz difusa. La radiación directa viene directamente del sol, y la luz difusa es irradiada por la atmósfera. Solamente una parte de la luz (1,5% - 2%), se utiliza durante la fotosíntesis. La mayor parte de la radiación es absorbida por las plantas, la tierra y la estructura. Esta radiación se transforma en el calor que calienta el aire dentro del invernadero.

Esto es una ventaja durante las estaciones frías, ya que permite la creación de unas buenas condiciones de cultivo, sin la necesidad de invertir en calefacción artificial. Sin embargo, durante las estaciones calurosas, las altas temperaturas dentro del invernadero pueden ocasionar daño a los cultivos y a la producción.

Para reducir las temperaturas internas, la cobertura del invernadero debe estar parcialmente abierta a fin de permitir la ventilación. De esta forma el aire caliente sale del invernadero y el aire más frío del exterior entra en él. Si no se instalaran medios especiales de ventilación, la temperatura interna durante el día sería siempre más alta que la externa.

Un elemento negativo es que el nivel de humedad relativa es más alto debido a la presencia de plantas dentro del invernadero. En efecto, la humedad relativa llega a casi 100% cuando la estructura está bien cerrada. Esto puede causar que las plantas enfermen (hongos).

Lo que se busca con los invernaderos es proteger los cultivos de los factores medioambientales (frío, lluvias, granizos, vientos y sol excesivo), y de las plagas. Las películas se fabrican con polietileno y aditivos que le confieren propiedades especiales.

El uso creciente de invernáculos es un ejemplo ilustrativo de cómo la necesidad de superar las limitaciones impuestas por la naturaleza, tales como suelo, clima y agua puede tener influencia sobre las decisiones de política.

Debido a la considerable inversión financiera que implica la construcción y el mantenimiento de los invernaderos, su uso es mayormente para cultivos de alto valor agregado. Sin embargo, los productores siempre buscan métodos para racionalizar sus operaciones y hacerlas más costo-efectivas.

El desarrollo de los invernaderos es particularmente adecuado para la pequeña granja familiar que tiene poca agua disponible.

El invernadero permite ejercer completo control sobre la mayoría de los parámetros de la producción, incluyendo óptima explotación del terreno y cosechas que se extienden a lo largo de todas las estaciones de cultivo.

Los invernaderos se utilizan principalmente para cultivar flores, hortalizas, plantas ornamentales y especias. Recientes experimentos examinan la viabilidad de cultivar árboles frutales en invernaderos, tales como nectarinas, duraznos, nísperos, uvas y bananas, para fines comerciales y en especial para la exportación.

Los rayos caloríferos o infrarrojos no pueden pasar de regreso al exterior a través del material de la cubierta. La temperatura se acumula en el interior de la estructura y alcanza niveles muy por encima de la temperatura exterior, la cual no siempre favorable a la producción. La calefacción adicional, la ventilación controlada y la iluminación artificial contribuyen a regular este microclima (1).

Propósitos de la cubierta plástica

Entre los propósitos que cumple una cubierta plástica podemos mencionar los siguientes:

- Conservación de la humedad del suelo (mejoramiento del equilibrio del agua en los suelos, mediante un buen control de evaporación).
- Aumento de temperatura del suelo, que anticipa la germinación de la semilla.
- Aumento de la temperatura del ambiente, que anticipa la maduración y aumento de rendimiento de las especies agrícolas.
- Evita que las sales se concentren en la superficie del suelo.
- Menor lavado o lixiviación de nutrientes del suelo.
- Protección de la estructura del suelo (evita la formación de la costra superficial).
- Aumento del dióxido de carbono (localización y captación de CO₂, emitido por el suelo al nivel de las plantas en crecimiento).
- Protección de factores climatológicos adversos al desarrollo de los cultivos: vientos, fríos, insolación, granizadas, etc. (27, y 12).

Producción orgánica de hortalizas

Materia orgánica

La materia orgánica es realmente la base de la vida microbiana del suelo, por cuanto constituye a la vez el soporte y el alimento de las inmensa mayoría de los microorganismos del suelo, los cuales se encargan de transformarla mediante sucesivas etapas del estado inicial de materia orgánica fresca al estado final de mineralización, única forma que resulta asimilable para las plantas.

Toda materia orgánica adicionada al suelo, experimenta los fenómenos de humificación y mineralización, dando origen los nutrientes necesarios para determinar un desarrollo óptimo de las plantas (2).

Abonos orgánicos

Constituyen cualquier sustancia de origen orgánico (animal o vegetal), que incorporado al suelo, sirve para modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Generalidad sobre los abonos orgánicos

Los abonos se distinguen en orgánicos y minerales, según sean el producto de un proceso de maduración y de transformación de sustancias orgánicas o de un proceso de extracción y de elaboración de componentes minerales.

A su vez, los abonos orgánicos pueden distinguirse en animales, vegetales y mixtos, según procedan de descompuestos animales, de sustancias vegetales o de ambos; en tanto que los minerales pueden ser naturales, si provienen de la naturaleza, y artificiales, preparados por el hombre pudiendo presentarse como: polvos, granulados, cristalinos, líquidos y gaseosos.

Los que contienen un solo elemento fertilizante se denominan simples, en tanto son compuestos o complejos, cuando contienen más de un elemento.

Los abonos orgánicos mejoran la estructura del suelo y la estabilizan. Tienen un papel regulador en cuanto a la humedad del suelo y aumentan su valor nutritivo.

Se distinguen los abonos orgánicos naturales, de origen animal, y los orgánicos de origen vegetal. Los abonos de origen animal son más adecuados para modificar las propiedades químicas del suelo; mientras que los abonos de origen vegetal cambian, sobre todo, sus propiedades físicas (21)

Humus

Recibe el nombre de humus aquella sustancia de tonalidad parda oscura, que se forma en el suelo por la descomposición de los restos orgánicos, tanto animales como vegetales existentes en el mismo, debido a la acción combinada del aire, del agua y de los microorganismos del suelo (21)

Humus de lombrices (*Eisenia foetida*)

Son deyecciones de las lombrices de tierra (***Eisenia foetida***), cuando viven en el mantillo descrito anteriormente. Se recolectan, hacen secar y se limpian a través de tamices especiales. En la preparación de los suelos, 40 a 50 Kg., de este producto reemplazan 1 m³. de mantillo. También se usa en mezclas con otros sustratos.

El humus de lombrices retiene 20 veces su volumen de agua, y usualmente contiene nitrógeno asimilable (N) 1 a 1,5%; fósforo (P) 0,8 a 1,2%; potasio (K) 0,6 a 1,0; hierro (Fe) 5.000 a 7.500 ppm; cinc (Zn) 200 a 300 ppm; manganeso (Mn) 300 a 400 ppm; materia orgánica 25 a 30%; relación C/N: 12 a 14; pH 7,0 a 7,7; humedad 18 a 35%.

Producción ecológica de hortalizas

La agricultura agro ecológica, se encuentra en franca expansión en el mundo, acompañando la creciente tendencia al consumo de alimentos sanos y a la conservación de los recursos naturales, dicha tendencia continuará sostenidamente en el tiempo, generando una firme demanda de este tipo de productos (11).

La agro-ecología estudia el diseño y mantenimiento de sistemas de producción buscando la sostenibilidad en el largo plazo. Enfatiza el cuidado de los recursos naturales, respetando y promoviendo la biodiversidad para la producción de alimentos sanos, sin utilizar productos químicos como fertilizantes, plaguicidas o herbicidas sintéticos. Busca también rescatar y revalorizar las técnicas de cultivo ancestrales que vinculan a los pueblos con la naturaleza (26).

Se trata de un sistema de producción de alimentos más respetuoso con el medio ambiente, porque favorece la biodiversidad de los ecosistemas, disminuye la contaminación de suelos y aguas y contribuye de manera importante a reforzar el sistema agroalimentario. El principal valor añadido de los productos ecológicos es su respeto al medio ambiente y su compromiso con el desarrollo sostenible (24).

La necesidad de mantener el sistema productivo y preservar el medio ambiente, explica el interés creciente de la sociedad por encontrar sistemas sostenibles, alternativos al sistema industrial actual. Como respuesta a todo ello, se ha experimentado un crecimiento en popularidad de los productos “ecológicos” y de los productos sin conservantes artificiales.

Los consumidores a menudo, perciben los productos ecológicos como productos de mayor calidad y que aportan mayores beneficios para la salud en comparación con los productos no ecológicos, por eso están dispuestos a pagar un mayor precio por ellos (25).

Ventajas de la producción ecológica

Se trata de una actividad agro ecológica que intenta respetar el medio ambiente, conseguir un desarrollo sostenible y mantener una diversidad genética del sistema agrario y de su entorno.

Para llegar a lograrlo, se trata de la no utilización de productos químicos, tanto fertilizantes como pesticidas. Utilizando la naturaleza sin romper su ciclo biológico, físico y químico, extrayendo de la tierra lo que esta es capaz de dar sin sobreexplotación con el uso de sustancias contaminantes (22).

La producción ecológica, también va dirigida a los que se preocupan por la salud y por lo tanto cuidan su alimentación, asimismo, se enfoca a la obtención de alimentos con mayor sabor, ya que tiene mayor contenido de materia seca, gracias a la fertilización con materia orgánica. Sin olvidar que este tipo de producción va evolucionando año tras año, con el cual se podría conseguir un cierto equilibrio en la naturaleza (24).

Los alimentos ecológicos, al prescindir de sustancias químicas de síntesis, evitan la contaminación del aire, suelo y agua, que originan los fertilizantes solubles como los nitratos, o los pesticidas. Este entorno más limpio, unido a técnicas culturales más respetuosas, genera un aumento de la actividad biológica del suelo, de su fertilidad, evita la erosión y contribuye a aumentar biodiversidad asociada a os ecosistemas agrarios (26).

Indirectamente la producción ecológica, contribuyen al desarrollo de las zonas rurales, permite una diversificación de las producciones y el aumento del valor añadido del productos final.

Además los análisis ponen de manifiesto que la agricultura ecológica requiere un mayor volumen de trabajo, por lo que genera empleo en las rozas rurales. Los alimentos ecológicos fomentan la sostenibilidad medioambiental y social (22).

Materiales y métodos**Materiales e insumos**

Para la concretización de la optimización del recurso hídrico, con cultivo ecológico de especies hortícolas, en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo Modelo Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete”, se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

- Plántulas de Frutilla Variedad Chandler, en una cantidad de 64.
- Mangas de polietileno negro de 30 cm de ancho por 1.5m de largo de 100 micrones.
- Vigas de madera 3” x 2”.
- Pernos, cañería de ½” (opaco).
- Tubo Berman de ½”
- Humus de lombriz.
- Tierra de cultivo.
- Arena.

En el presente trabajo de investigación, se utilizó la especie hortícola de frutilla (*Fragaria* spp), Vd. Chandler), esta elección se efectuó, muy especialmente por el hecho de las constantes modificaciones de fechas de realización de las exposiciones feriales.

Trabajo metodológico

Para la producción ecológica de frutilla (*Fragaria spp*), con la optimización del recurso hídrico, se recomienda instalar el cultivo, aplicando el sistema semi-aeropónico en mangas de polietileno, bajo una estructura de caballete, tomando en cuenta los siguientes pasos secuenciales:

Técnica de instalación**Construcción de armazón de madera**

Se debe iniciar con la construcción de un armazón de madera u otro material, tomando en cuenta las siguientes medidas: Largo 1,5m, alto 1,55m, ancho base inferior 1,15m y ancho superior 0,45m, con 4 escalones, el primer escalón a 15cm de la base y el resto a 40cm cada escalón. (figura).



Figura 2 Preparación de Armazón de madera (tipo caballete)

Preparación de mangas de polietileno

Preparar el trasplante de plántulas de frutilla, previamente se preparó las mangas de polietileno con las siguientes medidas:

Largo 1,5m, sellando los extremos de la manga, en uno de los extremos y en la parte inferior se dejó una abertura para el sistema de drenaje, posteriormente, se realizó las perforaciones de la manga a cada 20 cm de distancia con un diámetro de 15 cm.



Figura 3 Preparación de mangas de polietileno (trazado y corte)

Preparación de sustrato

Para rellenar las mangas, se preparó sustrato activo, tomando en cuenta la siguiente dosificación:

20% de humus de lombriz.

30% de arena bien lavada.

50% de tierra de cultivo.

Nota: De acuerdo a la existencia de materiales en la zona de producción, se puede utilizar otros tipos de preparación de sustratos.

Desinfección del sustrato

La desinfección del sustrato, se realizó mediante la solarización, posteriormente aplicando agua hervida. Fot. No 3.



Figura 4 Desinfección física del sustrato activo

Llenado de los contenedores

Por las perforaciones, se efectuó el llenado del sustrato preparado y desinfectado.

Para la sujeción y formación cilíndrica de la manga, se utilizó arcos de alambre galvanizado No. 9, que se colocó cada 30 cm de distancia.

El llenado de las mangas se realizó utilizando un recipiente con salida muy angosta, colocándose estas mangas sobre una tabla de madera, para mantener en forma horizontal las mangas con sustrato.

Esta operación del llenado de las mangas, se debe efectuar con sumo cuidado. (Fot. No. 4).



Figura 5 Llenado de las mangas de polietileno

Posteriormente, se debe colocar las mangas con sustrato en el armazón de madera, formando una batería de producción, bajo una estructura de caballete.

Instalación del sistema de riego

Para la optimización del recurso hídrico, se instaló el sistema de riego por goteo “Método Anillar”, innovación presentada en la 1^{ra} Feria de Ciencia y Tecnología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca año 2005.

Instalación del sistema de drenaje

Para evitar el anegamiento de los contenedores, en las mangas de los polietilenos, se dejó perforaciones en la base de uno de los extremos, tomando en cuenta que de los ocho contenedores colocados en la estructura de caballete deben drenar a un recipiente, para su correspondiente reciclaje.

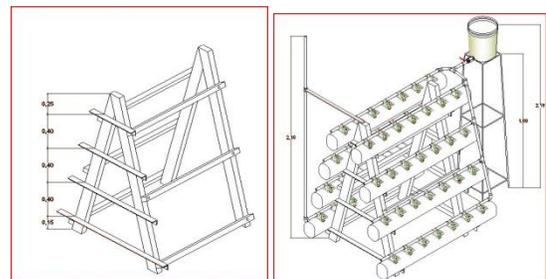


Figura 6 Detalle de una batería de producción de frutilla (*Fragaria spp.*)

Trasplante

Una vez concluida la instalación ya se puede realizar el trasplante de las plántulas de frutilla, con un distanciamiento de 20cm entre plantas.



Figura 7 Labores culturales (trasplante)

Labores culturales

De acuerdo al requerimiento del cultivo, se realizó diferentes trabajos culturales, como ser: refallos, mondas, despimpollado, recepado, control fitosanitario, etc

Resultados y discusión

El cultivo ecológico de frutilla, en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo Modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete, presenta los siguientes resultados:

- Por la reducida superficie de exposición de las aberturas, la baja evaporación del recurso hídrico influyó, que los intervalos de riego fueron cada 10 días, optimizándose de esta manera el recurso hídrico, por otra parte la optimización del líquido elemental, también es efectiva por el reciclaje utilizado, debido a la instalación del sistema de drenaje (cuadro No. 1 anexos).
- Por el número de plantas existentes por superficie de cubierta, en comparación con el cultivo tradicional de frutilla bajo cubierta, con este sistema de cultivo se tiene una alta optimización del espacio volumétrico de cubierta.

En forma tradicional por hectárea se tiene 48000 plantas y en el sistema innovado se tiene por hectárea de superficie cubierta de 106400 plantas o sea un 121,7 % más que el cultivo tradicional (cuadro No. 2 anexos).

- Asimismo, por el punto anterior, podemos mencionar, por superficie cubierta se obtiene mayor rendimiento de fruto (cuadro No. 3 anexos).
- Otro resultado observado, ha sido la no presencia de malezas, por la poca superficie expuesta, minimizando de esta manera labores culturales.
- Por los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada en esta innovación, o sea, que utilizando mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo Modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete, se optimiza el recurso hídrico y permitirá una producción ecológica, continua e intensiva de especies hortícolas.

Discusión

- La optimización del recurso hídrico obtenido en el presente trabajo, se podría atribuir a la baja evaporación por la reducida exposición de superficie de los contenedores.
- La alta densidad de plantación en la estructura de caballete, es el resultado de la superposición de contenedores, formando baterías de producción de 4 niveles por 2 lados.
- En función al punto anterior, el cultivo de frutilla (**Fragaria spp**), bajo la estructura de Caballete, presenta alto rendimiento por superficie de cubierta plástica.

- Al no existir presencia de malezas en la batería de producción de frutilla bajo la estructura de caballete, se reduce considerablemente las labores culturales.

Conclusiones

En función a los resultados obtenidos se tiene las siguientes conclusiones:

Aplicando el sistema de cultivo de frutilla en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete, se obtiene una alta optimización del recurso hídrico.

Con la implementación de baterías de producción bajo una estructura de caballete, se obtiene mayor número de plantas por superficie, por lo tanto mayor optimización del espacio volumétrico de la cubierta plástica.

Por la alta densidad de plantación por superficie de cubierta plástica de la especie de frutilla (*Fragaria* spp), se verifica mayor rendimiento en comparación del sistema de cultivo tradicional.

La carencia de malezas en los contenedores horizontales, por espacio reducido de exposición, ha permitido la reducción de labores culturales.

Finalmente, por el sistema de cultivo en estructuras de caballete, de ninguna manera se daña el medio ambiente, por lo tanto, el producto obtenido es ecológico.

Agradecimientos

A la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por permitirme efectivizar innovaciones agrícolas, muchas veces no comprendidas.

A mis queridos colegas de la Facultad de Ciencias Agrarias, por compartir gratos momentos de análisis del quehacer agropecuario.

Referencias

Abi sade. (1997). Cultivo bajo condiciones Forzadas- Nociones Generales. Tel Aviv-Israel.

Arias, A. Y luna, E. (1993). Relevamiento de invernáculos para cultivos hortícolas en la provincia de Entre Rios-Paraná.

Calderón, Q. Moisés. (2005). Cultivo en contenedores verticales de PVC. Información Técnica No 1. Innovaciones Hortícolas. Consejo Editorial. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre-Bolivia.

Calderón, Q. Moisés. (2005). Cultivo en columnas de bandejas de plástico tipo “Columnar Moshé”. Información Técnica No 2. Innovaciones Hortícolas. Consejo Editorial. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre-Bolivia.

Calderón, Q. Moisés. (2005). Cultivo en contenedores horizontales de PVC tipo “Espaldero Moshé”. Información Técnica No 3. Innovaciones Hortícolas. Consejo Editorial. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre-Bolivia.

Calderón, Q. Moisés. (2006). Cultivo de frutilla (*Fragaria* spp), bajo el sistema de contenedores horizontales tipo “Espaldero”. Información Técnica No 6. Innovaciones Hortícolas. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre-Bolivia. (ha publicarse).

CALDERÓN Moisés. Optimización del recurso hídrico, con cultivo ecológico de especies hortícolas, en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo modelo “Anillar Moshé”, bajo una estructura de caballete. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias, 2014.

Calderón, Q. Moisés. (2007). Cultivo de frutilla (*Fragaria spp*), en mangas de polietileno, con un sistema de riego por goteo método “Anillar Moshé”. Información Técnica No 7. Innovaciones Hortícolas. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre-Bolivia. (ha publicarse).

Cinadco (2001). Producción de hortalizas en diferentes condiciones ambientales. MASHAV, Shefain-Israel.

Fersini Antonio. (1979). Horticultura práctica. Ed. DIANA. México.

Figueira, F. R. (1984). Manual de olericultura. Ed. Ceres. Sao Paulo.

Gonzales, Joaquín (2002). Agricultura ecológica. Buenos Aires-Argentina.

Holle, Miguel Y Montes, Alfredo. (1982). Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. Ed. IICA. Costa Rica.

Ibarra, L. Y Rodríguez. (1976). Manual de Agro plásticos: Acolchado de Cultivos Agrícolas. Centro de Investigaciones en Química aplicada. México.

López, M. Ángel (2002). Agricultura Alternativa. Costa Rica.

Nathan, Roberto. (1997). La fertilización combinada con el riego. Ed. MASHAV. Tel Aviv-Israel.

Pinto, Romero. Manuel. (2004). Producción Ecológica de Alimentos. Bogotá-Colombia.

Muller, Robert. (2005). Alimentos ecológicamente tratados. México.

Sánchez, Matín. (2002) Abonos Verdes. Santiago-Chile.

Terranova Editores. (1995). Producción Agrícola 1. Ed. Panamericana. Colombia.

Terranova Editores. (1995). Producción Agrícola 2. Ed. Panamericana. Colombia