



EFECTO DE LA CUBIERTA (MICROTÚNEL) EN LA PRODUCTIVIDAD DE DOS VARIEDADES DE FRESA (*Fragaria vesca*) EN EL SECTOR CAJANUMA CANTÓN LOJA

EFFECT OF THE ROOF (LOW TUNNEL) ON THE PRODUCTIVITY OF TWO VARIETIES OF STRAWBERRY (*Fragaria vesca*) IN CAJANUMA, LOJA

Carlos Fausto Abad Abad*¹ , Leticia Salomé Jiménez Álvarez²  y Edwin Daniel Capa Mora^{3,1} 

¹ Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano alto s/n, 1101608 Loja, Ecuador

² Departamento de Ciencias Biológicas, Ecología y Sistemática, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano alto s/n, 1101608 Loja, Ecuador

³ Departamento de Ciencias Biológicas, Biotecnología y Producción, Universidad Técnica Particular de Loja, San Cayetano alto s/n, 1101608 Loja, Ecuador

*Autor para correspondencia: cfabad1@utpl.edu.ec

Manuscrito recibido el 12 de diciembre de 2018. Aceptado, tras revisión, el 30 de agosto de 2019. Publicado el 1 de marzo de 2020.

Resumen

La fresa (*Fragaria vesca*) es un cultivo de gran aceptación a nivel mundial, no siendo la excepción en Ecuador. La mayor parte de la producción se realiza a campo abierto, haciendo que existan limitaciones por el ataque de factores bióticos y la influencia de factores abióticos, generando pérdidas en la producción. El presente trabajo se planteó en la provincia de Loja al no existir información precisa de este cultivo e investigaciones sobre el uso de sistemas protegidos (microtúnel). El objetivo principal fue evaluar el efecto de la producción de fresa en los dos sistemas de producción (Campo abierto y microtúnel), con variedades Albion y Monterey; además analizar el costo y rentabilidad de la producción. El sistema a campo abierto fue considerado como un tratamiento testigo para su evaluación frente al de microtúnel. El experimento se realizó en la Estación Agropecuaria de la Universidad Técnica Particular de Loja, bajo condiciones de microtúnel y campo abierto, en la cuales se comparó el desarrollo fenológico y productivo de la fresa. Los resultados encontrados en el estudio en los dos sistemas a campo abierto y microtúnel no presentaron una diferencia estadística en las variables fisiológicas evaluadas, concluyendo que la cubierta con microtúnel al cultivo no influyó en el desarrollo en las dos variedades. En relación al análisis de costos-beneficio de la producción, este fue superior en el sistema microtúnel, la inversión fue más fuerte al inicio, sin embargo, se debe indicar que existen varias ventajas productivas en relación con campo abierto, generando beneficios al productor de fresa.

Palabras clave: Fresa, Microtúnel, producción, rendimiento, rentabilidad.

Abstract

The strawberry (*Fragaria vesca*) is a crop of great acceptance worldwide. In Ecuador, most of the production is done in open field, presenting limitations by the attack of biotic factors and abiotic factors that generate losses in the production. This research was carried out in the province of Loja, since there was no precise information on this crop, and research on the use of protected systems (low tunnels). The main objective of the study was to evaluate the effect of strawberry production on the two production systems (open field and low tunnels), with Albion and Monterey varieties, as well as to analyze the costs and profitability of production. The experiment was conducted at the Agricultural Station of Universidad Técnica Particular de Loja, under low tunnels and open field conditions, in which the phenological and productive development of the strawberry was compared. The results found in the study in the two open field and low tunnel systems did not present a statistical difference in the physiological variables evaluated, which allow to conclude that the low tunnel cover on the crop did not influence the development of the two varieties. In relation to the cost-benefit analysis of production, it was higher in the low tunnel system, the investment was stronger at the beginning, but it must be indicated that there are several productive advantages in relation to the open field that generate benefits for the strawberry producer.

Keywords: Low tunnels, production, profitability, strawberry yield.

Forma sugerida de citar: Abad-Abad, C.F., Jiménez-Álvarez, L.S. y Capa-Mora, E.D. (2020). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma cantón Loja. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 31(1):131-141. <http://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.10>.

IDs Orcid:

Carlos Fausto Abad Abad: <http://orcid.org/0000-0003-4349-8446>

Leticia Salomé Jiménez Álvarez: <http://orcid.org/0000-0002-7933-1368>

Edwin Daniel Capa Mora: <http://orcid.org/0000-0002-9843-0388>

1 Introducción

La producción del cultivo de fresa por parte de los productores agrícolas y el consumo del fruto por parte de las personas, tiene una muy buena aceptación en todo el mundo (Khoshnevisan, Raffie y Mousazadeh, 2013), ocurriendo lo mismo para Ecuador, donde ha tomado una gran solidez y ha empezado a formar parte de la canasta familiar (Vizcaino, 2011). El fruto es bastante atractivo para el consumidor, por su aroma y sabor exquisito; también posee gran cantidad de vitaminas, minerales y ácidos orgánicos, actuando como desinfectantes y antiinflamatorios que hace que disminuya el colesterol. Además se pueden extraer aceites esenciales, y su consumo puede ser fresca o procesada (Karim y col., 2011; Giampieri y col., 2012; Pradas y col., 2015; Bernarda y Bawab, 2017; Estrada y col., 2017).

El cultivo de fresa se caracteriza por ser herbáceo y perenne, es muy susceptible a condiciones ambientales y su desarrollo está sujeto a las características climáticas, propiedades químicas, físicas y estructurales del suelo (Ferriol, 2010; López y col., 2011; Pineda, 2017). Existen variedades de día corto sujetas a fotoperiodo, menos horas de luz para el desarrollo de yemas florales; y variedades de día neutro que no están sujetas a fotoperiodo para el desarrollo de las yemas florales (Undurraga y Vargas, 2013; Pérez y col., 2017).

Los sistemas de producción mayormente utilizados son a campo abierto y bajo protección (Rubio y col., 2014). La producción a campo abierto es muy susceptible a factores de carácter biótico y abiótico como plagas, enfermedades, altas temperaturas, precipitaciones, vientos y heladas (Domini, 2012; Pineda, 2017), lo cual puede afectar su productividad. El sistema protegido (invernaderos, macro y microtúnel), son construcciones de mucha durabilidad, que permite más de un ciclo de cultivo, disminuyendo el costo de inversión y aumento de la productividad (Rubio y col., 2014). Lamont y William, (2009) mencionan que es una tecnología que ayuda a tener un mejor control de las condiciones climáticas para el cultivo. Los factores ambientales, genéticos y variedades son de mucha importancia en el crecimiento de las plantas, en la productividad y calidad del fruto (Rodríguez y col., 2012). El cultivo de la fresa en sistemas protegidos como el sistema microtúnel puede ser una alternativa en la

producción de este cultivo, esto debido a que en dichos sistemas protegidos se tienen algunas ventajas como bajo costo, reducido tamaño y practicidad de instalación (Juárez y col., 2011; Pernuzz y col., 2016), en comparación con otros sistemas protegidos como los invernaderos.

En Ecuador se cosecha un área de 108 ha, alcanzando un rendimiento de 16,27 T/ha, siendo muy baja en relación a otros países productores de fresa, como por ejemplo Estados Unidos con 66,90 T/ha de producción; España (47,6 T/ha); Egipto 46,6 T/ha; Israel con 43,5 T/ha, y a nivel de América del Sur está Colombia con 36,5 T/ha de producción de fresa al año (Corrêa y Peres, 2013; FAOSTAT, 2016). Sin embargo, en la última década ha tenido un crecimiento interesante, ya sea por la adopción de nuevas tecnologías o nuevas variedades.

La búsqueda y aplicación de nuevas innovaciones en la producción agrícola, ante la necesidad de mejorar los sistemas productivos son de suma importancia, ya que cada zona dedicada al cultivo de fresa tiene sus particularidades. En la provincia de Loja, al no existir información precisa o investigaciones sobre el uso de sistemas protegidos (microtúnel) en este cultivo, se hace necesario realizar investigaciones con relación al tema. Por lo cual, el presente trabajo buscó evaluar el efecto del uso de protección (microtúnel) frente al desarrollo del cultivo a campo abierto, sobre el desarrollo y productividad del cultivo de fresa en las variedades Albion y Monterey, que son las de mayor comercialización en este sector, con la finalidad de analizar las alternativas de mayor viabilidad, para que los pequeños agricultores a nivel local incrementen el rendimiento y beneficio económico.

2 Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en la provincia de Loja – Ecuador, en la Estación Agropecuaria de la Universidad Técnica Particular de Loja, ubicada en el sector Cajanuma en el cantón Loja, a 9 km de la ciudad, con las coordenadas X: -4,0887 Y: -79,2082 (Google Maps, 2018). A una altitud aproximada de 2230 m.s.n.m; temperatura promedio de 16 °C y una precipitación media de 780 mm/m² según datos de Estación meteorológica «La Argelia», (2017).

2.2 Diseño experimental

La elección del área de estudio estuvo sujeta a un lugar con rasgos homogéneos en topografía y características edafoclimáticas. Se establecieron cuatro parcelas (tratamientos), bajo un diseño experimental de bloques completos. Los tratamientos establecidos fueron: dos bajos cubierta (microtúnel) en los que se cultivó las variedades Monterey y Albion (una variedad en cada microtúnel), y los mismos tratamientos fueron establecidos a campo abierto (sin cubierta). Cada tratamiento tuvo un total de 54 plantas (F1) y, cada una de ellas fue considerada como una unidad experimental (Pernuzz y col., 2016).

Las simbologías establecidas para los tratamientos fueron: **CAV1** = Tratamiento campo abierto variedad monterey, **CAV2** = Tratamiento campo abierto variedad albion, **MTV1** = Tratamiento sistema microtúnel variedad Monterey, **MTV2** = Tratamiento sistema microtúnel variedad Albion. El tamaño de los microtúneles fue de 8 m de largo \times 1 m de ancho y 0,90 m de altura, con cubierta de plástico de polietileno N°8. En cada tratamiento se utilizó una densidad de siembra de 0,30 \times 0,40 m entre hilera y planta (54 plantas por tratamiento). La fertilización realizada fue similar en todos los tratamientos, usando abono orgánico (BioCompost) de fondo al momento del trasplante (250 g/planta), y fertilizantes minerales a base de N – P₂O₅ – K₂O – MgO – CaO – S (200 – 200 – 300 – 40 – 100 – 40 Kg/ha, respectivamente), todo esto en consideración de los análisis de suelos y necesidades del cultivo (Patiño y col., 2013; Avitia y col., 2014).

El sistema de riego se instaló mediante goteo de bajo caudal, con emisores vortex insertado y con salida de caudal 2 a 4 Lt/hora, y fue regado en base a las condiciones de clima, como comúnmente lo manejan los agricultores de la zona. El manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP) fue minucioso, se monitoreó cada una de las plantas, realizando de manera preventiva podas de saneamiento para evitar enfermedades como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.* y de *Trips sp.* (Santoyo y Martinez, 2010).

2.3 Variables evaluadas

Las variables de evaluación se detallan a continuación: **Porcentaje de prendimiento:** se la realizó mediante el conteo del total de plantas (unidad expe-

rimental) de cada tratamiento que tuvo éxito en su prendimiento, indicando que los resultados fueron expresados en porcentaje (Ibadango, 2017).

Número de flores: Se realizó un conteo del número de flores en cada planta de los cuatro tratamientos; estos datos se registraron durante todo el tiempo de evaluación del proyecto (Yaselga, 2015).

Número de frutos: Se determinó la cantidad de frutos en las plantas de cada tratamiento por un periodo de 6 meses, los datos se registraron diariamente, esto con el fin de tener mayor detalle de la productividad por sistema productivo y variedad de fresas cultivadas (Ibadango, 2017).

Diámetro de frutos: el dato se tomó de los frutos cosechados con un calibrador Vernier, la medición se realizó de la parte central del fruto (infrutescencia), expresando los valores en centímetros (Verdugo, 2011).

Peso del fruto: Se tomó el peso de cada fruto cosechado. Cabe indicar que los frutos de la fresa fueron recolectados cuando estaban maduros, de igual manera que el registro de las variables anteriores, esto se realizó a diario una vez iniciada la producción (Verdugo, 2011).

Análisis económico de la producción de fresa: Se calculó la producción del cultivo considerando el total y el neto cosechado (descontando pérdidas), y la producción final de los tratamientos se transformó y expresó en kg/ha.

El ingreso neto (beneficio) de estos sistemas de producción en este estudio se estimó con la diferencia entre el ingreso y los costos de la producción de fresa (Costo/beneficio (C/B) = Ingresos/egresos) (Infante Villarreal, 1984), calculando el ingreso a partir de las ventas del fruto a precios promedio según el MAG, (2018). Los costos totales se estimaron a partir del promedio de los costos del establecimiento de la plantación y su manejo: fertilización, control de malezas, sistema de riego, control de plagas y enfermedades, poda, cosecha, entre otras.

2.4 Análisis estadístico

Para establecer diferencias estadísticas en los parámetros medidos (variables), se comprobó la normalidad o no de los datos con pruebas KS, después se aplicó ANOVAS de una vía con pruebas de Tukey subconjuntos homogéneos, a un nivel de significancia $p < 0,05$, para esto se utilizó el software estadístico SPSS 24,0.

3 Resultados y discusión

Tabla 1. Porcentaje de prendimiento, número de flores, número de frutos, diámetro del fruto y peso del fruto de *Fragaria vesca* en los tratamientos evaluados.

	CAV1	CAV2	MTV1	MTV2
Parámetros				
% Prendimiento	94,45 ± 0,23 a	94,45 ± 0,23 a	100,00 ± 0,00 a	98,15 ± 0,13 a
Número de flores	37,92 ± 7,20 a	34,85 ± 6,70 a	37,35 ± 8,83 a	36,57 ± 7,53 a
Número de frutos	36,20 ± 7,87 a	34,57 ± 6,78 a	36,62 ± 6,63 a	35,07 ± 9,11 a
Diámetro del fruto (cm)	3,26 ± 0,39 a	3,29 ± 1,11 a	3,26 ± 0,32 a	3,30 ± 1,09 a
Peso del fruto (g)	23,74 ± 6,60 a	23,79 ± 6,74 a	23,94 ± 5,59 a	23,95 ± 7,06 a

Tabla 1 muestra los datos medios y la desviación estándar del porcentaje de prendimiento, número de flores, número de frutos, diámetro del fruto (cm/fruto) y peso del fruto (g/fruto). Letras minúsculas diferentes indican diferencia estadística significativa entre tratamientos. **CAV1** = Tratamiento campo abierto variedad monterey, **CAV2** = Tratamiento campo abierto variedad albion, **MTV1** = Tratamiento sistema microtúnel variedad monterey, **MTV2** = Tratamiento sistema microtúnel variedad albion.

En la Tabla 1 se detallan los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos establecidos, aquí se observa que no existen diferencias estadísticas significativas entre las variables fisiológicas evaluadas, indicando en este caso que la cubierta con microtúnel al cultivo no influyó en el desarrollo del cultivo de fresa en las dos variedades, probablemente a que no existieron fuertes periodos de lluvias, heladas.

Los altos porcentajes de prendimiento en este estudio posiblemente se debe al buen manejo agrotécnico que se dio al cultivo, cumpliendo así con todos los estándares de buenas prácticas agrícolas. Este trabajo refuerza lo indicado por los estudios de Montero, (2016) y Yaselga, (2015), los que dicen que un tratamiento de riego adecuado, un sustrato enriquecido con abundante materia orgánica, un control adecuado de plagas y enfermedades y la correcta desinfección del suelo facilitó el prendimiento de las plántulas y por tanto su adaptabilidad, lo cual está en relación directa con el porcentaje de prendimiento de las plántulas. A esto se suma lo dicho por Nin y col., (2018) que para una mejor supervivencia de la plántula recomiendan ajustar la fecha de siembra de acuerdo con las condiciones de luz/temperatura, y así poder controlar las interacciones entre la planta y el medio ambiente. El porcentaje de prendimiento del cultivo jugó un papel importante en la producción del fruto por el número de plantas vivas en cada tratamiento.

Por otra parte, el número de flores/planta en to-

dos los tratamientos instalados no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Si se compara este estudio con el de Juárez, Rodríguez y Sandoval, (2007), el número de flores fue alto, ya que el estudio llevado a cabo por los autores mencionados obtuvo un menor número (cinco flores/planta), atribuyendo este bajo número de flores a los factores climáticos que no fueron los adecuados para el cultivo, indicando que las plantas son sensibles al efecto del fotoperiodo y a las altas temperaturas, que pudieron influir en estas diferencias.

Del mismo modo León y col., (2014), mencionan que los requerimientos nutricionales en el cultivo de fresa son esenciales para su desarrollo floral, por lo que un buen plan de nutrición realizado en función de los requerimientos del cultivo y la calidad de suelo también apoyaron a que el número de flores sea alto en esta investigación, independientemente del tratamiento aplicado. Autores como Caruso y col., (2011) indican que la fotosíntesis influye en el número de flores, lo que estaría influyendo para obtener estos resultados. Además, el hecho de estar ubicados en el centro de la tierra con aproximadamente 12 horas de luz también ha jugado un rol esencial en el presente trabajo, lo cual contribuyó a la buena floración del cultivo en los dos sistemas de producción.

La variable de números de frutos/planta en el presente estudio (Tabla 1), y para la evaluación de las primeras producciones ha sido considerada co-

mo aceptable. Cabe indicar que está en relación directa con el número de flores. Los resultados obtenidos, se asemejan a los expuestos por Montero, (2016) y Radin y col., (2011) que encontraron 29 y 37 frutos/planta, respectivamente. Vale mencionar que la investigación de Montero se realizó en la Sierra del Ecuador, con condiciones similares a la provincia de Loja. Los autores antes mencionados sugieren que para obtener un buen número de frutos se debe tener en cuenta la influencia de los factores ambientales como déficit hídrico, temperatura, radiación solar, entre otros. Esto quiere decir que cambios de temperaturas relativamente bajas y altas, en relación a su rango ideal de temperatura que está entre 18 y 25 °C, afectan negativamente en el cuajado del fruto (Ledesma, Nakata y Sugiyama, 2008).

Otro factor muy importante a tener en cuenta para una mejor producción es el de sanidad y nutrición de las plantas, sumado a lo indicado por Poveda y col., (2018) quienes indican que el viento y la presencia de insectos polinizadores también influyen significativamente para obtener un mayor número de frutos y de buena calidad, sea a campo abierto o bajo protección, como lo es en este caso.

El diámetro promedio del fruto en cada uno de los tratamientos (Tabla 1), de manera similar a los otros parámetros evaluados, no ha mostrado diferencias significativas. El diámetro tiene relación directa con el peso del fruto. Hollender y col., (2012) mencionan que el diámetro varía dependiendo del número de carpelos y número de aquenios presentes en el fruto, los aquenios salpican la superficie del receptáculo y producen auxinas para estimular el crecimiento.

De igual forma, Ledesma, Nakata y Sugiyama, (2008) indican que, cuando los aquenios no son fertilizados correctamente, el desarrollo del área en la fruta alrededor de los aquenios se inhibe, lo que se refleja en la malformación del fruto entero, que es evidenciado en el diámetro del fruto. Esto está en concordancia con este estudio, ya que el diámetro del fruto no varió al tener las mismas dosis de fertilización en todos los tratamientos.

Por otra parte, Radin y col., (2011) mencionan que la insuficiente polinización y daño causado por insectos causa la malformación de la fruta en la fre-

sa, lo cual no se presentó en este estudio debido al seguimiento y control estricto del cultivo en todos los tratamientos; sin embargo, este dato se debe tomar en cuenta para plantaciones de áreas comerciales o más grandes.

En lo que respecta a la variable de peso del fruto, no se apreció una diferencia entre los tratamientos (Tabla 1). Estos resultados se asemejan con los que encontró Ibadango, (2017) que también muestra que no existen diferencias en el peso promedio de fruto de fresa cultivado bajo un sistema protegido y bajo un campo abierto. En otro estudio afirman que el peso de los frutos dependerá principalmente del estado nutricional de las plantas y los sólidos solubles totales, que son una característica dependiente de la variedad (Ortiz y col., 2016); esto concuerda con el presente trabajo, que al tener los mismos tratamientos en fertilización, no ha mostrado diferencia en los pesos de los frutos de fresa producido bajo microtúnel y campo abierto. Esto además se corrobora con el estudio realizado por Vignolo y col., (2011), quienes encontraron diferencias significativas en el peso promedio del fruto, probando diferentes dosis de abonamiento y fertilización. Otra de las causas que puede atribuir mayor o menor peso a los frutos es lo explicado por Radin y col., (2011), quienes mencionan que el peso está relacionado con la variedad cultivada, y que la diferencia entre el peso medio por fruto puede estar asociada a factores genéticos, sin dejar de lado a las condiciones del ambiente.

3.1 Análisis productivo y económico del cultivo

En la Figura 1 se muestra la producción total de los diferentes tratamientos de fresa evaluados en el presente estudio, expresado en Kg/ha/año. Se obtuvo una mayor producción neta en el sistema microtúnel en las dos variedades, existiendo una diferencia estadística significativa frente a la producción de campo abierto. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados en Colombia por Grijalba y col., (2015), en donde obtuvieron mayores producciones en los sistemas de microtúnel (1260 g/planta) que a campo abierto (1197 g/planta), haciendo la relación para el mismo periodo de tiempo que el de esta investigación (840 g/planta sistema campo abierto y 860 g/planta sistema microtúnel). Grijalba y col., (2015) atribuyen esta mayor producción a que en sus cultivos protegidos hubo menor incidencia de

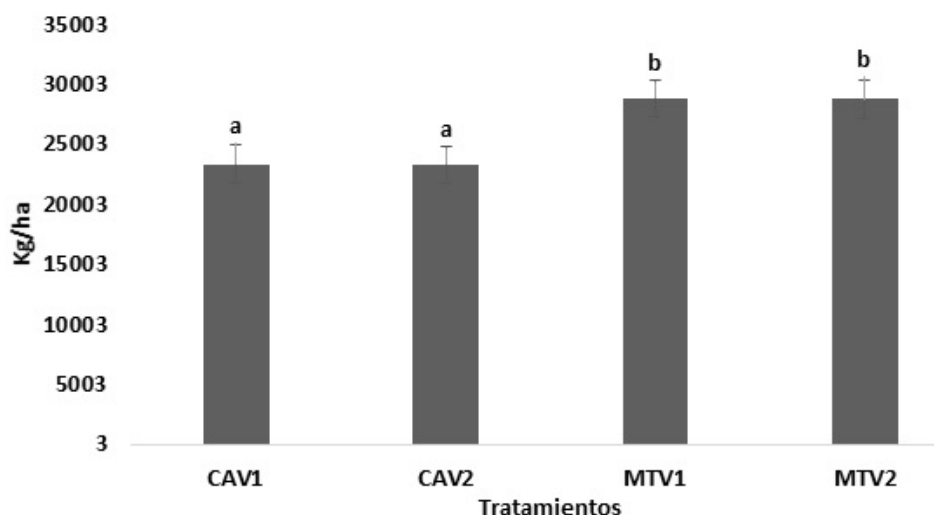


Figura 1. Producción neta (kg/ha/año) de *Fragaria vesca* en los tratamientos evaluados.

Nota: se muestra la producción final expresada en una kg/ha. Las barras representan la media de cada tratamiento con su respectiva desviación estándar. Letras minúsculas diferentes significan diferencia estadística significativa. **CAV1** = Tratamiento campo abierto variedad monterey, **CAV2** = Tratamiento campo abierto variedad albion, **MTV1** = Tratamiento sistema microtúnel variedad monterey, **MTV2** = Tratamiento sistema microtúnel variedad albion.

plagas y enfermedades. El sistema de cultivo (campo abierto o bajo cubierta) puede jugar un papel importante en el rendimiento, como la calidad del fruto (Nin y col., 2018). Además la productividad está relacionada a dos características del cultivo, el peso medio de frutos y el número de frutos producidos por planta a lo largo del ciclo (Otto y col., 2009), dato que concuerda con los pesos de frutos obtenidos en este trabajo. Si bien no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1), el peso de los frutos producidos bajo invernadero fue mayor, lo que se ha expresado en una mejor producción total.

En el estudio realizado por Rubio y col., (2014), existe un mayor número de ataque por enfermedades en el sistema campo abierto, siendo afectado principalmente por *Botrytis cinerea*, *Sphaerotheca macularis*, lo cual afecta directamente a la producción neta, frente a un sistema protegido y con menor ataque, esto debido a que la humedad es menor en el sistema protegido, y las pérdidas en la producción son menores. De igual forma, el ataque por lepidópteros y ácaros afectó al sistema protegido, dado que en dicho estudio la producción neta fue menor a la de este estudio, ya que obtuvieron y 15365 kg/ha a campo abierto y 20070 kg/ha en sistema

Según Pernuzz y col., (2016) en su estudio de comparación en sistemas producción de micro y macrotúnel, el sistema microtúnel presenta una mayor producción neta que la del presente estudio, que alcanzó 45950 kg/ha; no obstante, sigue confirmando la hipótesis de los buenos resultados de producción al cultivar bajo microtúneles o bajo cubierta. Además, indican que posiblemente la baja producción en el sistema de campo abierto se debe a que se vio afectada por las condiciones climáticas en la época de cosecha, haciendo que el cultivo sea mayormente atacado por plagas y enfermedades.

protegido, siendo una de las posibles causas para la disminución productiva en los dos sistemas. Los rendimientos netos en este estudio, al ser comparados con los datos de los autores antes mencionados, son buenos y aceptables, siendo superiores hasta en un 10% sobre la producción obtenida por Rubio y col., (2014), y en alrededor de un 30% superior sobre la producción media neta de Ecuador. Sin embargo, estos valores son inferiores a otros países como Colombia que tiene una producción alrededor de los 40000 Kg/ha.

3.2 Costo-beneficio (C/B).

En la Tabla 2 se muestra el costo-beneficio por ha/año de producción en todos los tratamientos. Se evidencia que en el sistema a campo abierto y sistema protegido microtúnel son muy similares en el primer año de producción en su relación C/B: 1,57 frente a 1,59, respectivamente. En cualquiera de los

dos sistemas la inversión sería rentable dentro de este primer año. Sin embargo, hay que considerar que los costos de inversión en los sistemas de microtúnel han sido mayores por la infraestructura inicial requerida; pero, dada a la buena producción obtenida su relación de costo-beneficio es positiva como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación del costo-beneficio de *Fragaria vesca* en los tratamientos, expresado en ha/año de producción.

Tratamientos	Ingresos (USD)	Egresos (USD)	Beneficio (USD)	Relación costo Beneficio
CAV1	276777,77	175638,88	101138,89	1,57
CAV2	276740,74	175638,88	101101,86	1,57
MTV1	342324,07	215055,55	127268,52	1,59
MTV2	342101,85	215055,55	127046,30	1,59

Tabla 2 muestra los datos de ingresos, egresos, beneficio y relación costo/beneficio de los tratamientos evaluados. **CAV1** = Tratamiento campo abierto variedad Monterey, **CAV2** = Tratamiento campo abierto variedad Albion, **MTV1** = Tratamiento sistema microtúnel variedad Monterey, **MTV2** = Tratamiento sistema microtúnel variedad Albion.

Siguiendo el patrón de producción de este año 1 en el sistema de producción protegido, se asume que los posibles beneficios económicos en los años posteriores deberían ser mayores en este sistema de producción (microtúnel), ya que las inversiones en infraestructura se reducirían considerablemente, por lo que su uso sería recomendable. Además, estos sistemas son una opción para producir en lugares con condiciones climáticas adversas a los requerimientos climáticos del cultivo, como constantes heladas, bajas temperaturas o fuertes precipitaciones (Rowley, Black y Drost, 2010).

La producción del cultivo está relacionada directamente con el beneficio económico, factor importante para obtener una mejor rentabilidad. Por otra parte, Caruso y col., (2011) mencionan que el rendimiento es uno de los factores básicos para mejorar los ingresos, aunque indican que la calidad del producto también lo es, ya que en muchos mercados la calidad es un valor deseado. Sin embargo, en muchos de los casos los productores no tienen un beneficio satisfactorio, siendo bajas o nulas su rentabilidad por la producción de este cultivo, lo cual se atribuye principalmente a los altos costos de producción (Pineda, 2017), y más aún en la parte inicial de un sistema protegido. No obstante y como lo in-

dica Pernuzz y col., (2016), hay que considerar que el sistema protegido tiene un vida útil de alrededor de 10 años, a excepción de las cubiertas plásticas que podrían ser útiles en promedio unos 5 años, siendo un beneficio en la producción del cultivo, lo cual se verá reflejado en ganancia neta a largo plazo.

Por otra parte, también hay que considerar lo indicado por Rubio y col., (2014), quienes mencionan, desde el punto de vista de la inversión, que el valor de las pérdidas a campo abierto en cada ciclo es aproximadamente la quinta parte de lo que cuesta hacer la inversión de construir el sistema protegido, por lo que muchos productores para no arriesgar capital deciden optar por un sistema de producción tradicional y obtener menores beneficios.

4 Conclusiones

En este caso, en los dos sistemas de producción (tradicional-campo abierto y bajo cubierta), no existió diferencia estadísticamente significativa en las variables fisiológicas evaluadas ($p < 0,05$). Sin embargo, hay que indicar que al ser mayor el peso de los frutos del sistema bajo microtúnel, esto se ha visto reflejado en mayor producción neta final por

ha, siendo esta producción superior a la de campo abierto.

En el análisis de costo-beneficio de producción, la inversión en el sistema de microtúnel fue superior comparada con el sistema de campo abierto. No obstante, se debe acotar que los beneficios de los microtúneles, en cuanto a su mejor productividad, facilidad de manejo e incluso durabilidad de la infraestructura, a mediano y largo plazo, generan mayores beneficios económicos al productor.

El uso de microtúneles en la producción de fresa es una opción viable para los pequeños agricultores, especialmente cuando se presentan condiciones climáticas adversas a los requerimientos climáticos del cultivo, además de la posibilidad de lograr hasta un 30% de mejor producción frente a la media nacional.

Referencias

- Avitia, E. y col. (2014). «Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.)» En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5.3, 519-524. Online: <https://bit.ly/32EpAyO>.
- Bernarda, M. y A. Bawab (2017). «Estudio del proceso de secado de fresa usando horno microondas Study of the strawberry drying process using microwave dryer». En: *Revista Prospectiva* 5.1, 29-34. Online: <https://bit.ly/332Tw7W>.
- Caruso, G. y col. (2011). «Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca* L.) grown in hydroponics». En: *Scientia Horticulturae* 129.3, 479-485. Online: <https://bit.ly/2Xury3Z>.
- Corrêa, L. y N. Peres (2013). «Strawberry Production in Brazil and South America». En: *International Journal of Fruit Science* 13.1-2, 156-161. Online: <https://bit.ly/2QzgnFU>.
- Dominí, A. (2012). «Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.), a través de métodos biotecnológicos». En: *Cultivos Tropicales* 33.3, 34-41. Online: <https://bit.ly/34UzFsT>.
- Estación meteorológica «La Argelia» (2017). *Clima LOJA/LA ARGELIA*.
- Estrada, M. y col. (2017). «Potencialidades para el fortalecimiento de exportación de fresa de Michoacán a Estados Unidos de América». En: *Revista Chapingo Serie Horticultura* 23.3, 135-146. Online: <https://bit.ly/2ra848Q>.
- FAOSTAT (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO., 2017.*
- Ferriol, M. (2010). «Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa». En: *Revista CitriFrut* 27.3005, 72-74. Online: <https://bit.ly/2QxfoG3>.
- Giampieri, F. y col. (2012). «The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health». En: *Nutrition* 28.1, 9-19. Online: <https://bit.ly/2CY19lz>.
- Google Maps (2018).
- Grijalba, C. y col. (2015). «Strawberry yields with high-tunnel and open-field cultivations and the relationship with vegetative and reproductive plant characteristics». En: *Agronomía Colombiana* 33.2, 147-154. Online: <https://bit.ly/35hC8hn>.
- Hollender, C. y col. (2012). «Flower and early fruit development in a diploid strawberry, *Fragaria vesca*». En: *Planta* 235.6, 1123-1139. Online: <https://bit.ly/2raJh49>.
- Ibadango, F. (2017). «Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca* L.), en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura». Tesis de maestría. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Online: <https://bit.ly/2Q3ugMd>.
- Infante Villarreal, A. (1984). *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Juárez, C., M. Rodríguez y M. Sandoval (2007). «Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero». En: *Terra Latinoamericana* 25.1, 17-23. Online: <https://bit.ly/2K9lmJl>.
- Juárez, P. y col. (2011). «Estructuras utilizadas en la agricultura protegida». En: *Revista Fuente* 3.8, 21-27. Online: <https://bit.ly/2Q8k3Ok>.
- Karim, M. y col. (2011). «In vitro response of strawberry (*Fragaria x ananassa* Dutch.) for callus induction and shoot regeneration». En: *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 1.1, 29-36. Online: <https://bit.ly/2Q5UxJK>.
- Khoshnevisan, B., S. Rafiee y H. Mousazadeh (2013). «Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production». En: *European Journal of Agronomy* 50, 29-37. Online: <https://bit.ly/2O3h5Ju>.
- Lamont, J. y J. William (2009). «Overview of the use of high tunnels worldwide». En: *HortTechnology* 19.1, 25-29. Online: <https://bit.ly/2p9nrx5>.

- Ledesma, N., M. Nakata y N. Sugiyama (2008). «Effect of high temperature stress on the reproductive growth of strawberry cvs. "Nyoho" and "Toyonoka"». En: *Scientia Horticulturae* 116.2, 186-193. Online: <https://bit.ly/2QEm9WN>.
- León, L. y col. (2014). «Consideraciones para mejorar la competitividad de la región "El Bajío" en la producción nacional de fresa». En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5.4, 673-686. Online: <https://bit.ly/37k3vta>.
- López, J. y col. (2011). «Strawberry production in mild climates of the world: A review of current cultivar use». En: *International Journal of Fruit Science* 11.3, 232-244. Online: <https://bit.ly/2pCboco>.
- MAG (2018). *Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018*.
- Montero, M. (2016). «Determinación productiva de la frutilla (*Fragaria vesca*) probando dos tipos de acolchamiento y tres distancias de trasplante en la zona agroecológica de Guano». Tesis de grado. Universidad Estatal de Bolívar. Online: <https://bit.ly/2KbMIUy>, pág. 102.
- Nin, S. y col. (2018). «Soilless systems as an alternative to wild strawberry (*Fragaria vesca* L.) traditional open-field cultivation in marginal lands of the Tuscan Apennines to enhance crop yield and producers' income». En: *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 93.3, 323-335. Online: <https://bit.ly/2Xus6H5>.
- Ortiz, J. y col. (2016). «Inoculación bacteriana en el crecimiento y calidad del fruto de cinco variedades de fresa en suelos con pH contrastante». En: *Terra Latinoamericana* 34.2, 177-185. Online: <https://bit.ly/2NDuUy9>.
- Otto, R. y col. (2009). «Cultivares de morango de día neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão». En: *Horticultura Brasileira* 27.2, 217-221. Online: <https://bit.ly/2KaN88d>.
- Patiño, D. y col. (2013). *Manual técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas*. Ed. por Curso actualización en el cultivo de fresa SADRA. Online: <https://bit.ly/2QbHtT5>.
- Pérez, M. y col. (2017). «Atributos de calidad en frutos de fresa "capitola" cosechados en diferentes condiciones climáticas en Venezuela». En: *Bioagro* 29.3, 163-174. Online: <https://bit.ly/36Quvjv>.
- Pernuzz, C. y col. (2016). «Evaluación de la conveniencia de los macrotúneles en comparación con microtúneles para el cultivo de frutilla en Coronda». En: *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 15.2, 51-62. Online: <https://bit.ly/2NBMkLw>.
- Pineda, D. (2017). «Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo / beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido Linear programming model design for production planning in a st». En: *Ingenierías USBMed* 8.1, 7-11. Online: <https://bit.ly/2D1dp4E>.
- Poveda, C. y col. (2018). «Eficiencia de polinización de colonias huérfanas de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) en fresa (*Fragaria x ananassa*) bajo cubierta». En: *Acta Biológica Colombiana* 23.1, 73-79. Online: <https://bit.ly/2XtmdtD>.
- Pradas, I. y col. (2015). «"Fuentepina" and "Amiga", two new strawberry cultivars: Evaluation of genotype, ripening and seasonal effects on quality characteristics and health-promoting compounds». En: *Journal of Berry Research* 5.3, 157-171. Online: <https://bit.ly/2r3kxeq>.
- Radin, B. y col. (2011). «Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul». En: *Horticultura Brasileira* 29.3, 287-291. Online: <https://bit.ly/32ZPbCF>.
- Rodríguez, G. y col. (2012). «Capacidad de propagación y calidad de planta de variedades Mexicanas y extranjeras de fresa». En: *Revista Chapinango Serie Horticultura* 18.1, 113-123. Online: <https://bit.ly/2X5APPV>.
- Rowley, D., B. Black y D. Drost (2010). «High Tunnel Strawberry Production». Tesis de maestría. Logan: Utah State University Cooperative Extension. Online: <https://bit.ly/2pBe75Q>.
- Rubio, S. y col. (2014). «Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel». En: *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8.1, 67-79. Online: <https://bit.ly/2CZZVGo>.
- Santoyo, J. y C. Martínez (2010). *Paquete tecnológico para la producción de fresa*. Inf. téc. Sagarpa. Online: <https://bit.ly/32HQLJn>.
- Undurraga, P. y S. Vargas (2013). *Manual de Frutilla, Boletín INIA N 262*. Chillán, Chile.: Editorial Trama Impresores S.A. Online: <https://bit.ly/37gzN8p>.
- Verdugo, W. (2011). «Introducción de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) y técnica de fertilización empleando cuatro biofertilizantes líquidos

- dos en Pablo Sexto - Morona Santiago». Tesis de maestría. Universidad Técnica de Ambato. Online: <https://bit.ly/2CzijG3>.
- Vignolo, G. y col. (2011). «Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio». En: *Ciência Rural* 41.10, 1755-1761. Online: <https://bit.ly/35dmxzt>.
- Vizcaino, L. (2011). «Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa – Pichincha». Tesis de maestría. Universidad San Francisco de Quito. Online: <https://bit.ly/34PRYQ8>.
- Yaselga, R. (2015). «Rendimiento de dos variedades de fresa (Fragaria vesca L.) bajo dos tipos de cobertura de suelos en sistemas de microtúneles». Tesis de maestría. Carchi – Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Online: <https://bit.ly/2KaRKv2>.