

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Trabajo Final de Graduación para optar por el grado académico de
Licenciatura en Economía Agrícola con énfasis en Agroambiente

Bajo la modalidad de:

Proyecto de Graduación

*Evaluación económica para la producción del híbrido de chile dulce
(Capsicum annuum) "Dulcítico" en invernadero, mediante el enfoque de
presupuestos parciales, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit
Moreno, Alajuela, Costa Rica*

Gerardo Alonso Camacho Arce

A81208

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Julio, 2017

Hoja de aprobación

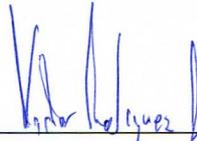
Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad de Costa Rica, como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Economía Agrícola con énfasis en Agroambiente.



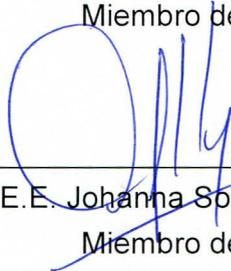
M.G.A. Enrique Montenegro Hidalgo
Director de la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios



M.Sc. Alexis Villalobos Monge
Director del Proyecto de Graduación



M.Sc. Víctor Rodríguez Lizano
Miembro del Tribunal



M.E.E. Johanna Solórzano Thompson
Miembro del Tribunal



M.Sc. Luis Fernando Morales Abarca
Miembro del Tribunal



Gerardo Alonso Camacho Arce
Postulante

“La agricultura, para un hombre honorable y de alto espíritu, es la mejor de todas las ocupaciones y artes por medio de las cuales un hombre puede procurarse el sustento”

Jenofonte

Dedicatoria

A Dios, quien todo lo puede y todo lo da; por ser fuente de luz y conocimiento.

A mi familia, por ser mi soporte e inspiración.

A la memoria de mis seres amados que ya partieron.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia, especialmente a mi madre Ana Cecilia Arce, a mi abuela, mi hermana y mis tíos, por todo el apoyo brindado para la culminación de mi carrera; por creer en mí, por enseñarme que el trabajo duro es el culmen del éxito y que todo esfuerzo tiene su recompensa, por ser fuente constante de esperanza y motivación en mi vida.

Agradezco a mi director, Alexis Villalobos, por la guía y acompañamiento permanente a lo largo del desarrollo del trabajo, por sus valiosos comentarios que fueron una clara orientación en la ejecución del proyecto.

A los miembros del comité asesor: Johanna Solórzano, Víctor Rodríguez y Fernando Morales, por sus comentarios y observaciones durante el desarrollo del proyecto y el transcurso de la carrera, que contribuyeron a mi crecimiento profesional.

A Carlos Echandi, por el suministro de los rendimientos históricos del Dulcítico y por compartir conmigo parte de su experiencia en la producción del híbrido.

A Diego Fallas por proporcionarme los datos de calidad y productividad del Dulcítico en los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo.

A los productores de chile dulce de Trojas y Santa Elena que compartieron conmigo su valioso conocimiento en la producción del Dulcítico.

A mis amigos de la universidad, por las enriquecedoras e inolvidables experiencias compartidas, por ser también apoyo y motivación.

A Elvis Araya, por su desinteresada colaboración en la ejecución de las labores agronómicas en el invernadero de la estación experimental, que permitieron recabar los datos para la estimación de la mano de obra, por la información suministrada acerca de la producción y manejo del Dulcítico y por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto, sin el cual no habría sido posible concluir este trabajo.

Índice general

Hoja de aprobación	II
Dedicatoria	IV
Agradecimientos.....	V
Índice de cuadros	X
Índice de figuras.....	XIII
Lista de abreviaturas.....	XIV
Resumen.....	XV
1. Introducción.....	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Descripción general del problema	4
4. Justificación.....	6
5. Marco referencial.....	7
5.1. Marco de antecedentes	7
5.2. Marco teórico-conceptual.....	14
5.2.1. Híbrido Dulcítico	14
5.2.2. La investigación en fincas	15
5.2.3. El presupuesto parcial.....	16
5.2.4. Análisis económico mediante presupuesto parcial.....	17
5.2.4.1. Costos variables	18
5.2.4.2. Precio de campo del cultivo.....	18
5.2.4.3. Rendimiento ajustado	19
5.2.4.4. Beneficio bruto de campo y beneficio neto	20
	VI

5.2.5. El análisis marginal	20
5.2.5.1. Análisis de dominancia	20
5.2.5.2. Tasa de retorno marginal.....	21
5.2.5.3. Tasa de retorno mínima aceptable	22
5.2.6. Toma de decisiones con presupuestos parciales.....	22
5.3. Marco geográfico-temporal.....	23
6. Diseño metodológico	24
6.1. Tipo de investigación	24
6.2. Fuentes de información	24
6.3. Diseño del ensayo	25
6.3.1. Material vegetal.....	25
6.3.2. Descripción de los tratamientos	26
6.4. Metodología del presupuesto parcial	30
6.5. Variables consideradas para la investigación	34
6.6. Operacionalización de las variables	34
7. Resultados	38
7.1. Identificación de los costos variables.....	38
7.1.1. Materiales.....	38
7.1.2. Mano de obra	43
7.2. Estimación de los precios de campo de los insumos.....	46
7.3. Estimación de los costos que varían.....	46
7.3.1. Estimación de los costos de los materiales variables.....	47
7.3.1.1. Costo de los materiales variables del establecimiento del cultivo..	47
7.3.1.2. Costo de los materiales variables del sistema de riego	49
7.3.1.3. Costo de los materiales variables del sistema de tutorado	52

7.3.1.4. Costo de los materiales variables del fertirriego	54
7.3.1.5. Costo total de los materiales variables	60
7.3.2. Estimación de los costos de la mano de obra variable.....	61
7.3.2.1. Requerimiento de mano de obra en la preparación de las bolsas .	61
7.3.2.2. Requerimiento de mano de obra en el sistema de riego	67
7.3.2.3. Requerimiento de mano de obra en el establecimiento del cultivo	69
7.3.2.4. Requerimiento de mano de obra en el sistema de tutorado	70
7.3.2.5. Requerimiento de mano de obra en la deshija y deshoja	74
7.3.2.6. Requerimiento de mano de obra en el amarre	75
7.3.2.7. Requerimiento de mano de obra en la cosecha	77
7.3.2.8. Requerimiento de mano de obra en la clasificación de la cosecha	78
7.3.2.9. Costo total de la mano de obra variable	82
7.3.3. Costo variable total.....	84
7.4. Estimación de los precios de campo.....	85
7.4.1. Precio de mercado del producto.....	85
7.4.2. Costos unitarios de cosecha y comercialización	88
7.4.3. Precio de campo del producto.....	88
7.5. Rendimiento.....	94
7.5.1. Rendimiento obtenido	94
7.5.2. Ajuste al rendimiento.....	103
7.6. Estimación de los beneficios brutos de campo	104
7.7. Estimación de los beneficios netos de campo	107
7.8. Análisis de dominancia	108
7.9. Análisis marginal.....	109
7.9.1. Determinación del tratamiento más rentable	110

7.10. Variables de importancia para la producción del Dulcítico.....	113
7.10.1. Validación por juicio de expertos.....	113
7.10.2. Identificación de las variables de importancia para los productores.	115
8. Conclusiones.....	123
9. Recomendaciones.....	126
10. Bibliografía	128
Anexo 1. Instructivo para valorar las variables productivas de mayor importancia para productores de chile dulce	133
Anexo 2. Cantidad promedio de hebras utilizadas para amarre por planta.....	137
Anexo 3. Cantidad de fertilizante aplicado según la etapa del cultivo	139
Anexo 4. Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo	141
Anexo 5. Análisis de sensibilidad del beneficio del mejor tratamiento.....	146

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tratamientos combinados de densidad de siembra y volúmen de sustrato	26
Cuadro 2. Cantidad de plantas según tratamiento	27
Cuadro 3. Operacionalización de las variables	35
Cuadro 4. Fuente de variación de los costos variables identificados	42
Cuadro 5. Fuente de variación de las actividades de mano de obra variable identificadas	44
Cuadro 6. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables en el establecimiento del cultivo	47
Cuadro 7. Costo (¢) de los materiales variables del establecimiento del cultivo, según tratamiento.....	49
Cuadro 8. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables del sistema de riego	50
Cuadro 9. Costo (¢) de los materiales variables del sistema de riego, según tratamiento	51
Cuadro 10. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables del sistema de tutorado	53
Cuadro 11. Costo (¢) de los materiales variables del sistema de tutorado, según tratamiento	54
Cuadro 12. Cantidad de fertilizante (kg) aplicada durante el ciclo de vida del cultivo	56
Cuadro 13. Costo (¢) total y unitario de adquisición de los fertilizantes	57
Cuadro 14. Costo (¢) de los fertilizantes aplicados por tratamiento	58
Cuadro 15. Costo (¢) del agua aplicada por tratamiento	59
Cuadro 16. Costo (¢) de los materiales variables empleados en cada tratamiento	60
Cuadro 17. Tiempo (min) para el llenado de bolsas con sustrato según tratamiento	62

Cuadro 18. Tiempo (min) requerido para el cargamento de bolsas con sustrato según tratamiento.....	63
Cuadro 19. Tiempo (min) de traslado de las bolsas al interior del invernadero.....	64
Cuadro 20. Tiempo (min) de descarga de las bolsas en el interior del invernadero	64
Cuadro 21. Tiempo (min) de enrollado y distanciamiento de bolsas en el invernadero	65
Cuadro 22. Tiempo (min) de corte de bolsas en el invernadero.....	66
Cuadro 23. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación de bolsas por tratamiento	66
Cuadro 24. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación del sistema de riego por tratamiento	68
Cuadro 25. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación de establecimiento del cultivo por tratamiento	70
Cuadro 26. Tiempo (h) requerido en el proceso de establecimiento del sistema de tutorado por tratamiento	73
Cuadro 27. Tiempo (min y h) requerido en el proceso de deshija y deshoja por tratamiento	75
Cuadro 28. Tiempo (s) requerido para el amarre total de una planta en su respectivo tratamiento	76
Cuadro 29. Tiempo (h) requerido para el amarre total de las plantas en cada tratamiento	76
Cuadro 30. Tiempo (h) requerido para la cosecha de Dulcítico en cada tratamiento	78
Cuadro 31. Tiempo (min y h) requerido para la clasificación del Dulcítico en calidades según tratamiento.....	80
Cuadro 32. Tiempo (h) requerido de mano de obra variable en cada tratamiento	82
Cuadro 33. Costo (¢) de la mano de obra variable por tratamiento.....	83
Cuadro 34. Costo (¢) variable total por tratamiento.....	84
Cuadro 35. Precios (moda) (¢) de la java de Chile según calidad	86

Cuadro 36. Tiempo requerido (h) para cosecha y clasificación del Dulcítico, según tratamiento	89
Cuadro 37. Costo (¢) de cosecha y clasificación del Dulcítico según calidad y tratamiento	90
Cuadro 38. Precio (¢ por java) de campo del Dulcítico por tratamiento, según calidad y fecha de cosecha	92
Cuadro 39. Rendimiento (en kg) de Dulcítico por tratamiento, según cosecha y calidad.....	96
Cuadro 40. Rendimiento (en jvas) de Dulcítico por tratamiento, según cosecha y calidad.....	98
Cuadro 41. Rendimiento agronómico obtenido de Dulcítico.....	100
Cuadro 42. Rendimiento obtenido (en jvas) de Dulcítico por tratamiento, según calidad.....	101
Cuadro 43. Rendimiento (tn/ha) de Dulcítico según tratamiento	103
Cuadro 44. Beneficio bruto de campo por calidad y tratamiento	105
Cuadro 45. Beneficios netos de campo según cada tratamiento	107
Cuadro 46. Análisis de dominancia para cada tratamiento experimental.....	108
Cuadro 47. Información de los productores de Dulcítico entrevistados.....	114
Cuadro 48. Resultados de la validación por juicio de expertos	115
Cuadro 49. Evaluación de las variables para la adopción del Dulcítico.....	118
Cuadro 50. Evaluación de los costos de materiales en la producción del Dulcítico	120
Cuadro 51. Evaluación de los costos de mano de obra en la producción del Dulcítico.....	121

Índice de figuras

Figura 1. Distribución aleatoria de los tratamientos.....	28
Figura 2. Tamaño de las bolsas según volumen de sustrato.	39
Figura 3. Objeto compuesto de riego.	40
Figura 4. Elementos del sistema de tutorado.	41
Figura 5. Baldes empleados para la medición del sustrato según volumen.	62
Figura 6. Ganchos con mecate colocados en el interior del invernadero.	71
Figura 7. Anillos con mecate anclado.....	72
Figura 8. Composición del costo variable total según tratamiento.	85
Figura 9. Comportamiento del precio de chile durante el periodo de cosecha.	87
Figura 10. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico por cosecha.	94
Figura 11. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico según calidad, por cosecha.....	95
Figura 12. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico por tratamiento.	101
Figura 13. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico según calidad y tratamiento.	102
Figura 14. Distribución porcentual del costo de los materiales del tratamiento más rentable.	111
Figura 15. Distribución porcentual del costo de mano de obra del tratamiento más rentable.	112
Figura 16. Distribución porcentual de los componentes del costo variable total.	113

Lista de abreviaturas

AVRDC	Asian Vegetable Research and Development Center
BCCR	Banco Central de Costa Rica
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
CENADA	Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
EEAFBM	Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
ITCR	Instituto Tecnológico de Costa Rica
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
ONS	Oficina Nacional de Semillas
UCR	Universidad de Costa Rica
TAMIR	Tasa Mínima de Retorno
TRM	Tasa de Retorno Marginal

Resumen

En el año 2013, se liberó en Costa Rica el híbrido de chile dulce Dulcítico producido en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, con la intención de poner a disposición de los productores nacionales una semilla de alta calidad, adaptada a las condiciones agroecológicas locales; tras su liberación se han realizado validaciones técnicas del cultivo en diferentes regiones y modalidades de producción. En el año 2016 se realizó en la misma estación un ensayo con seis tratamientos experimentales que combinó dos densidades de siembra (baja y alta, 1,4 y 2,4 plantas/m² respectivamente) con tres volúmenes de sustrato (7, 14 y 21 L) para probar el efecto de la dinámica del agua y la productividad agronómica del Dulcítico. Sin embargo, no se tenía reporte de estudios que evaluaran el componente económico en la producción del híbrido; por ello, se aplicó el enfoque de los presupuestos parciales para la valoración de los tratamientos del ensayo. Este enfoque fue desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo para la valoración económica de experimentos agrícolas y en su aplicación se consideran únicamente los costos variables de la producción, ya que estos son los que se vinculan a la incorporación de cambios en el componente productivo. En el ensayo se identificaron dos fuentes variables de costos: materiales (su nivel de uso varió con respecto a la cantidad de plantas de cada tratamiento y al volumen de sustrato probado) y mano de obra. Los resultados del desarrollo de los presupuestos parciales reflejaron que la mejor relación de costo-beneficio se obtuvo con el tratamiento que empleó densidad baja con 7 L de sustrato, por lo que se consideró el tratamiento económicamente más conveniente de todos los evaluados; los resultados también indican que el principal componente del costo variable total se refiere a los materiales en todos los tratamientos. Los resultados obtenidos con los presupuestos parciales se complementaron con un análisis de sensibilidad del beneficio del mejor tratamiento y con una validación por juicio de expertos de las variables que estos consideran de mayor importancia para la producción del Dulcítico.

Palabras clave: Dulcítico, costos variables, presupuestos parciales, dominancia, juicio de expertos.

1. Introducción

En la administración de fincas es necesario el empleo de herramientas de evaluación de recursos para hacer frente al riesgo que rodea la toma de decisiones técnicas, productivas y económicas. Estas herramientas pretenden ayudar a los agricultores al cumplimiento de sus objetivos productivos, entre los que se encuentra el obtener un retorno económico como resultado de la actividad que desempeñan (CIMMYT, 1988; Miranda, 2002).

Por lo anterior, la tecnología agrícola requiere de un mejoramiento continuo que favorezca una adecuada producción de los cultivos a nivel de finca; es así como la investigación y extensión agrícola ayudan a desarrollar y transferir a los agricultores nuevas tecnologías apropiadas para los cultivos en condiciones productivas específicas. Sin embargo, algunas de las nuevas tecnologías desarrolladas no son adoptadas por los agricultores debido a que no ofrecen ventajas económicas frente a los métodos comunes de producción, o bien porque en ocasiones los agricultores prefieren no implementar una opción que les ofrezca resultados más redituables para no incrementar los factores de riesgo (Horton, 1982; CIMMYT, 1988).

Ante este panorama, existen herramientas que proporcionan la base del análisis ante una amplia gama de alternativas en las decisiones agrícolas; una de ellas es el enfoque de presupuestos parciales, el cual proporciona información útil para tomar decisiones en los procesos de investigación, extensión y adopción, debido a que facilita la toma de decisiones al comparar costos y beneficios de las alternativas a las que se enfrenta una actividad agrícola; a su vez permite evaluar modificaciones en lo practicado por el agricultor para determinar la técnica económicamente más conveniente (Horton, 1982; French, 1989; Harper, Cornelisse, Kime, & Hyde, 2014).

Por lo anterior, se utilizó el enfoque de los presupuestos parciales para evaluar económicamente la producción del híbrido de chile dulce (*Capsicum annuum*) “Dulcítico” en invernadero. Este híbrido fue generado en Costa Rica por

investigadores nacionales y liberado en el país en el año 2013, otorgando desde entonces a los productores de chile dulce del país la posibilidad de adquirir semilla de alta calidad adaptada a las condiciones agroecológicas locales para mejorar las condiciones productivas de este cultivo; sin embargo, por su reciente colocación en el mercado nacional, existe la necesidad de generar más investigación que valide las características promisorias del híbrido referidas a diversas condiciones de manejo tanto agronómicas como tecnológicas.

Por tanto, esa investigación debe acompañarse de evaluaciones económicas con el fin de presentar a los agricultores un panorama completo de la producción del Dulcítico en invernadero, es decir que incluya tanto el componente agronómico como el económico, que asociados le ayuden a alcanzar sus objetivos productivos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Evaluar mediante el enfoque de presupuestos parciales seis tratamientos experimentales para la producción del híbrido de chile dulce “Dulcítico” en invernadero, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar los costos variables asociados a cada tratamiento experimental.
- Desarrollar el análisis de dominancia para cada tratamiento experimental.
- Efectuar el análisis marginal para los tratamientos experimentales no dominados.
- Analizar a partir de los resultados del presupuesto parcial las variables productivas de mayor valor para pequeños productores de chile dulce.

3. Descripción general del problema

En Costa Rica existen 4.465 fincas dedicadas a la producción hortícola, las cuales representan el 4,8% del total de fincas agropecuarias a nivel nacional. Dentro de esta actividad, 2.365 fincas se dedican a la producción de chile, lo cual representa aproximadamente el 53% de la producción hortícola del país (INEC, 2015).

Dada la importancia del cultivo de chile en el sector hortícola nacional, el disponer de semilla de buena calidad es fundamental para una adecuada producción; sin embargo, Bolaños-Herrera (2001) señala que la poca producción de semillas de hortalizas en Costa Rica tanto en volumen producido como en número de especies reproducidas, ha influido en la necesidad de que el productor nacional recurra a la importación de semillas para el establecimiento de sus plantaciones. No obstante, las semillas importadas que se siembran son producidas para otras condiciones y no siempre se adaptan al clima y suelo de Costa Rica, debido a que son materiales genéticos mejorados para condiciones agroecológicas de los países del primer mundo (Bolaños-Herrera, 2001; Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014).

Ante este panorama, el Programa de Mejoramiento Genético de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica (UCR) logró generar luego de años de investigación un híbrido de chile dulce que se caracteriza por ofrecer a los productores altos rendimientos agronómicos, excelente sabor, gran calidad y buen tamaño de los frutos, así como mayor resistencia a plagas y enfermedades. El híbrido se nombró “Dulcítico” y se desarrolló con el objetivo de brindar a los productores nacionales de chile dulce una semilla más productiva y con la posibilidad de adquirirla a precios más competitivos que el material importado (IICA, 2013a; Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014).

Sin embargo, aunque el material producido es de excelente calidad, existe necesidad de generar investigación en la producción comercial del híbrido, que

permita conocer la respuesta de este en diferentes escenarios y condiciones de manejo agronómico que propicien el máximo aprovechamiento de su potencial genético. Por ello, se diseñó un ensayo con seis tratamientos experimentales en la EEAFBM para evaluar el efecto de la densidad de siembra y del volumen de sustrato empleado en la producción del Dulcítico en invernadero.

Lo anterior representa la necesidad de generar evidencia científica para la divulgación a la comunidad del sector hortícola sobre la respuesta del híbrido a diferentes condiciones de manejo agronómico. Sin embargo, no existen a la fecha estudios de índole económico que evalúen los beneficios generados por la producción del Dulcítico en Costa Rica; por ello, se requiere generar evaluaciones económicas que consideren la respuesta de este híbrido en diferentes escenarios productivos.

Ante este panorama, el dar a conocer y recomendar a los productores de Chile un tratamiento agrícola que sea capaz de generar el mayor beneficio económico como resultado del cultivo del híbrido Dulcítico en invernadero, representa la posibilidad de facilitar el manejo de la plantación y la toma de decisiones en sus sistemas productivos, así como mejorar sus condiciones de vida y crecimiento de la actividad al asegurar la obtención del máximo beneficio económico posible.

4. Justificación

Según los resultados del VI Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2014, las fincas dedicadas a la producción de chile en Costa Rica concentran más de la mitad del total de fincas dedicadas a la producción hortícola del país (INEC, 2015); por ello, el acceder a material vegetal de alta calidad para el establecimiento de las plantaciones es vital para un adecuado desarrollo del sector. Sin embargo, no basta con poner a disposición de los productores nacionales una semilla que ofrezca mejores resultados que los obtenidos por los cultivares utilizados en los últimos años¹, ya que existe la necesidad de sugerir tratamientos agronómicos validados que garanticen esos resultados (Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014).

Debido a esto, esta investigación genera información de índole económico que le permita al productor implementar un tratamiento técnico de combinación de volumen de sustrato y densidad de siembra para el cultivo del híbrido Dulcítico en invernadero, que propicie el logro del mayor beneficio económico. La evaluación económica planteada representa el desarrollo de información actual que facilite a los productores de chile dulce la toma de decisiones en sus sistemas productivos.

De tal manera, este trabajo constituye una novedad para el sector hortícola nacional dada la reciente liberación comercial del híbrido, a su vez, puede contribuir a poner a disposición de los productores información que no tome en consideración únicamente los componentes de productividad agronómica del cultivo, sino también que considere las variables económicas que le permitan obtener el mayor beneficio como resultado de la producción del Dulcítico. La consideración de ese beneficio se obtiene gracias a la aplicación del enfoque de los presupuestos parciales, en donde se determina el tratamiento económicamente más conveniente, además, ese resultado es posible complementarlo con otros tipos de análisis, como el análisis marginal, a fin de facilitar la recomendación de un determinado tratamiento.

¹ Cultivares: Cortés, Fabuloso, Garabito, Nathalie y 42-12.

5. Marco referencial

5.1. Marco de antecedentes

Los pioneros en el análisis de experimentos agrícolas fueron los miembros del Programa de Economía Agrícola del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), quienes en 1976 publicaron el primer manual de esta metodología (Reyes-Hernández, 2001). En dicha metodología se incluía el análisis de presupuestos parciales como una opción que facilitaba al agricultor la organización de datos experimentales de distintos tratamientos alternativos, para obtener los costos y beneficios de estos y así simplificar la elección entre un tratamiento u otro. En el año 1988 se publicó una versión mejorada de esta metodología con nuevas maneras de exponer el enfoque y con algunos aspectos más detallados (Reyes-Hernández, 2001).

Años más tarde, Reyes-Hernández (2001) expone en su trabajo “Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque” la manera de utilizarlo, mediante la definición de una serie de pasos que constituyen la construcción y el análisis económico con el empleo de los presupuestos parciales. Lo anterior permite una concepción más clara del desarrollo y análisis de este enfoque, facilitando su uso y su aplicación.

En el ámbito internacional esta metodología se ha aplicado en diversos países; por ejemplo, en Guatemala fue utilizada por Calvo-Domingo, Pacheco, French y Alvarado (1989) para evaluar la factibilidad de utilizar un manejo supervisado de aplicación de plaguicidas para el control del picudo de Chile (*Anthonomus eugenii* Cano) por medio del criterio de aplicación según los expertos, en lugar de emplear la práctica común de aplicaciones de plaguicidas de forma calendarizada por los productores (que no considera el nivel de infestación de la plaga ni el nivel de pérdida correspondiente). Para ello, diseñaron cuatro dosis con productos químicos: Malation/metil-paration, Cyflutrin, Azinfos-metil y Malation-Propoxur; cuyas aplicaciones se realizaron según manejo supervisado o aplicación calendarizada a parcelas independientes de Chile. Mediante el empleo

de los presupuestos parciales se determinó que los tratamientos que emplearon el control supervisado en las aplicaciones dominaron sobre los tratamientos que utilizaron la calendarización, lo anterior sugiere que cuando las aplicaciones de los plaguicidas se basan en el criterio de decisión hay una eficiencia económica en su uso, lo cual permite racionalizar los plaguicidas según un criterio económico (Calvo-Domingo et al., 1989).

En el año 2000, se utilizaron los presupuestos parciales para la comparación técnica y económica de dos cultivares de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en tres medios de producción en condiciones de macrotúnel en Honduras. En el ensayo se utilizaron los cultivares Keystone Resistant Giant (KRG) y Plutona, y los medios de producción utilizados fueron: el suelo, sustrato con proporción de 58: 34: 8 de compost, casulla semiquemada de arroz y arena y sustrato con proporción de 38: 50: 12 (Chiriboga-Torres, 2000). El análisis económico desarrollado por Chiriboga-Torres (2000) para la validación económica del ensayo reflejó que los tratamientos que emplearon el cultivar Plutona fueron dominados sobre los que utilizaron la variedad KRG, y que dentro de los tratamientos con KRG el más rentable fue el que utilizó la composición de sustrato casulla semiquemada de arroz y arena y sustrato con proporción de 38: 50: 12.

Otra aplicación de esta metodología fue el análisis económico desarrollado por Duque-Orrego, Posada-Suárez y Alvarado-Alvarado (2005) para el empleo de variedades de café resistentes a la roya en Colombia. Dicho análisis se basó en el desarrollo de seis nuevas variedades regionales de café resistentes a la roya y derivadas de la variedad Castillo®, estas fueron: Naranjal, El Rosario, Santa Bárbara, Pueblo Bello, Paraguacito y La Trinidad. Para la decisión de la adopción de una nueva variedad se analizó la que generara mayores retornos económicos por medio de diferentes metodologías, entre las que se incluyó los presupuestos parciales. Al realizar este análisis se determinó que todas las variedades producen efectos positivos en el ingreso neto (medido por hectárea), siendo la variedad El Rosario la que generó mayor ingreso neto por hectárea.

En Cuba, en el año 2007, se emplearon los presupuestos parciales para determinar las ventajas económicas de la incorporación de leguminosas nativas en fincas ganaderas, con el fin de conocer la influencia de estas plantas en la producción lechera (Guevara-Viera et al., 2007). Para ello, se empleó un sistema comparativo en la alimentación del ganado con tres variantes tecnológicas: gramíneas + leguminosas nativas, gramíneas + concentrado y sólo gramíneas. El análisis económico desarrollado con la metodología de presupuestos parciales determinó que la explotación de leguminosas nativas asociadas en los pastizales produjo beneficios extra muy superiores a las gramíneas solas, e inferiores al empleo de concentrado (Guevara-Viera et al., 2007); no obstante, Guevara-Viera et al. (2007) recomiendan el empleo de las gramíneas asociadas con leguminosas debido a que esta asociación propicia una mayor estabilidad para los sistemas lecheros, pues no se depende de un recurso externo como es el caso del concentrado.

En el año 2008, también en Cuba se utilizó la metodología de presupuestos parciales para evaluar las posibilidades bioeconómicas de integración de cultivos de ciclo corto dentro de un sistema de producción ganadera, analizando el cambio neto de utilidades en cada tratamiento de cultivar de ciclo corto. Los tratamientos empleados para la integración de cultivos fueron: vigna + leucaena, sorgo + leucaena, ajonjolí + leucaena y un tratamiento de control (leucaena). El cambio neto de utilidades determinó ventajas económicas para los tres tratamientos analizados, siendo el de ajonjolí + leucaena el que alcanzó la mayor utilidad neta en comparación con los otros dos tratamientos (Soto-Serna, Guevara-Viera, Estévez-Alfayate, & Guevara-Viera, 2008).

De manera más reciente, Gaón-Sarmiento (2012) evaluó en Ecuador el efecto y la persistencia de glifosato en el cultivo de cacao en la provincia de Sucumbíos. En dicho análisis se evaluaron siete tratamientos: cinco con diferentes dosis de herbicida, y dos testigos, el primero de ellos sin aplicación de herbicida pero con control técnico del cultivo y el segundo sin aplicación de herbicida pero con manejo del agricultor. Para conocer la rentabilidad económica vinculada con el

manejo del cultivo (referida a los tratamientos de los dos testigos, en los cuales no se determinó presencia de glifosato) se empleó la metodología de presupuestos parciales. El resultado del análisis reflejó que el tratamiento que generó mayor rendimiento tanto en productividad agronómica (kg/ha/año) como en beneficio neto monetario fue el tratamiento del testigo uno: sin aplicación de herbicida y con manejo técnico del cultivo.

También en el año 2012, los presupuestos parciales fueron utilizados en Honduras en una comparación económica de control biológico versus control químico del ácaro araña roja (*Tetranychus urticae*) en el cultivo de chile. Este ácaro inserta su estilete en las hojas succionando su contenido lo cual causa clorosis en la planta, esto evita la producción de energía para el cultivo que afecta al rendimiento de producción de frutos (Ruano-Ortiz, 2012). El control químico consistía en la aplicación de acaricidas mientras que el biológico en el empleo de un depredador natural (*Neoseiulus longispinosus*). Este trabajo desarrollado por Ruano-Ortiz (2012) reflejó que el mayor beneficio neto se obtiene de la utilización de control biológico.

También Quintanilla-Ruilova (2013) empleó esta metodología en Ecuador para determinar el efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soya. Para ello se diseñaron 14 tratamientos de aplicación de la fertilización en distintas dosis (siete en el suelo y siete vía foliar). Por medio de la aplicación de los presupuestos parciales se determinó que el tratamiento tres fue el que generó el beneficio bruto más alto, es decir la aplicación de la fertilización fósforo-potásica al suelo (cultivar 10485 + aplicaciones de 1 L/ha de Foska aplicados al suelo y a la base de las plantas, a los 30 días de edad del cultivo).

En Costa Rica esta metodología ha sido empleada en la valoración económica de diversas actividades agronómicas desde su publicación en el año 1976. La primera aplicación en el país fue posiblemente la de Berrocal-Murillo (1976) cuando la empleó en la finca “Procesa Ltda” ubicada en Alajuela y dedicada a la producción de hortalizas, frutales, caña, vivero y maíz para

determinar cuál de una serie de alternativas de actividades agronómicas era la óptima para maximizar los ingresos de la empresa. Estas actividades fueron: cultivo de camote, cebollín, chile dulce, pepino y vainica (Berrocal-Murillo, 1976). Por medio del empleo de los presupuestos parciales se determinó que la totalidad del área de la finca debía ser sembrada de camote, pues fue la alternativa más rentable, aunque se reconoció tener incertidumbre del comportamiento futuro de la demanda y el precio del producto.

Posteriormente, Brioso de León (1979) empleó esta metodología en la valoración económica de una serie de tratamientos aplicados a la siembra de maíz asociado con frijol o a la siembra de camote en Turrialba (plantación del camote en sucesión a la asociación de maíz-frijol); los tratamientos incluían fertilización con N, P y K en diferentes dosis y momentos de aplicación. Con la evaluación económica mediante el empleo de presupuestos parciales se determinó que la dosis de fertilización de N-P-K más baja aplicada a la asociación de cultivos (maíz-frijol) generó el mayor beneficio neto; a su vez, la dosis más baja en N-P-K aplicada al camote posterior a la cosecha del cultivo asociado también representó la opción que generara mayor beneficio neto en la producción de ese tubérculo; por lo tanto se concluyó que la fertilización con dosis bajas para ambos sistemas generaban el mayor beneficio económico.

También French (1989) utilizó los presupuestos parciales en un estudio elaborado en el Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE) para comparar los ingresos netos resultantes de dos diferentes métodos para el control de malezas en la producción de maíz en Pocora, Guácimo; estos métodos estaban representados por el no uso de herbicidas versus el empleo de herbicidas como nueva alternativa para el agricultor en época de escasez de mano de obra. Aunque las dos alternativas requerían opciones de chapia, la cantidad de mano de obra demandada era diferente (French, 1989). Con la aplicación de presupuestos parciales French (1989) determinó que la alternativa que generaba el mayor ingreso neto parcial al agricultor era el uso de herbicidas.

Una década más tarde, Flores, Hernández, Acosta y Montero (1999) utilizaron los presupuestos parciales para validar el análisis económico de la utilización del inoculante *Rhizobium* sp. en la producción de frijol en dos comunidades de la región Brunca: Changuena de Buenos Aires y Pejibaye de Pérez Zeledón. El propósito de emplear el inoculante en el cultivo de frijol era disminuir la aplicación de fertilizantes químicos, para lo cual se emplearon cuatro tratamientos: testigo absoluto, inoculante (0,7 kg/ha), inoculante + fertilizante 10-30-10 (0,7 y 63 kg/ha respectivamente) y fertilizante 10-30-10 (125 kg/ha) (Flores et al., 1999). Con el empleo de la metodología de los presupuestos parciales se determinó que la aplicación del inoculante fue una práctica rentable para los agricultores de Changuena, puesto que el uso de solo inoculante produjo el mayor beneficio neto; no así para la zona de Pejibaye, en donde el mayor beneficio neto se obtuvo del uso de solo fertilizante (Flores et al., 1999).

Siguiendo esa línea de investigación, Acuña et al. (2001) evaluaron la inoculación de plantaciones de frijol con *Rhizobium* sp. con el fin de aumentar la fijación de nitrógeno y con ello incrementar la producción comercial de frijol. Para eso establecieron cuatro tratamientos: testigo absoluto, inoculado, fertilización intermedia e inoculación y fertilización recomendada, en 45 sitios distribuidos en Costa Rica (20), Panamá (10), Nicaragua (10) y El Salvador (5) (Acuña et al., 2001). Los resultados del análisis económico evaluado mediante presupuestos parciales reflejaron que en la región centroamericana del 80% de los sitios analizados, el tratamiento que generaba mayor beneficio era el uso de inoculante; de acuerdo con ello y con los resultados del rendimiento del frijol, se determinó que el uso de inoculante constituye una opción de baja inversión para incrementar los rendimientos de frijol en la región centroamericana (Acuña et al., 2001).

Posteriormente, en el año 2006, se empleó la metodología de los presupuestos parciales para evaluar la rentabilidad de dos sistemas de producción de plátano en la finca La Esmeralda, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) en Santa Clara de San Carlos. Estos sistemas fueron: convencional (uso de agroquímicos, insecticidas, nematocidas, fertilizantes y herbicidas de la manera

que se acostumbra con más frecuencia en plantaciones comerciales de banano y plátano) y tradicional (sistema de bajos insumos, en el cual no se utilizan de preferencia los agroquímicos, excepto en casos muy justificados cuando se presenta un ataque muy severo de una plaga determinada) (Muñoz-Ruíz, 2007). Se utilizaron 18 unidades experimentales en donde se simularon los dos sistemas productivos de manera simultánea. El resultado del experimento comparativo desarrollado por Muñoz-Ruíz (2007) indicó que la opción que permitiría al productor de plátano lograr los máximos beneficios (con la mayor tasa marginal de retorno) fue el sistema de producción convencional, con el cual se alcanzó el mayor beneficio neto y la mayor tasa de retorno marginal (Muñoz-Ruíz, 2007).

De manera más reciente, en el año 2015, los presupuestos parciales fueron utilizados por Ávalos-Cerdas (2015) en la determinación de la mejor relación de costo-beneficio como resultado de la aplicación de cuatro productos acaricidas para el combate del ácaro *Polyphagotarsonemus latus* en una parcela de tempate (*Jatropha curcas* L.) en La Garita, Alajuela. De los cuatro productos evaluados para el control del ácaro (hexitiazon, propargita, azufre, spiromesifen, más el testigo comercial abamectina) Ávalos-Cerdas (2015) determinó que el testigo comercial de abamectina fue el que produjo la mejor relación de costo-beneficio en el control del ácaro en plantaciones de tempate.

A pesar de las diversas aplicaciones que el enfoque de presupuestos parciales ha tenido en numerosas áreas del sector agropecuario tanto a nivel nacional como internacional a través del tiempo, no se han encontrado trabajos referentes a una aplicación en la producción de Dulcítico en invernadero; por lo que el empleo de este enfoque para la evaluación de la producción de este híbrido propone la generación de información valiosa en la valoración económica del Dulcítico.

5.2. Marco teórico-conceptual

5.2.1. Híbrido Dulcítico

El Dulcítico es un híbrido de chile dulce (*Capsicum annuum*) desarrollado en Costa Rica por la EEAFBM (Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014). Un híbrido es el resultado del cruce controlado entre dos genotipos diferentes; al cruzar dos líneas puras (homocigotas) la semilla que se produce corresponde a una variedad híbrido simple, que genera plantas muy uniformes y vigorosas y que presentan resistencias específicas a ciertas enfermedades, lo que constituye una ventaja adicional de estos materiales (Schwember & Contreras, 2011).

El híbrido se desarrolló con el objetivo de poner a disposición del mercado nacional semillas de alta calidad a precios más accesibles en comparación con los materiales importados. Para ello, se utilizaron dos fuentes de material: materiales comerciales importados y adaptados a las condiciones del país (con características universales de eficiencia en la producción de frutos por unidad de planta, forma del fruto y calidad postcosecha) y materiales donados a la UCR por el Centro de Investigación para el Desarrollo de Vegetales de Asia (AVRDC, por sus siglas en inglés) con las mismas características universales que los materiales adaptados a las condiciones locales y con tolerancia a enfermedades del trópico (IICA, 2013a; Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014).

El material obtenido del cruzamiento se denominó Dulcítico y fue validado en fincas de Guadalupe, Zarcero, Sarchí, Desamparados de Alajuela y Santa Bárbara de Heredia, con el mismo manejo que los productores daban a sus cultivos. En esa validación se observó que el material experimental tuvo un mejor comportamiento que los materiales comerciales (Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014).

Entre las características obtenidas en el Dulcítico se destaca la generación de altos rendimientos agronómicos, excelente sabor, gran calidad, buen tamaño de los frutos y mayor resistencia a plagas y enfermedades; a su vez, posee un hábito de crecimiento, días a cosecha y peso comercial de fruto similar o superior

al mostrado por el híbrido comercial Nathalie, con un promedio de rendimiento comercial mayor al 12% en comparación con el Nathalie (IICA, 2013a; Marín-González & Espinoza-Rojas, 2014; Echandi, 2006, 2010, citado por Araya-Cubero, 2017, en prep.).

El Dulcítico fue liberado el 4 de diciembre del 2013 por la Oficina Nacional de Semillas (ONS), la cual garantiza que la semilla posee estándares de pureza y viabilidad para la comercialización en Costa Rica, además, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) avala la adecuada adaptación del híbrido a las diferentes modalidades de manejo de cultivo: tradicional, orgánico, semiorgánico, de libre exposición o en invernadero (IICA, 2013a).

Con el desarrollo del híbrido Dulcítico y su liberación por la ONS se puso a disposición de los productores de Chile un genotipo adaptado a las condiciones agroecológicas locales, que presenta ventajas comparativas importantes para competir con la semilla híbrida importada (Echandi, 2006, 2010, citado por Araya-Cubero, 2017, en prep.).

5.2.2. La investigación en fincas

La toma de decisiones que realizan los agricultores acerca de cambios en sus sistemas productivos responde (entre otros) a los aspectos económicos involucrados, y tal y como lo expresa Horton (1982) el agricultor trata de prever el impacto que la decisión implementada tendría en el uso y costo de los insumos, el requerimiento de mano de obra, el retorno de la inversión y el riesgo de cambiar sus prácticas productivas respaldadas por el tiempo. Por lo anterior, la investigación en fincas debe ser consecuente con los objetivos del agricultor, que en primer lugar desea garantizar el suministro de alimento para su familia y en segundo término obtener un retorno económico como resultado de la venta de sus productos y de los beneficios que resultan de la implementación de un cambio en su sistema (CIMMYT, 1988).

Para que la investigación sea útil en la generación de recomendaciones al agricultor debe considerar los siguientes requerimientos:

- Abordar problemas que son fundamentales para el agricultor, por ello se requiere un conocimiento exhaustivo de las condiciones agronómicas y socioeconómicas del agricultor.
- Examinar pocos factores a la vez, priorizando los problemas detectados en las fincas.
- Considerar un testigo: la práctica del agricultor.
- Tratar todas las variables que no se evalúan en el experimento de la misma forma en que las trata el agricultor.
- Desarrollarse en localidades que representen las condiciones propias del agricultor, de ser posible, en su propia finca (CIMMYT, 1988).

En este sentido, la investigación en fincas permite obtener un diagnóstico de la situación del productor, que sea capaz de generar recomendaciones adecuadas, identificando los factores que limitan la productividad agrícola y especificando las posibles mejoras (CIMMYT, 1988).

Los resultados que la investigación en fincas genere pueden ser empleados con varios fines, entre ellos se destaca la planificación de investigaciones subsecuentes, la formulación de recomendaciones a los agricultores que permitan mejorar sus sistemas productivos y analizar la ejecución de las políticas agrícolas vigentes para suministrar información del efecto que estas tienen sobre el suministro de insumos o los reglamentos de crédito (CIMMYT, 1988).

5.2.3. El presupuesto parcial

El presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988). Se denomina parcial porque no incluye todos los costos de producción, sino sólo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas usuales de producción que sigue el agricultor con las prácticas

propuestas. De esta manera, el presupuesto parcial únicamente considera los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento; estos costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro son los variables; el resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular y permanecen constantes (Horton, 1982; Reyes-Hernández, 2001).

El sustento del presupuesto parcial radica en que generalmente la introducción de nuevas tecnologías no implica cambios radicales en los sistemas de cultivo de un productor, ni una reorganización total de la finca. En estas condiciones, para una evaluación económica no es necesario tener en cuenta todo el sistema de cultivo, lo cual podría complicar innecesariamente el análisis. En la mayoría de los casos es suficiente examinar sólo los aspectos que cambiarían debido a la recomendación, considerando constantes las demás prácticas y costos del cultivo (IICA, 2013b). Por ello, Horton (1982) afirma que en el empleo del presupuesto parcial no es necesario conocer todos los costos de producción para cuantificar el impacto que un cambio en el sistema de producción del agricultor tiene sobre su ingreso neto.

De manera similar, Harper, et al. (2014) expresan que para que el presupuesto parcial le permita entender a un agricultor cómo la decisión de la implementación de un cambio afectará la rentabilidad de su finca, se deben excluir todos los aspectos de los costos y las ganancias que no hayan sido modificados por la decisión.

5.2.4. Análisis económico mediante presupuesto parcial

A continuación se exponen los elementos a considerar para el desarrollo de un presupuesto parcial, basados en una recapitulación minuciosa de lo expuesto en el Manual de “Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos” del CIMMYT (1988) y en el replanteamiento del enfoque de Reyes-Hernández (2001); el cual no es una reinención del enfoque, sino una propuesta

de re-enseñanza de su utilización mediante una serie de pasos para su desarrollo (Reyes-Hernández, 2001).

Para la adecuada elaboración de un presupuesto parcial es necesario aclarar que se debe emplear una unidad de medida común en las variables consideradas con el fin de estimar los costos de la inversión de manera uniforme (CIMMYT, 1988).

5.2.4.1. Costos variables

Los costos variables o costos que varían son los costos que se consideran en la aplicación del enfoque de presupuestos parciales; pues en un experimento estos cambian de un tratamiento al otro y están relacionados con los insumos comprados (semilla, fertilizantes, insecticidas, agua para riego, etc.), la mano de obra requerida, la maquinaria y equipos, entre otros (CIMMYT, 1988).

En el estudio de los costos variables es necesario considerar los costos de campo, que no son otra cosa que los precios de campo de los insumos multiplicados por la cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesitan en un área determinada. Se denominan de campo porque representan lo que el agricultor pagaría por el insumo y su transporte hasta la finca (CIMMYT, 1988).

La totalidad de los precios de campo multiplicados por el costo de campo representa el total de los costos variables para cada tratamiento (CIMMYT, 1988).

5.2.4.2. Precio de campo del cultivo

El precio de campo del cultivo representa el valor de una unidad de comercialización (unidad, kilogramo, caja, etc.) del producto para el agricultor, después de deducir los costos de la cosecha que son proporcionales al rendimiento; es decir, es el precio que el agricultor recibe por la venta del producto

menos los costos relacionados con la cosecha y venta (proporcionales al rendimiento) (CIMMYT, 1988).

También Reyes-Hernández (2001) utiliza el término de venta de la producción en pie para definir precio de campo del producto, ya que es el precio al que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla.

5.2.4.3. Rendimiento ajustado

El rendimiento agronómico obtenido en cada tratamiento debe ajustarse, pues generalmente este se encuentra sobreestimado en comparación con el rendimiento que el agricultor obtendría en sus condiciones productivas reales por las siguientes razones:

- I. Manejo: el manejo de las variables experimentales es realizado por un técnico, que en ocasiones puede dar un desarrollo más oportuno que el agricultor a la actividad productiva.
- II. Tamaño de la parcela: los rendimientos calculados en base a parcelas pequeñas a menudo sobreestiman el rendimiento de un campo entero debido a errores cometidos al medir la superficie cosechada y porque las parcelas pequeñas tienden a ser más uniformes que las grandes.
- III. Fecha de la cosecha: los investigadores suelen cosechar el cultivo cuando este alcanza la madurez fisiológica, en tanto que el agricultor quizás no realice la cosecha en el momento óptimo; además el rendimiento de los investigadores puede ser mayor debido a pérdidas menores provocadas por insectos, pájaros, roedores, pudriciones, etc.
- IV. Método de cosecha: en ocasiones el método de cosecha empleado por el agricultor puede ocasionar pérdidas mayores que los investigadores; por ejemplo al realizar una cosecha mecánica en lugar de una manual que es más cuidadosa (CIMMYT, 1988).

Por lo anterior, el rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la

diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, ya que incluso los rendimientos obtenidos en ensayos en fincas en condiciones representativas a menudo son mayores que los que el agricultor puede lograr por sí solo con los mismos tratamientos (CIMMYT, 1988).

5.2.4.4. Beneficio bruto de campo y beneficio neto

El beneficio bruto de campo es el valor económico resultado de la multiplicación del rendimiento agronómico del cultivo por su precio de campo. Por su parte, el beneficio neto representa la diferencia entre el beneficio bruto de campo y el total de los costos variables (Reyes-Hernández, 2001).

5.2.5. El análisis marginal

El análisis marginal es el estudio de las decisiones que resultan de pequeños cambios en una actividad, e implica comparar el beneficio de hacer un poco más de alguna actividad con el costo de hacer un poco más de esa actividad. El beneficio de hacer un poco más de alguna actividad es el ingreso marginal y el costo de hacer un poco más de esa actividad se denomina costo marginal (Krugman & Wells, 2006, citados por Rosi-Baro & Lecueder, 2013).

Dicho de otro modo, el objetivo del análisis marginal es revelar exactamente cómo los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida (CIMMYT, 1988).

5.2.5.1. Análisis de dominancia

En la utilización del enfoque de presupuestos parciales, el análisis marginal está precedido por el análisis de dominancia, el cual se ejecuta con el objetivo de comparar los costos variables y los beneficios netos obtenidos de cada tratamiento considerado. Dicho análisis es importante para el agricultor puesto que le permite

conocer el aumento requerido en los costos para obtener un determinado incremento de los beneficios netos (CIMMYT, 1988).

Además, se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores (CIMMYT, 1988). Los tratamientos seleccionados en el análisis de dominancia son aquellos no dominados, mientras que los tratamientos dominados se excluyen para los análisis posteriores.

Se define como tratamiento dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios (Reyes-Hernández, 2001).

La descripción detallada del análisis de dominancia (y de todos los pasos del presupuesto parcial) se presenta en la sección de metodología.

5.2.5.2. Tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal (TRM) expresa el porcentaje de ganancias obtenidas por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos, como resultado del cambio de un tratamiento a otro (Reyes-Hernández, 2001). El porcentaje obtenido en esta tasa explica que por cada unidad monetaria que el agricultor invirtió, obtendrá esa unidad monetaria más el porcentaje adicional (expresado en unidades monetarias) dado por la tasa; la tasa de retorno marginal también indica el porcentaje de ganancia promedio esperado por el agricultor como resultado del cambio de una práctica (CIMMYT, 1988).

No obstante el CIMMYT (1988) hace la aclaración de que la tasa de retorno marginal no es suficiente para tomar decisiones con respecto a la elección de un tratamiento u otro, por lo tanto, reconoce la necesidad de determinar la tasa aceptada por un productor mediante la tasa de retorno mínima aceptable.

5.2.5.3. Tasa de retorno mínima aceptable

La tasa mínima de retorno (TAMIR) representa el costo del capital de trabajo usado para financiar la práctica evaluada en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que el productor obtendría en otro cultivo y del costo del capital en el mercado financiero (Reyes-Hernández, 2001).

Tanto la experiencia como la evidencia empírica han demostrado que, en la mayoría de las situaciones, la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor se sitúa entre el 50 y el 100%; sin embargo puede ser conveniente preguntar al agricultor cuál es la tasa de retorno mínima que aceptaría o bien indagar en el mercado de capital (formal o informal) al que accede el productor para conocer la tasa de interés, que funcionaría como la tasa de costo de capital², la cual al duplicarse se utilizaría como tasa de retorno mínima aceptable (CIMMYT, 1988).

5.2.6. Toma de decisiones con presupuestos parciales

El presupuesto parcial es un auxiliar de gran valor para la toma de decisiones ya que permite determinar la ventaja económica derivada de la implementación de cambios en una o más actividades del negocio (Herrera, Velasco, Denen, & Radulovich, 1994).

Como resultado del análisis del presupuesto parcial, en la selección del tratamiento más adecuado cuya implementación se recomiende a un productor, es necesario considerar los siguientes escenarios propuestos por el IICA (2013b):

- I. Si los costos del nuevo tratamiento son iguales o menores que los del testigo y los rendimientos mayores, se recomienda aceptar el nuevo tratamiento.
- II. Si el costo es menor y el rendimiento es igual, es beneficioso aceptar el nuevo tratamiento.

² Tasa de costo de capital: utilidad que el agricultor deja de percibir al invertir el capital de trabajo durante cierto período en la actividad.

- III. Si el costo es igual y el rendimiento también, no hay un criterio económico para hacer la selección, y en este caso se utilizarían otros criterios de decisión (conveniencia, preferencias personales).
- IV. Si los costos del nuevo tratamiento son mayores y los rendimientos iguales o menores, se descarta el tratamiento nuevo.
- V. Si los costos son iguales y los rendimientos menores, se descarta el tratamiento nuevo.
- VI. Si el rendimiento es mayor y a la vez, el costo también es mayor, es necesario hacer un análisis económico, considerando la tasa de retorno marginal. A mayor incremento del rendimiento y a mayor tasa de retorno, más económicamente atractiva es una alternativa tecnológica. La nueva tecnología debería ser aceptada solo si la tasa de retorno es superior a 1,0.

5.3. Marco geográfico-temporal

El sitio del desarrollo del ensayo fue la EEAFBM de la UCR. La estación se localiza en el distrito San José del cantón central de Alajuela (10° 00' 26,63" N - 84° 15' 57,35" W). La duración del ensayo fue de 150 días, con inicio en el mes de abril y finalización en el mes de setiembre del 2016.

6. Diseño metodológico

6.1. Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa, específicamente de tipo evaluativo. Este tipo de investigación evalúa recursos, servicios y objetivos de una intervención (aplicación de técnicas, prácticas, programas o políticas) dirigidos a la solución de una situación problemática y las interrelaciones entre estos elementos, con el propósito de ayudar a la toma de decisiones (Lerma-González, 2009).

Lerma-González (2009) ilustra con ejemplos tipos de investigaciones evaluativas, entre los que se incluye estudios de costo/beneficio. De ahí que el empleo del enfoque de los presupuestos parciales para la evaluación del ensayo del Dulcítico se clasifica como una investigación cuantitativa de tipo evaluativo.

No obstante, la investigación también posee un componente cualitativo, concretamente para el alcance del cuarto objetivo de investigación. Este componente cualitativo está referido al quehacer productivo de agricultores de Dulcítico, para conocer acerca de sus experiencias y prácticas en la producción del híbrido.

6.2. Fuentes de información

La información requerida para el desarrollo de la investigación propuesta se obtuvo por medio de las siguientes fuentes:

- Primarias: se refiere a la información recabada directamente en el lugar donde se generan los datos (Bernal, Correa, Pineda, Lemus, & Muñoz, 2013). Los datos referentes a cantidad y costos de los insumos y mano de obra empleados en cada uno de los tratamientos del experimento fueron suministrados por el investigador Ing. Elvis Araya Cubero, diseñador del experimento. Los datos para la identificación de las variables de importancia para la adopción fueron suministradas por pequeños

productores de chile dulce a través de trabajo de campo, mediante la sugerencia realizada por el Ing. Carlos Echandi Gurdián.

- Secundarias: esta fuente se genera de la interpretación, complemento, corrección o refutación de las fuentes primarias (Bernal et al., 2013). Se incluye la revisión documental de manuales, libros, ensayos, tesis, artículos científicos validados, entre otros.
- Terciarias: resultan de la revisión e interpretación de la información suministrada por fuentes primarias y secundarias; incluye las aportaciones de estudiosos y ponentes de un tema (Bernal et al., 2013). En el desarrollo de la investigación se contó con la guía y apoyo del director del proyecto y del diseñador del ensayo como fuente terciaria.

6.3. Diseño del ensayo

El ensayo fue diseñado por el Ing. Elvis Araya Cubero con el fin de evaluar el efecto que tienen la densidad de siembra y el volumen del sustrato sobre la dinámica del agua y la productividad agronómica del híbrido Dulcítico producido en invernadero.

6.3.1. Material vegetal

En el ensayo se utilizaron plántulas del híbrido de chile dulce Dulcítico en almácigo, con edades entre los 30 y 35 días, en buen estado fitosanitario, con uniformidad de altura y con 5 o 6 hojas verdaderas. Las plantas fueron trasplantadas a bolsas plásticas blancas con fibra de coco como sustrato y fueron colocadas sobre *Ground Cover* como cobertor del piso del invernadero (Araya-Cubero, 2017, en prep.).

6.3.2. Descripción de los tratamientos

El ensayo consistió en la combinación de dos densidades de siembra (1,4 y 2,4 plantas/m²) con tres volúmenes de sustrato (7, 14 y 21 L/planta) para un total de seis tratamientos combinados (Cuadro 1) (Araya-Cubero, 2017, en prep.).

La distancia entre hileras se fijó en 1,4 m en todos los tratamientos; mientras que la distancia entre plantas se estableció en 0,45 m y 0,3 m en los tratamientos de 1,4 y 2,4 plantas/m² respectivamente. Con estas dos densidades de siembra (baja y alta) se estarían obteniendo 14.286 y 23.810 plantas/ha que corresponden aproximadamente a las densidades mínimas y máximas utilizadas por los productores (Araya-Cubero, 2017, en prep.). El cuadro 1 presenta los tratamientos combinados.

Cuadro 1. Tratamientos combinados de densidad de siembra y volumen de sustrato

Tratamiento	Densidad de siembra (plantas/m²)	Volumen de sustrato (litros/planta)
1	1,4	7
2	1,4	14
3	1,4	21
4	2,4	7
5	2,4	14
6	2,4	21

Fuente: Araya, 2017, en prep.

Araya-Cubero (2017, en prep.) utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones y con un arreglo de tratamientos factorial 3 x 2, para un total de 18 unidades experimentales. La parcela útil estuvo compuesta por 9 y 13 plantas para los tratamientos de baja y alta densidad respectivamente.

La consideración del testigo se remitió a las prácticas realizadas por los agricultores (mismo manejo agronómico realizado en el ensayo), quienes en la producción hidropónica en invernadero comúnmente utilizan 7 L de sustrato en alta densidad (2,4 plantas/m²), correspondiente al tratamiento 4 del ensayo (Araya-Cubero, 2017, com. pers.).

El cuadro 2 presenta la cantidad de plantas empleadas en cada tratamiento (incluidas todas las repeticiones).

Cuadro 2. Cantidad de plantas según tratamiento

Tratamiento	Cantidad de plantas
1	81
2	81
3	81
4	117
5	117
6	117
Total	594

Fuente: Araya, 2017, en prep.

La distribución aleatoria de los seis tratamientos dentro del invernadero se presenta en la figura 1.

En la figura 1 también se muestra el empleo de plantas borde, las cuales fueron plantas de Dulcítico que se colocaron cada lado de las unidades experimentales para evitar posibles variaciones de crecimiento entre las plantas centrales y las de la periferia. Los bordes mantuvieron la misma densidad de siembra y el mismo volumen de sustrato de la unidad experimental, es decir, cada unidad experimental con sus dos bordes tuvo el mismo tratamiento. Las plantas borde están contempladas en la totalidad de plantas de cada tratamiento del cuadro 2.

Hilera	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Simbología
1	B B	B B	B B	T1 D 1,4 x V 7
2	T3 T1	T4 T2	T1 T4	T2 D 1,4 x V 14
3	B B	B B	B B	T3 D 1,4 x V 21
4	B B	B B	B B	T4 D 2,4 x V 7
5	T6 T4	T5 T6	T2 T6	T5 D 2,4 x V 14
6	B B	B B	B B	T6 D 2,4 x V 21
7	B B	B B	B B	B = Plantas borde
8	T5 T2	T3 T1	T5 T3	
9	B B	B B	B B	

Figura 1. Distribución aleatoria de los tratamientos.
(Elaboración propia, según los datos de Araya-Cubero, 2017, en prep.).

6.3.3. Manejo agronómico del cultivo

Con el fin de desarrollar el cultivo de forma similar a las prácticas productivas de los agricultores, Araya-Cubero (2017, en prep.) estableció el manejo de las prácticas culturales de la manera convencional conforme a lo habitualmente utilizado por los productores. El manejo fitosanitario se realizó de forma preventiva, mediante una estrategia verde basada en aplicaciones semanales de productos biológicos, por su parte la aplicación de pesticidas sintéticos se realizó según los resultados del monitoreo de plagas.

6.4. Estimación del requerimiento de mano de obra

La formulación del presente proyecto fue posterior al inicio del ensayo, por lo que para estimar el requerimiento de mano de obra en cada tratamiento se realizó una simulación de las actividades del establecimiento y mantenimiento del cultivo. Esta simulación consistió en replicar tres veces cada actividad, cada

réplica tuvo 9 y 13 mediciones individuales por cada actividad según se realizara la simulación para los tratamientos de baja y alta densidad respectivamente. La realización de las actividades simuladas fue efectuada en conjunto con el Ing. Elvis Araya Cubero, quien fue el responsable de ejecutar el ensayo.

Al concluir los ejercicios de simulación se promediaron los tiempos para cada actividad y así se determinó la duración media de cada una de ellas, este tiempo medio se utilizó como base para la determinación del requerimiento de horas de trabajo para cada actividad y tratamiento. El requerimiento de horas de trabajo desglosado para cada actividad se presenta en la sección de resultados.

La estimación de la mano de obra empleada en las labores de cosecha y clasificación del producto por calidad se midió directamente en el sitio del experimento a partir de la novena cosecha y hasta la décimo tercer cosecha (última cosecha). Para la estimación del requerimiento de mano de obra para las cosechas anteriores (de la primera a la octava) se utilizó como base el tiempo resultante de las cosechas y clasificaciones medidas, empleando la relación “tiempo-cantidad de chiles cosechados/clasificados”.

6.5. Entrevistas a pequeños productores

Para determinar las variables de mayor importancia que intervienen en la producción del Dulcítico para pequeños agricultores se realizaron tres entrevistas a expertos en la producción del híbrido. La selección de los productores entrevistados se realizó siguiendo la sugerencia del Ing. Carlos Echandi Gurdíán.

El objetivo de la entrevista fue conocer y priorizar las variables que cada productor considera de mayor importancia en la producción del Dulcítico, así como validar las características promisorias del híbrido. La realización de las entrevistas se basó en la aplicación de la herramienta presentada en el Anexo 1.

6.4. Metodología del presupuesto parcial

Para el desarrollo y análisis de los presupuestos parciales se utilizó el enfoque propuesto por el CIMMYT (1988) según el método de utilización planteado por Reyes-Hernández (2001) que se basa en una numeración de pasos a seguir. La utilización de este enfoque se vincula a la organización de datos experimentales con el fin de obtener la relación de costo-beneficio de los diferentes tratamientos de un experimento (CIMMYT, 1988).

A continuación se exponen los doce pasos para la realización del enfoque de presupuestos parciales según la propuesta de Reyes-Hernández (2001):

- I. Identificación de los rubros de costos relevantes: consiste en la identificación de las fuentes de los costos variables para cada tratamiento evaluado.
- II. Estimación de los precios de campo de los insumos: precio del insumo puesto en el lugar en el cual este será utilizado; incluye el precio de mercado del insumo más los costos de transporte y almacenamiento (en caso de requerirlo).

$$PCI = PMI + CUC \quad (1)$$

Donde:

PCI = Precio de campo del insumo.

PMI = Precio de mercado del insumo.

CUC = Precio unitario de llevar el insumo al campo.

- III. Estimación de los costos que varían: esta estimación está dada por la sumatoria de los precios de campo de los insumos multiplicados por sus niveles de uso en cada tratamiento.

$$CV = \sum PCI * NI \quad (2)$$

Donde:

CV = Costo variable de cada tratamiento.

PCI = Precio de campo del insumo en cada tratamiento.

NI = Nivel de empleo del insumo en cada tratamiento.

- IV. Estimación de los precios de campo del producto: para ello se debe restar del precio de mercado los costos unitarios referentes a las actividades de cosecha y comercialización.

$$PCQ = PMQ - CUCYC \quad (3)$$

Donde:

PCQ = Precio de campo del producto.

PMQ = Precio de mercado del producto.

CUCYC = Costos unitarios de cosecha y comercialización.

- V. Estimación de los rendimientos ajustados: esta estimación se basa en la reducción de los rendimientos experimentales para acercarse a los rendimientos reales que obtendrían los agricultores. La reducción de los tratamientos experimentales debe situarse en una tasa entre el 5 y 30% para acercarse a los tratamientos obtenibles por los agricultores.

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento ajustado} = \\ \text{Rendimiento experimental} * (1 - \text{tasa de ajuste}) \end{aligned} \quad (4)$$

Esta tasa de ajuste considera la variabilidad de los resultados de los ensayos, pues estos son difíciles de predecir o controlar ya que el medio en el cual el productor desarrolla su actividad no es perfectamente estable (CIMMYT, 1988).

- VI. Estimación de los beneficios brutos de campo: el beneficio bruto de campo está dado por el valor bruto de la producción, para lo cual se multiplica el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

$$BB = PCQ \times \text{Rendimiento ajustado} \quad (5)$$

Donde:

BB = Beneficio bruto de campo de cada tratamiento.

- VII. Estimación de los beneficios netos de campo: se obtiene de restar de los beneficios brutos de campo los costos variables.

$$BN = BB - CV \quad (6)$$

Donde:

BN = Beneficio neto de campo³.

- VIII. Realización del análisis de dominancia: este análisis permite seleccionar los tratamientos que es posible recomendar a los agricultores debido a la ganancia obtenida de ellos.

Para la realización de este análisis se deben organizar los tratamientos de acuerdo con su nivel de costos (de menor a mayor) y comparar si con el aumento en el nivel de costos se produce un aumento en el nivel de beneficio neto. Así, un tratamiento es dominado cuando al incrementar sus costos no se incrementan los beneficios netos; por el contrario, un tratamiento no dominado es aquel que con el incremento de sus costos genera un incremento en su beneficio neto, respecto al tratamiento precedente. Los tratamientos dominados se excluyen de los análisis posteriores a este paso.

³ El beneficio neto es diferente a la utilidad, dado que el presupuesto parcial no incluye todos los costos de producción.

- IX. Cálculo de la tasa de retorno marginal: el cálculo de esta tasa se realiza para los tratamientos no dominados, con los incrementos en los costos y beneficios de cada tratamiento. Se obtiene de dividir el incremento del beneficio entre el incremento del costo de cada tratamiento.

$$TRM = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \times 100 \quad (7)$$

Donde:

TRM = Tasa de retorno marginal

- X. Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR): considera el costo del dinero invertido en un cambio (o cambios) de actividad.

TAMIR = Tasa de costo de capital en el mercado financiero duplicada (8)

- XI. Determinación del tratamiento más rentable: el tratamiento más rentable es el último de los tratamientos no dominados (ordenados de menor a mayor) que cumple con el siguiente criterio:

$$TRM \geq TAMIR \quad (9)$$

- XII. Análisis de residuos: este análisis corrobora los resultados analizados con la TMR y la TAMIR, en donde el tratamiento identificado como más rentable con estos indicadores es el que posee mayores residuos. El cálculo de residuos se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Residuo} = BN - \left[\left(\frac{TAMIR}{100} \right) \times CV \right] \quad (10)$$

6.5. Variables consideradas para la investigación

Para la evaluación económica del ensayo por medio de los presupuestos parciales se consideraron las siguientes variables:

- Costos variables: los costos variables a considerar en el desarrollo del experimento fueron: cantidad de plantas, cantidad y tamaño de bolsas para el sustrato, cantidad de sustrato, cantidad de agua y fertilizante, cantidad de goteros, distribuidores, microtubos y estacas, cantidad de ganchos, anillos y mecate y hebras para el amarre y la mano de obra requerida en las labores agronómicas de cada tratamiento.
- Rendimientos históricos del chile: se utilizaron los registros de rendimientos de chile dulce del archivo del Ing. Carlos Echandi Gurdián.
- Precio de venta del chile: se utilizó el precio al que se vende el chile dulce producido en la EEAFBM a los acopiadores de la zona central de Alajuela, el cual se establece en base al precio definido por el Centro Nacional de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (CENADA).

Para la aplicación del enfoque de los presupuestos parciales se consideró la totalidad de plantas sembradas para cada tratamiento (incluidas las plantas consideradas borde, figura 1), que correspondieron a las cantidades expuestas en el cuadro 2.

6.6. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se presenta en el Cuadro 3, en el cual dicha operacionalización se desglosa por objetivo específico.

Cuadro 3. Operacionalización de las variables

Objetivo específico	Nombre de la variable	Medición	Fuente
1. Determinar los costos variables asociados a cada tratamiento experimental	Costo de los materiales empleados	Precio del material (¢) por cantidad empleada*	Ing. Elvis Araya Cubero
	Costo de la mano de obra empleada	Precio de la mano de obra (¢) por la mano de obra utilizada*	Observación propia, datos del MTSS
2. Desarrollar el análisis de dominancia para cada tratamiento experimental	Rendimiento ajustado	1 – Tasa de ajuste**	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)
	Precio de campo del producto	Precio de venta del chile dulce producido en la EEAFBM	CENADA
	Beneficio bruto de campo*	Precio de campo del producto × Rendimiento ajustado	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)
	Beneficio neto de campo*	Beneficio bruto – Costos variables	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)

*Para cada tratamiento experimental.

**Tasa de ajuste basada en los registros del Ing. Carlos Echandi Gurdían sobre los rendimientos de chile dulce producido por agricultores.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 3. Continuación

Objetivo específico	Nombre de la variable	Medición	Fuente
2. Desarrollar el análisis de dominancia para cada tratamiento experimental	Dominancia de tratamientos	Aumento en el beneficio dado un aumento en el costo	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)
3. Efectuar el análisis marginal para los tratamientos experimentales no dominados	Tasa de retorno marginal	$(\text{Cambio beneficio neto} / \text{cambio costos variables}) \times 100$	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)
	Tasa mínima de retorno	Tasa de costo de capital del mercado financiero duplicada	Elaboración propia a partir de expuesto por CIMMYT (1988) con datos del BCCR
	Tratamiento más rentable	Tasa de retorno marginal \geq Tasa mínima de retorno	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)
	Tratamiento con mayores residuos	$BN - \left[\left(\frac{\text{TAMIR}}{100} \right) * CV \right]$	Elaboración propia a partir de expuesto por Reyes-Hernández (2001)

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 3. Continuación

Objetivo específico	Nombre de la variable	Medición	Fuente
4. Analizar a partir de los resultados del presupuesto parcial las variables productivas de mayor valor para pequeños productores de chile dulce	Variables de importancia para la producción	Priorización de cada variable productiva, según el criterio de los productores	Elaboración propia a partir de información suministrada por productores de Dulcítico

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7. Resultados

7.1. Identificación de los costos variables

La identificación de los costos variables constituye la aplicación del primer paso en el desarrollo de los presupuestos parciales según la propuesta de Reyes-Hernández (2001). En la realización del ensayo se identificaron dos fuentes de costos variables los cuales fueron los materiales y la mano de obra.

Para la determinación de cada componente de las fuentes de costos variables se procedió a realizar una identificación de los procesos a desarrollar en el sitio del experimento, de esta manera se dividieron las actividades. A continuación se presenta el desglose de los costos variables para cada fuente identificada:

7.1.1. Materiales

Los materiales variables son todos los elementos utilizados en el ensayo cuyo nivel de empleo fue diferente en cada tratamiento. Para definir los materiales utilizados se dividió la producción en cuatro procesos, en donde se especificó los materiales requeridos en cada uno de ellos; estos procesos fueron:

- I. Establecimiento del cultivo: incluye los materiales empleados en las actividades de preparación del sustrato y la siembra; para lo cual se emplearon bolsas plásticas, fibra de coco y plántulas de Dulcítico. Las bolsas utilizadas fueron de tres diferentes tamaños según el volumen de sustrato de cada tratamiento (13 x 14 pulgadas para el volumen de 7 L, 16 x 18 pulgadas para el volumen de 14 L y 17 x 20 pulgadas para el volumen de 21 L). La figura 2 muestra el tamaño las bolsas empleadas según los tres volúmenes definidos.

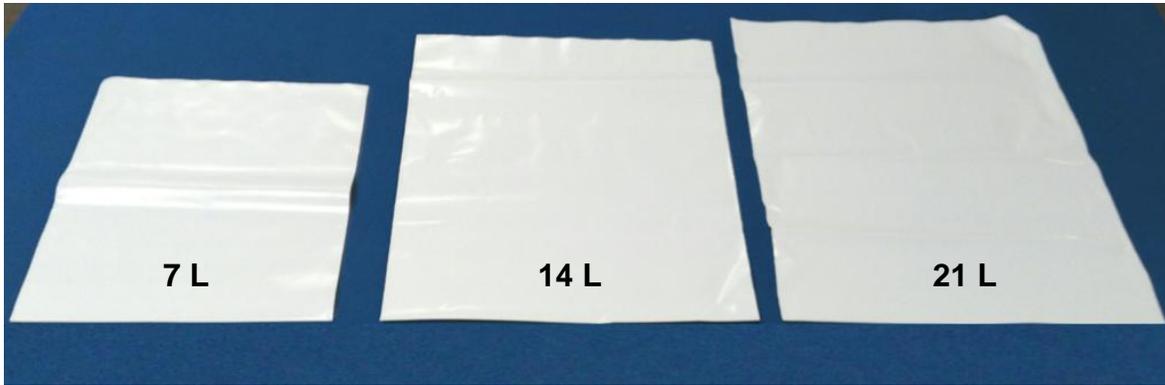


Figura 2. Tamaño de las bolsas según volumen de sustrato.

- II. Sistema de riego: incluye los materiales requeridos para el montaje del sistema de fertirriego y su adecuado funcionamiento. En este proceso se emplearon, goteros, distribuidores, microtubos y estacas, que juntos forman el objeto compuesto de riego. Se excluyó el poliducto que transporta el agua con los nutrientes desde tanques de almacenamiento hasta cada planta, si bien la cantidad requerida del poliducto fue diferente en cada una de las 18 repeticiones de los tratamientos, la diferencia se debe a la ubicación de cada repetición (que respondió al diseño de bloques completos al azar), de esta manera hubo repeticiones cuya ubicación tuvo mayor cercanía a los tanques de almacenamiento y por lo tanto requirieron menor cantidad de poliducto que otras. La figura 3 muestra los componentes del sistema de riego.

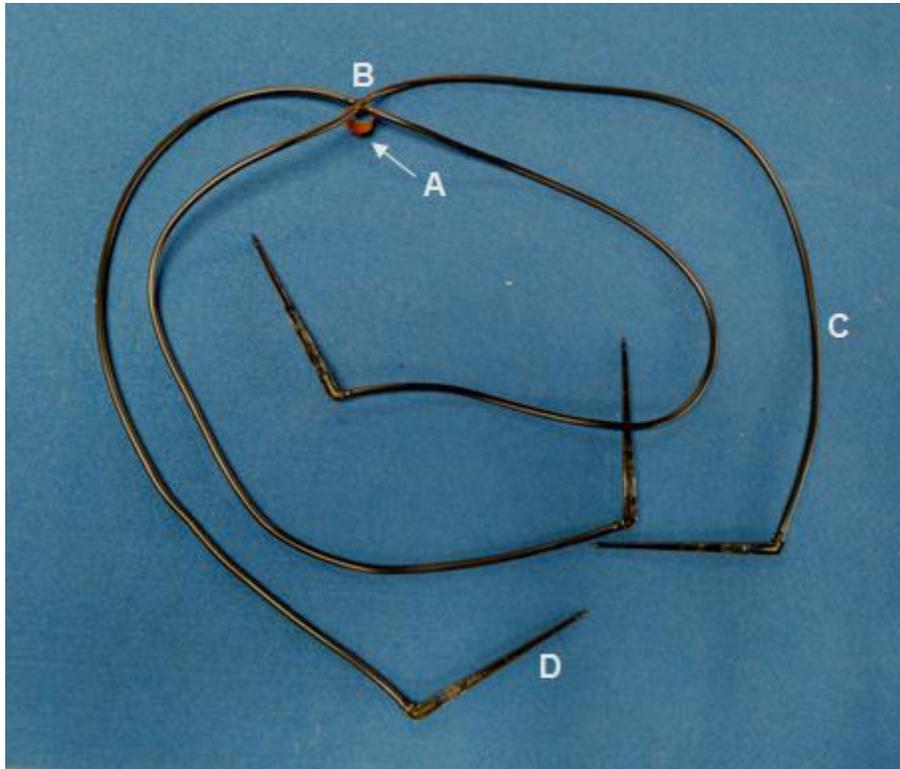


Figura 3. Objeto compuesto de riego.

Gotero (A), distribuidor (B), microtubo (C) y estaca (D).

- III. Sistema de tutorado: incluye los materiales utilizados para el amarre de las plantas y los frutos y que brindan firmeza a la estructura vegetal. En este proceso se emplearon anillos colocados en la base del tallo para el anclaje de la planta al tutorado, ganchos con mecate y hebras para el amarre. La figura 4 presenta los elementos de este sistema.



Figura 4. Elementos del sistema de tutorado.
Anillo (A), gancho y mecate (B), hebra para amarre (C).

IV. Fertilización: incluye la cantidad de fertilizantes y agua aplicados durante cada etapa fenológica según el requerimiento nutricional del cultivo identificado por el agrónomo a cargo. Los fertilizantes empleados fueron:

- Fosfato monopotásico
- Nitrato de potasio
- Sulfato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Nitrato de calcio
- Compuesto comercial⁴

⁴ Compuesto comercial preparado de nutrientes que contiene Mn, Fe, Cu, Zn, B, Mo, S y Mg.

- EDTA Fe
- EDTA Mn
- Ácido bórico
- Cloruro de calcio
- Ácido nítrico

La utilización de los materiales mencionados en el ensayo varió en función de la combinación de densidad de siembra y volumen de sustrato definidos en cada tratamiento. El cuadro 4 expone la fuente de variación de cada material empleado.

Cuadro 4. Fuente de variación de los costos variables identificados

Proceso	Material	Fuente de variación	
		Densidad de siembra	Volumen de sustrato
Establecimiento del cultivo	Bolsas	X	X
	Sustrato	X	X
	Plantas	X	
Sistema de riego	Goteros	X	
	Distribuidores	X	
	Microtubos	X	
	Estacas	X	
Sistema de tutorado	Anillos	X	
	Ganchos	X	
	Mecate	X	
	Hebras para amarre	X	
Fertilización	Agua	X	X
	Fertilizante	X	X

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7.1.2. Mano de obra

Para determinar las labores en las que hubo requerimiento de mano de obra variable se realizó una separación de los procesos en actividades, en este caso se identificaron ocho procesos, los cuales se exponen a continuación:

- I. Preparación de bolsas: incluye las actividades de llenado de las bolsas con el sustrato, su carga, transporte (al interior del invernadero), descarga, acomodo, distanciamiento y la realización del corte de puntas a las mismas para el drenaje.
- II. Sistema de riego: incluye las actividades preparación del objeto compuesto de riego (corte de microtubos, colocación de las estacas y los distribuidores a los microtubos; figura 3), perforación del poliducto para la colocación de los goteros (según la densidad de siembra empleada) y colocación del objeto compuesto (que se coloca en el poliducto).
- III. Establecimiento del cultivo: incluye el anclaje de las estacas a las bolsas, la realización de hoyos en el sustrato para la colocación de las plantas, el riego del almácigo (colocación del almácigo en el sustrato), la siembra (tapado del almácigo con el sustrato) y el cubrimiento del sustrato con los bordes de las bolsas.
- IV. Sistema de tutorado: incluye las actividades de preparación de los ganchos (medición, corte del mecate y su colocación al gancho), colocación de los ganchos en el invernadero, colocación de anillos a las plantas, realización y colocación de gasas y argollaje⁵.
- V. Deshija y deshoja: la deshija consiste en la eliminación de los hijos o brotes que emerjan por debajo de la primera horqueta de la planta; por su parte la deshoja consiste en la eliminación de las hojas que están por debajo de los primeros frutos que se van a cosechar.

⁵ Las gasas son trozos de mecate de 20 cm que se amarran al mecate vertical (que viene de los ganchos) en forma de argolla a tres diferentes alturas (1,10, 1,40 y 2 m desde el suelo). El argollaje consiste en pasar un mecate de manera horizontal por el medio de las gasas (en las tres alturas); sobre este mecate es que se amarrarán las plantas y frutos. Este mecate horizontal no se consideró como costo variable pues la cantidad empleada fue la misma para cada tratamiento (abarcó la totalidad de cada hilera).

- VI. Amarre: consiste en sujetar por medio de hebras de mecate los tallos y frutos para evitar que se presente volcamiento o quiebre de la planta debido al peso.
- VII. Cosecha: representa la extracción manual de los frutos cuando alcanzan la madurez fisiológica.
- VIII. Clasificación de la cosecha: separación manual de los chiles según su tamaño y forma en tres grupos (primera, segunda y tercera calidad) y exclusión de los chiles deformes o deteriorados (considerados desecho).

De manera similar a lo sucedido con los materiales, el requerimiento de mano de obra varió en función de la densidad de siembra y del volumen de sustrato de cada tratamiento. El cuadro 5 presenta la fuente de variación para cada actividad identificada.

Cuadro 5. Fuente de variación de las actividades de mano de obra variable identificadas

Proceso	Actividad	Fuente de variación	
		Densidad de siembra	Volumen de sustrato
Preparación de bolsas	Llenado	X	X
	Carga	X	X
	Transporte	X	X
	Descarga	X	X
	Acomodo y distanciamiento	X	
Sistema de riego	Preparación del objeto compuesto	X	
	Perforación del poliducto	X	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 5. Continuación

Proceso	Actividad	Fuente de variación	
		Densidad de siembra	Volumen de sustrato
Sistema de riego	Colocación de goteros	X	
	Colocación del distribuidor armado	X	
	Siembra	X	
	Tapado del sustrato	X	
Establecimiento del cultivo	Anclaje de estacas	X	
	Hoyado	X	
	Riego del almácigo	X	
	Siembra	X	
	Tapado del sustrato	X	
	Acomodo y distanciamiento	X	
	Corte	X	
Sistema de tutorado	Preparación de ganchos	X	
	Colocación de ganchos	X	
	Colocación de anillos	X	
	Realización y colocación de gasas	X	
	Argollaje	X	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En los procesos referentes a la deshija y deshoja, el amarre, la cosecha y la clasificación el requerimiento de mano de obra no dependió directamente de la densidad y del volumen del sustrato empleados, como sí sucedió en las actividades expuestas en el cuadro 5; el requerimiento de mano de obra de estas actividades dependió de factores como la morfología y el crecimiento vegetativo de las plantas y su productividad que suscitaron la duración de esas actividades.

7.2. Estimación de los precios de campo de los insumos

La estimación de los precios de campo de los insumos corresponde al segundo paso de la metodología propuesta por Reyes-Hernández (2001) para el desarrollo del presupuesto parcial.

El precio de campo está representado por la adición de los costos de almacenamiento y transporte al precio de mercado de un determinado insumo. En el caso del ensayo, no se incurrió en costos de almacenamiento ni transporte, por lo que el precio de campo de los insumos es igual a su precio de mercado.

En el caso de los materiales, el precio de mercado está representado por su costo unitario, mientras que el precio de la mano de obra está representado por el valor del jornal para un peón agrícola según la determinación del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Ambos costos se muestran en la estimación de los costos que varían en el siguiente paso del enfoque de los presupuestos parciales.

7.3. Estimación de los costos que varían

Una vez identificadas las fuentes de los costos variables se determinó el costo variable para cada tratamiento según la aplicación de la fórmula 2. Para facilitar la exposición de estos resultados, los mismos se presentan separados en dos grupos: materiales y mano de obra, y dentro de cada grupo separados en los procesos expuestos en los cuadros 4 y 5.

7.3.1. Estimación de los costos de los materiales variables

La determinación del costo de los materiales variables se realizó según los cuatro procesos descritos anteriormente, detallando el costo de cada componente para cada proceso. A continuación se expone la estimación del costo variable para cada uno de ellos.

7.3.1.1. Costo de los materiales variables del establecimiento del cultivo

El cuadro 6 contiene de manera desglosada el costo de cada material variable empleado en el establecimiento del cultivo para cada tratamiento, en este cuadro se observa que se requirió de una bolsa por planta en cada tratamiento, es decir, 81 bolsas en cada tratamiento de baja densidad y 117 bolsas en cada tratamiento de alta densidad, el costo unitario de las bolsas varió en función de su tamaño (figura 2). El requerimiento de la cantidad de plantas tuvo este mismo principio (una planta por bolsa en cada tratamiento); por su parte la cantidad requerida de sustrato fue diferente para todos los tratamientos debido a la combinación de densidad de siembra y volumen de sustrato.

Cuadro 6. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables en el establecimiento del cultivo

Material	Tratamiento	Cantidad requerida (L o unidades)	Costo unitario	Costo total
Bolsas	T1	81	28,00	2.268,00
	T2	81	43,00	3.483,00
	T3	81	53,00	4.293,00
	T4	117	28,00	3.276,00
	T5	117	43,00	5.031,00
	T6	117	53,00	6.201,00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 6. Continuación

Material	Tratamiento	Cantidad requerida (L o unidades)	Costo unitario	Costo Total
Sustrato	T1	567	55,73	31.600,57
	T2	1.134	55,73	63.201,15
	T3	1.701	55,73	94.801,72
	T4	819	55,73	45.645,27
	T5	1.638	55,73	91.290,55
	T6	2.457	55,73	136.935,82
Plantas	T1	81	22,00	1.782,00
	T2	81	22,00	1.782,00
	T3	81	22,00	1.782,00
	T4	117	22,00	2.574,00
	T5	117	22,00	2.574,00
	T6	117	22,00	2.574,00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro anterior se aprecia que el costo de adquisición de las bolsas y el sustrato tuvo el mismo comportamiento, esto debido a que su variación se debió tanto a la densidad de siembra como al volumen del sustrato empleado (cuadro 4); es decir conforme aumentó el tamaño de la bolsa y la cantidad empleada del sustrato, aumentó el costo de estos materiales, lo anterior ocurrió tanto en el grupo de tratamientos de baja densidad (T1, T2 y T3) como en los de alta densidad (T4, T5 y T6). En cuanto al comportamiento del costo de adquisición de las plantas la variación se dio únicamente por la densidad de siembra, por lo que el costo fue el mismo para los tratamientos 1, 2 y 3 y para los tratamientos 4, 5 y 6.

En el cuadro 7 se presenta de manera resumida el costo variable total de los materiales usados en el proceso de establecimiento del cultivo por cada

tratamiento, de manera que sea fácil apreciar las diferencias en el costo de los materiales empleados en este proceso para cada tratamiento.

Cuadro 7. Costo (¢) de los materiales variables del establecimiento del cultivo, según tratamiento

Tratamiento	Bolsas	Sustrato	Plantas	TOTAL
T1	2.268,00	31.600,57	1.782,00	35.650,57
T2	3.483,00	63.201,15	1.782,00	68.466,15
T3	4.293,00	94.801,72	1.782,00	100.876,72
T4	3.276,00	45.645,27	2.574,00	51.495,27
T5	5.031,00	91.290,55	2.574,00	98.895,55
T6	6.201,00	136.935,82	2.574,00	145.710,82

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El cuadro anterior expone que conforme aumentó el volumen de sustrato empleado y la densidad de siembra, se incrementó el costo de los materiales en este proceso, tanto en los tratamientos de baja densidad como en los de alta.

7.3.1.2. Costo de los materiales variables del sistema de riego

El costo de los materiales variables del sistema de riego se presenta en los cuadros 8 y 9, en ellos se muestra el requerimiento de cada uno de los insumos que forman el objeto compuesto de riego (figura 3), así como su costo.

Cuadro 8. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables del sistema de riego

Material	Tratamiento	Cantidad requerida (Unidades)	Costo unitario	Costo total
Gotos	T1	81	81,33	6.587,37
	T2	81	81,33	6.587,37
	T3	81	81,33	6.587,37
	T4	117	81,33	9.515,08
	T5	117	81,33	9.515,08
	T6	117	81,33	9.515,08
Distribuidores	T1	81	54,22	4.391,58
	T2	81	54,22	4.391,58
	T3	81	54,22	4.391,58
	T4	117	54,22	6.343,39
	T5	117	54,22	6.343,39
	T6	117	54,22	6.343,39
Microtubos	T1	324	38,55	12.490,65
	T2	324	38,55	12.490,65
	T3	324	38,55	12.490,65
	T4	468	38,55	18.042,06
	T5	468	38,55	18.042,06
	T6	468	38,55	18.042,06
Estacas	T1	324	53,00	17.172,00
	T2	324	53,00	17.172,00
	T3	324	53,00	17.172,00
	T4	468	53,00	24.804,00
	T5	468	53,00	24.804,00
	T6	468	53,00	24.804,00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para la fabricación del objeto compuesto de riego se requirió de un gotero y un distribuidor por planta, es decir de 81 y 117 goteros y distribuidores por cada tratamiento de densidad baja y alta respectivamente; a su vez cada objeto compuesto de riego requirió cuatro microtubos y cuatro estacas, por lo que se emplearon 324 microtubos y estacas en cada uno de los tratamientos de baja densidad y 468 microtubos y estacas en cada uno de los tratamientos de alta densidad.

El cuadro 9 resume el costo de los materiales de este proceso.

Cuadro 9. Costo (¢) de los materiales variables del sistema de riego, según tratamiento

Tratamiento	Goteros	Distribuidores	Microtubos	Estacas	TOTAL
T1	6.587,37	4.391,58	12.490,65	17.172	40.641,60
T2	6.587,37	4.391,58	12.490,65	17.172	40.641,60
T3	6.587,37	4.391,58	12.490,65	17.172	40.641,60
T4	9.515,08	6.343,39	18.042,06	24.804	58.704,53
T5	9.515,08	6.343,39	18.042,06	24.804	58.704,53
T6	9.515,08	6.343,39	18.042,06	24.804	58.704,53

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al tener el sistema de riego materiales que únicamente varían debido a la densidad de siembra, su costo fue el mismo para los tres tratamientos de baja densidad y para los tres tratamientos de alta densidad; es decir, la variación en el costo de este proceso respondió solamente a la cantidad de plantas existentes en los tratamientos.

7.3.1.3. Costo de los materiales variables del sistema de tutorado

Los cuadros 10 y 11 presentan el requerimiento de los materiales empleados en el sistema de tutorado así como su costo unitario y total.

Sin embargo, es necesario considerar una serie de particularidades que se presentaron en este sistema y que se señalan a continuación:

- I. Se utilizaron ganchos de alambre acerado calibre No. 8 de 40 cm de largo, con las puntas dobladas (figura 4); se emplearon dos ganchos para el tutorado de cada planta, es decir, 162 ganchos en cada tratamiento de baja densidad y 234 ganchos en cada tratamiento de alta densidad.
- II. Cada gancho tuvo amarrado un mecate negro de 2,44 m, es decir, se requirieron 4,88 m de mecate negro por planta.
- III. Se utilizaron seis gasas de mecate negro en cada planta, cada una de ellas de 20 cm de largo, es decir se requirieron 1,20 m de mecate negro para gasas por cada planta.
- IV. Se utilizaron dos anillos por cada planta.
- V. La cantidad de hebras para amarre fue considerablemente variable ya que dependió del criterio de la persona que realizaba el amarre el determinar cuántas hebras requería cada planta; por lo tanto, se realizó un conteo del total de hebras empleadas en las plantas de la parcela útil de cada repetición en cada tratamiento y se calculó el promedio, este promedio se utilizó como base para la determinación de la cantidad de hebras requeridas y su costo para cada tratamiento (Anexo 2).

Cuadro 10. Costo (¢) y requerimiento de los materiales variables del sistema de tutorado

Material	Tratamiento	Cantidad requerida (Unidades)	Costo unitario	Costo total
Ganchos	T1	162	45,00	7.290,00
	T2	162	45,00	7.290,00
	T3	162	45,00	7.290,00
	T4	234	45,00	10.530,00
	T5	234	45,00	10.530,00
	T6	234	45,00	10.530,00
Mecate negro (para los ganchos)	T1	162	2,23	360,93
	T2	162	2,23	360,93
	T3	162	2,23	360,93
	T4	234	2,23	521,39
	T5	234	2,23	521,39
	T6	234	2,23	521,39
Mecate negro (para las gasas)	T1	486	0,18	88,76
	T2	486	0,18	88,76
	T3	486	0,18	88,76
	T4	702	0,18	128,21
	T5	702	0,18	128,21
	T6	702	0,18	128,21
Anillos	T1	162	6,00	972,00
	T2	162	6,00	972,00
	T3	162	6,00	972,00
	T4	234	6,00	1.404,00
	T5	234	6,00	1.404,00
	T6	234	6,00	1.404,00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 10. Continuación

Material	Tratamiento	Cantidad requerida (Unidades)	Costo unitario	Costo total
Hebras para amarre	T1	12	0,77	748,44
	T2	14	0,77	873,18
	T3	14	0,77	873,18
	T4	14	0,77	1.261,26
	T5	15	0,77	1.351,35
	T6	13	0,77	1.171,17

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 11. Costo (¢) de los materiales variables del sistema de tutorado, según tratamiento

Tratamiento	Ganchos	Mecate negro	Anillos	Hebras	Total
T1	7.290,00	449,73	972,00	748,44	9.460,17
T2	7.290,00	449,73	972,00	873,18	9.584,91
T3	7.290,00	449,73	972,00	873,18	9.584,91
T4	10.530,00	649,60	1.404,00	1.261,26	13.844,86
T5	10.530,00	649,60	1.404,00	1.351,35	13.934,95
T6	10.530,00	649,60	1.404,00	1.171,17	13.754,77

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 11 se puede observar la similitud intragrupal entre los costos del sistema de tutorado en los tratamientos de baja y alta densidad.

7.3.1.4. Costo de los materiales variables del fertirriego

Para la determinación de la cantidad aplicada de fertilizantes fue necesario considerar el requerimiento nutricional de la planta en cada fase de su ciclo de vida, debido a que el balance en los niveles de nutrientes es un factor

determinante para alcanzar características deseables de producción tanto en calidad como en cantidad (Berrios, Arredondo, & Tjalling, 2007, citados por Martínez-Marulanda, 2015).

El ciclo de vida del chile dulce tuvo cinco etapas:

- Etapa 1 (periodo vegetativo): del 23 de abril al 9 de mayo, 17 días de duración.
- Etapa 2 (inicio de la floración): del 10 de mayo al 3 de junio, 25 días de duración.
- Etapa 3 (fructificación): del 4 al 23 junio, 20 días de duración.
- Etapa 4 (producción): del 24 de junio al 16 de agosto, 54 días de duración.
- Etapa 5 (pico de producción a senescencia): del 17 de agosto al 19 de setiembre (día de la última cosecha), 34 días de duración (Araya-Cubero, 2017, com. pers.)

En total, el ciclo real (hasta el día de la última cosecha) del cultivo del chile dulce fue de 150 días, en los cuales, los primeros 4 días no hubo aplicación de fertilizantes, sino únicamente de agua. El requerimiento nutricional por tratamiento en cada una de las etapas fenológicas fue identificado por el agrónomo y en base al mismo se realizaron las aplicaciones de cada componente del paquete nutricional a las plantas; la cantidad aplicada de cada fertilizante durante cada una de las etapas del ciclo de vida del Dulcítico se presenta en el Anexo 3.

Por su parte, la cantidad de fertilizante aplicada a cada tratamiento durante la totalidad del ciclo de vida del cultivo se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Cantidad de fertilizante (kg) aplicada durante el ciclo de vida del cultivo

Fertilizante	Cantidad aplicada					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Fosfato monopotásico	4,989	5,301	5,558	6,505	6,767	7,356
Nitrato de potasio	5,724	6,092	6,391	7,465	7,765	8,457
Sulfato de potasio	6,272	6,637	6,926	8,181	8,449	9,098
Sulfato de magnesio	9,929	10,538	11,047	12,943	13,466	14,620
Nitrato de calcio	18,525	19,628	20,536	24,177	25,139	27,215
Compuesto comercial	0,338	0,359	0,377	0,441	0,459	0,500
EDTA Fe	0,252	0,266	0,278	0,328	0,340	0,367
EDTA Mn	0,061	0,064	0,067	0,080	0,083	0,089
Ácido bórico	0,047	0,050	0,053	0,062	0,064	0,070
Cloruro de calcio	2,571	2,772	2,931	3,333	3,443	3,804
Ácido nítrico	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Araya-Cubero, 2017, en prep.

Para determinar el costo de la aplicación de cada fertilizante y la totalidad del costo de la fertilización, se presenta en el cuadro 13 los precios a los que fueron adquiridos los fertilizantes según su presentación de venta, así como el costo unitario (kg) de cada uno de ellos.

Cuadro 13. Costo (¢) total y unitario de adquisición de los fertilizantes

Fertilizante	Presentación de venta	Costo total	Costo/kg
Fosfato monopotásico	25 kg	34.219,28	1.368,77
Nitrato de Potasio	25 kg	15.700,00	628,00
Sulfato de Potasio	25 kg	14.404,15	576,17
Sulfato de Magnesio	25 kg	5.820,00	232,80
Nitrato de Calcio	25 kg	5.816,80	232,67
Compuesto comercial	200 g	2.826,47	14.132,35
EDTA Fe	1 kg	5.653,00	5.653,00
EDTA Mn	1 kg	5.651,06	5.651,06
Ácido Bórico	25 kg	13.400,00	536,00
Cloruro de Calcio	25 kg	4.600,00	184,00
Ácido Nítrico	35 kg	19.055,00	544,43

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Araya-Cubero, 2017, en prep.

El cuadro anterior refleja el costo en kg de cada fertilizante. Al conocer el costo unitario, es decir en kg de cada fertilizante se simplificaron los cálculos de la determinación del costo total de los mismos, esto por cuanto la cantidad empleada también se reflejó en kg (cuadro 12). En el caso del compuesto comercial cuya presentación de venta es en gramos se determinó su precio equivalente en kg.

Para establecer el costo de la aplicación de cada fertilizante en cada tratamiento se multiplicó el nivel de empleo en kg de cada uno por el precio unitario de cada fertilizante, es decir el precio del kg. El cuadro 14 expone el costo de cada fertilizante para cada tratamiento así como el costo total (del conjunto de fertilizantes).

Cuadro 14. Costo (¢) de los fertilizantes aplicados por tratamiento

Fertilizante	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Fosfato monopotásico	6.828,91	7.255,85	7.607,77	8.904,43	9.263,14	10.068,37
Nitrato de Potasio	3.594,90	3.825,53	4.013,42	4.687,78	4.876,62	5.311,10
Sulfato de Potasio	3.613,87	3.823,88	3.990,71	4.713,65	4.868,12	5.241,77
Sulfato de Magnesio	2.311,53	2.453,20	2.571,75	3.013,09	3.134,98	3.403,48
Nitrato de Calcio	4.310,27	4.566,89	4.778,19	5.625,33	5.849,05	6.332,13
Compuesto comercial	4.778,04	5.080,44	5.334,85	6.227,08	6.490,15	7.065,89
EDTA Fe	1.424,01	1.504,95	1.571,52	1.856,90	1.923,44	2.073,76
EDTA Mn	345,71	364,28	380,02	450,91	467,37	501,48
Ácido Bórico	25,37	26,98	28,33	33,06	34,46	37,52
Cloruro de Calcio	473,11	510,03	539,23	613,30	633,52	699,95
Ácido Nítrico	0,74	0,78	0,82	0,96	1,00	1,09
Total	27.706,46	29.412,82	30.816,62	36.126,50	37.541,85	40.736,55

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El cuadro 14 muestra el costo de fertilizar cada tratamiento hasta el día de la última cosecha según los requerimientos nutricionales del cultivo determinados por el agrónomo. En este cuadro se puede observar que conforme aumentó el volumen del sustrato, aumentó el costo de realizar la fertilización; en los tratamientos de baja densidad, el costo se incrementó de ¢27.706,56 al usar 7 L de sustrato a ¢29.412,82 y ¢30.816,62 al usar 14 y 21 L de sustrato respectivamente, de manera similar sucedió con los tratamientos de alta densidad.

Para completar el costo del fertirriego, fue necesario considerar la cantidad de agua aplicada y el costo de la misma. Para esto, se procedió a obtener los litros de agua suministrados a cada tratamiento durante el ciclo de vida del cultivo (de manera similar a lo realizado con los fertilizantes). El suministro de agua por cada etapa fenológica se presenta en el Anexo 4.

Para determinar el costo del agua se estableció el valor de ¢100,00 por m³, equivalente a 1 céntimo de colón por litro de agua (¢0,10). Se fijó este valor considerablemente bajo pues muchos productores hortícolas poseen en sus fincas acceso a fuentes de agua cuyo valor de uso no representa un costo real para su producción; no obstante, la cantidad de agua usada fue variable en cada tratamiento del ensayo, por lo que no se contempló pertinente omitir este rubro. Además, de establecerse un valor mayor para el agua y si se considerara replicar este ensayo en la realidad productiva de los agricultores se generarían diferencias considerables sobre el costo del agua que se pretendieron evitar estableciendo ese valor.

El cuadro 15 presenta la obtención del costo del agua según la cantidad suministrada (en litros y su equivalente a metros cúbicos) a las plantas durante todo su ciclo de vida.

Cuadro 15. Costo (¢) del agua aplicada por tratamiento

Tratamiento	Cantidad de plantas	L agua empleados	m³ agua empleados	Costo ¢/m³	Costo Total
T1	81	22.539,48	22,54	100,00	2.253,95
T2	81	23.966,03	23,97	100,00	2.396,60
T3	81	25.166,15	25,17	100,00	2.516,62
T4	117	29.375,07	29,38	100,00	2.937,51
T5	117	30.616,05	30,62	100,00	3.061,61
T6	117	33.332,01	33,33	100,00	3.333,20

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Araya-Cubero, 2017, en prep.

El cuadro 15 refleja el mismo comportamiento del costo del agua que el presentado en los fertilizantes, es decir, conforme aumentó el volumen del sustrato, aumentó el suministro de agua y su costo, tanto en el grupo de tratamientos de baja densidad como en el de alta.

7.3.1.5. Costo total de los materiales variables

De manera global, el cuadro 16, expone el costo en cada tratamiento referente a los materiales variables utilizados, agrupados por los procesos antes descritos.

Cuadro 16. Costo (¢) de los materiales variables empleados en cada tratamiento

Tratamiento	Establecimiento del cultivo	Sistema de riego	Sistema de tutorado	Fertilizantes	Agua	TOTAL
T1	35.650,57	40.641,60	9.460,17	27.706,46	2.253,95	115.712,74
T2	68.466,15	40.641,60	9.584,91	29.412,82	2.396,60	150.502,07
T3	100.876,72	40.641,60	9.584,91	30.816,62	2.516,62	184.436,46
T4	51.495,27	58.704,53	13.844,86	36.126,50	2.937,51	163.108,67
T5	98.895,55	58.704,53	13.934,95	37.541,85	3.061,61	212.138,48
T6	145.710,82	58.704,53	13.754,77	40.736,55	3.333,20	262.239,88

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Como se observa en el cuadro 16 los tratamientos 1, 2 y 4 presentan costos variables de materiales menores en comparación con los obtenidos con los tratamientos 3, 5 y 6. Si se analiza el comportamiento de los costos dentro de los tratamientos de una misma densidad (T1, T2 y T3 versus T4, T5 y T6) se puede observar que conforme aumentó el volumen de sustrato empleado, aumentó también el costo en los procesos de establecimiento de cultivo, de fertilizantes y agua; lo anterior también explica el hecho de que el costo por materiales del T4 sea menor al del T3 (T3 requiere 21 L de sustrato por planta en baja densidad, mientras que el T4 requiere 7 L de sustrato por planta en alta densidad).

7.3.2. Estimación de los costos de la mano de obra variable

En la consideración del componente de mano de obra es importante resaltar lo expuesto por el CIMMYT (1988) que indica que no todos los trabajadores necesitan la misma cantidad de tiempo para efectuar una tarea dada. Existen factores que influyen en la duración de una actividad como lo es la experiencia de la persona en la ejecución de una acción, su estado físico y anímico, así como factores ambientales como la hora del día a la que se realiza la actividad y la temperatura ambiental, que influyen en el rendimiento laboral de un trabajador y por lo tanto en la duración de las actividades que ejecuta.

El CIMMYT (1988) también indica que los cálculos del tiempo de la mano de obra deben ser el resultado de conversaciones con agricultores o bien de observaciones directas en sus parcelas. Para la determinación de la mano de obra del ensayo se realizaron las mediciones de tiempo a las actividades simuladas y a las observadas directamente en el invernadero según lo descrito en la metodología, lo cual no se contrapone con lo sugerido por el CIMMYT (1988) que indica que en el cálculo de la mano de obra es posible emplear un promedio aproximado de la duración de las actividades.

Para facilitar el cálculo de la mano de obra variable requerida se agruparon las actividades en ocho procesos para obtener así los tiempos de cada proceso y el requerimiento de tiempo general para todas las actividades variables de mano de obra; en base a este tiempo se procedió a determinar el costo de la misma según la tarifa establecida para la actividad agrícola por el MTSS.

7.3.2.1. Requerimiento de mano de obra en la preparación de las bolsas

El primer proceso en el que se empleó mano de obra variable fue en el de preparación de bolsas, el cual comenzó con el llenado de las mismas con el sustrato (en el exterior de invernadero), cuya medición promedio fue de 28 s para las bolsas con 7 L, 27 s para las bolsas con 14 L y 29 s para las bolsas con 21 L.

La similitud entre estos tiempos radica en la manera en que se midió el sustrato: se emplearon tres baldes marcados con la capacidad de los litros para cada volumen requerido (figura. 5).



Figura 5. Baldes empleados para la medición del sustrato según volumen.

El llenado de los baldes con sustrato se realizó con una pala para posteriormente trasladar el sustrato a las bolsas de su respectivo tamaño. Cuánto más angosto fue el ancho balde y de la bolsa, mayor precisión se debió tener en el llenado para garantizar el depósito de la cantidad exacta de sustrato dentro de la bolsa; de ahí la similitud en la duración promedio de llenado de cada bolsa. El cuadro 17 muestra el tiempo de llenado de las bolsas para cada tratamiento.

Cuadro 17. Tiempo (min) para el llenado de bolsas con sustrato según tratamiento

Tratamiento	Volumen (L)	Cantidad de bolsas	Tiempo
T1	7	81	37,80
T2	14	81	36,45
T3	21	81	39,15
T4	7	117	54,60
T5	14	117	52,65
T6	21	117	56,55

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Una vez llenas las bolsas se trasladaron al interior del invernadero en un carrito (40 m de recorrido), cuya capacidad de carga varió según el tamaño de las bolsas. En total se trasladaron 198 bolsas de cada volumen de sustrato, por lo que se requirieron 10 viajes para transportar las bolsas de 7 L (20 bolsas aproximadamente en cada viaje), 16 viajes para transportar las bolsas de 14 L (13 bolsas aproximadamente en cada viaje) y 22 viajes para transportar las bolsas con 21 L (9 bolsas aproximadamente en cada viaje). El tiempo de llenado del carrito fue 51 s (7 L), 36 s (14 L) y 35 s (21 L); el cuadro 18 presenta la duración de llenado del carrito para cada tratamiento.

Cuadro 18. Tiempo (min) requerido para el cargamento de bolsas con sustrato según tratamiento

Tratamiento	Cantidad de bolsas	Viajes requeridos	Tiempo de carga (s)	Tiempo total (min)
T1	81	4	51	3,40
T2	81	6	36	3,60
T3	81	9	35	5,25
T4	117	6	51	5,10
T5	117	9	36	5,40
T6	117	13	35	7,58

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El tiempo de traslado del carrito al interior del invernadero y el regreso del mismo al lugar donde se preparó el sustrato (en el exterior) tuvo una duración de 76 s (36 s en ir al invernadero y 36 s en regresar). Por lo tanto, en conformidad con los viajes requeridos del cuadro 18, el tiempo de traslado del carrito con las bolsas de sustrato se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19. Tiempo (min) de traslado de las bolsas al interior del invernadero

Tratamiento	Cantidad de viajes	Tiempo total
T1	4	5,07
T2	6	7,60
T3	9	11,40
T4	6	7,60
T5	9	11,40
T6	13	16,47

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al tiempo de traslado de las bolsas al interior del invernadero debió adicionarse el tiempo de descarga de estas del carrito al suelo. El tiempo promedio de descarga fue de 32 s para cada carrito con las bolsas de 7 L, y 33 s para cada carrito con las bolsas de 14 y 21 L; el tiempo correspondiente a la descarga de las bolsas en cada uno de los tratamientos se refleja en el cuadro 20.

Cuadro 20. Tiempo (min) de descarga de las bolsas en el interior del invernadero

Tratamiento	Cantidad de viajes	Tiempo de descarga
T1	4	2,13
T2	6	3,30
T3	9	4,95
T4	6	3,20
T5	9	4,95
T6	13	7,15

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Una vez colocadas las bolsas en el suelo del invernadero se enrollaron sus extremos con el fin de facilitar el distanciamiento, el cual se hizo midiendo la distancia entre el punto central de la superficie llena de sustrato entre una bolsa y otra, a razón de 45 cm de distancia entre centro y centro de cada bolsa para la

densidad baja y 30 cm de distancia entre centro y centro de cada bolsa para la densidad alta. El promedio de tiempo del enrollado de los extremos de las bolsas fue de 4 s para cada bolsa de los tratamientos 1, 2 y 4; 5 s para cada bolsa de los tratamientos 3 y 5; y 6 s para las bolsas del tratamiento 6. Por su parte, el tiempo promedio del acomodo lineal y distanciamiento de cada una de las bolsas fue de 6 s para los tratamientos que emplearon bolsas de 7 L (T1 y T3), 5 s para los tratamientos que emplearon bolsas de 14 L (T2 y T4) y 4 s para los tratamientos que emplearon bolsas de 21 L (T5 y T6). El cuadro 21 resume el tiempo total de estas actividades según los tratamientos.

Cuadro 21. Tiempo (min) de enrollado y distanciamiento de bolsas en el invernadero

Tratamiento	Cantidad de bolsas	Tiempo de enrollado	Tiempo de distanciamiento	Tiempo total
T1	81	5,40	8,10	13,50
T2	81	5,40	6,75	12,15
T3	81	6,75	5,40	12,15
T4	117	7,80	11,70	19,50
T5	117	9,75	9,75	19,50
T6	117	11,70	7,80	19,50

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La actividad final del proceso de preparación de bolsas fue el corte con cuchilla de los puntas de la base de las bolsas (que están en contacto con el suelo) para el drenaje. Este tiempo de corte tuvo en promedio una duración de 8 s por bolsa en los tratamientos de baja densidad y de 7 s por bolsa en los tratamientos de alta densidad; el cuadro 22 presenta la duración total de esta actividad en cada tratamiento.

Cuadro 22. Tiempo (min) de corte de bolsas en el invernadero

Tratamiento	Cantidad de bolsas	Tiempo promedio (s)	Tiempo total (min)
T1	81	8	10,80
T2	81	8	10,80
T3	81	8	10,80
T4	117	7	13,65
T5	117	7	13,65
T6	117	7	13,65

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El cuadro 23 resume la totalidad del tiempo requerido para concluir el proceso de preparación de bolsas en cada tratamiento.

Cuadro 23. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación de bolsas por tratamiento

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Llenado de bolsas	37,80	36,45	39,15	54,60	52,65	56,55
Llenado de carretillo	3,40	3,60	5,25	5,10	5,40	7,58
Traslado de carretillo	5,07	7,60	11,40	7,60	11,40	16,47
Descarga de carretillo	2,13	3,30	4,95	3,20	4,95	7,15
Doblado y distanciamiento	13,50	12,15	12,15	19,50	19,50	19,50
Corte de bolsas	10,80	10,80	10,80	13,65	13,65	13,65
Total (min)	72,70	73,90	83,70	103,65	107,55	120,90
Total (h)	1,21	1,23	1,40	1,73	1,79	2,02

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 23 se aprecia que en los tratamientos con la misma densidad de siembra, conforme aumentó el volumen del sustrato, aumentó el requerimiento de tiempo para la realización de las actividades de la preparación de las bolsas.

7.3.2.2. Requerimiento de mano de obra en el sistema de riego

Una vez finalizado el proceso de preparación de bolsas, se procedió con el establecimiento del sistema de riego, cuya actividad inicial fue la perforación del poliducto que transportó y suministró los fertilizantes y el agua a las plantas, en este poliducto se colocó el objeto compuesto de riego (figura 3), por lo que se requirió realizar agujeros en el mismo para posteriormente colocar el objeto compuesto de riego. La cantidad de agujeros realizados dependió estrictamente de la densidad de siembra del tratamiento, así, se requirieron 81 agujeros en cada tratamiento de baja densidad y 117 agujeros en los tratamientos de alta densidad; el tiempo promedio de la realización de los agujeros fue de 3 s por cada perforación, tanto en tratamientos de baja como de alta densidad.

En cuanto a la preparación del objeto compuesto de riego (figura 3) primero se realizó el corte de los microtubos, seguido de la colocación de las estacas a los mismos y la colocación de los microtubos con las estacas a los distribuidores. Los goteros fueron colocados individualmente en las perforaciones realizadas al poliducto y finalmente a estos se les colocó los distribuidores armados (con los microtubos y estacas), de manera que se completó el objeto compuesto de riego. El promedio observado de corte fue de 4,5 s por cada microtubo cortado.

La colocación de las estacas a los microtubos se realizó formado grupos de 4 (ya que se requieren 4 microtubos y 4 estacas por planta), de manera que se requirió completar 81 grupos para los tratamientos de baja densidad y 117 grupos para los de alta, proceso que demoró 16 s en promedio; por su parte el colocar los microtubos con las estacas a los distribuidores tardó 17 s en promedio y se requirieron 81 y 117 distribuidores para los tratamientos de baja y alta densidad respectivamente.

Para finalizar el proceso se colocaron los goteros directamente a los agujeros realizados en el poliducto y posteriormente se colocaron sobre estos los distribuidores (con los microtubos y estacas) para completar la formación del objeto compuesto de riego. La colocación de los goteros sobre los agujeros tuvo una duración de 3 s por agujero en las perforaciones de los tratamientos de baja densidad y de 4 s por agujero en las perforaciones de los tratamientos de alta densidad; a su vez, la colocación del distribuidor ya armado sobre cada gotero tuvo una duración promedio de 4,5 s en los tratamientos de baja densidad, y de 4 s en los tratamientos de alta.

La duración total de este proceso así como de cada una de las actividades para todos los tratamientos se presenta en el cuadro 24, según las duraciones de cada actividad descritas anteriormente.

Cuadro 24. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación del sistema de riego por tratamiento

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Perforación del poliducto	4,05	4,05	4,05	5,85	5,85	5,85
Corte de microtubos	24,30	24,30	24,30	35,10	35,10	35,10
Colocación de estacas	21,60	21,60	21,60	31,20	31,20	31,20
Armado de distribuidores	22,95	22,95	22,95	33,15	33,15	33,15
Colocación de goteros en poliducto	4,05	4,05	4,05	7,80	7,80	7,80
Colocación del distribuidor armado	6,08	6,08	6,08	7,80	7,80	7,80
Total (min)	83,03	83,03	83,03	120,90	120,90	120,90
Total (h)	1,38	1,38	1,38	2,02	2,02	2,02

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Como se aprecia en el cuadro anterior, no hubo diferencia en el tiempo requerido entre los tratamientos con la misma densidad de siembra (T1, T2 y T3 versus T4, T5 y T6), esto debido a que en el proceso no hubo influencia del volumen de sustrato empleado, sino únicamente de la densidad.

7.3.2.3. Requerimiento de mano de obra en el establecimiento del cultivo

El proceso de establecimiento del cultivo tuvo su inicio con en el anclaje de las estacas del objeto compuesto de riego a las bolsas (una estaca por cada costado de la bolsa), por medio de estas es que el agua con los fertilizantes entró al sustrato para ser aprovechada por la planta. Durante esta actividad, el promedio de colocación de las estacas fue de 5 s por cada bolsa, este tiempo se mantuvo tanto en los tratamientos de baja densidad como en los de alta. Posteriormente se realizó un hoyo en el sustrato en el cual serían depositadas las plántulas de chile (riego del almácigo), en esta actividad la duración promedio fue de 3 s en el distanciamiento de baja densidad y 2 s en el de alta (al estar más juntas las bolsas se requiere un menor desplazamiento del trabajador). Seguido de esto, se procedió a la colocación de las plantas (riego del almácigo), donde el promedio de duración fue de 2 s por cada planta regada (depositada en el sustrato) promedio que se mantuvo tanto en los tratamientos de baja densidad como en los de alta.

El proceso continuó con el tapado de las raíces de las plántulas con sustrato (a esta actividad se le llama siembra) y tuvo una duración de 4 s por cada planta en los tratamientos de baja densidad y 3 s por cada planta en los tratamientos de alta densidad; el proceso concluyó al cubrir con los extremos de las bolsas todo el sustrato expuesto, de manera que únicamente quedó en el exterior el tallo de la planta, en esta actividad se tuvo un promedio de tiempo de 29 s por bolsa en los tratamientos de baja densidad y 33 s por bolsa en los tratamientos de alta densidad.

El cuadro 25 presenta la duración por actividad correspondiente a cada tratamiento así como la duración total del proceso también por tratamiento.

Cuadro 25. Tiempo (h) requerido en el proceso de preparación de establecimiento del cultivo por tratamiento

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Colocación estacas	6,75	6,75	6,75	9,75	9,75	9,75
Hoyado del sustrato	4,05	4,05	4,05	3,90	3,90	3,90
Riego del almácigo	2,70	2,70	2,70	3,90	3,90	3,90
Siembra	5,40	5,40	5,40	5,85	5,85	5,85
Tapado de bolsas	39,15	39,15	39,15	64,35	64,35	64,35
Total (min)	58,05	58,05	50,55	87,75	87,75	87,75
Total (h)	0,97	0,97	0,97	1,46	1,46	1,46

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El cuadro 25 muestra la totalidad de las duraciones en minutos de cada actividad, aplicada a las 81 bolsas de los tratamientos de baja densidad y a las 117 bolsas de los tratamientos de alta densidad según los tiempos promedio descritos anteriormente, y que resultaron de las observaciones realizadas en las simulaciones de las actividades. Al igual que en el proceso de preparación del sistema de riego, la variación de requerimiento de tiempo se dio cuando se presentaron cambios en la densidad de siembra, pues aquí el volumen del sustrato empleado tampoco ejerció influencia.

7.3.2.4. Requerimiento de mano de obra en el sistema de tutorado

Para construir el sistema de tutorado empleado en el experimento se requirió de la utilización de ganchos metálicos a los cuales se les enrolló mecate negro, por lo que el corte y enrollado de estos mecates a los ganchos fue la primer actividad realizada. En esta actividad, el preparar un gancho tuvo una duración de 30 s, es decir se requirió de 1 min para completar dos ganchos (se emplearon dos ganchos por planta); el enrollado de los mecates al gancho se realizó para facilitar su manipulación, pues una vez dentro del invernadero los mecates fueron

desenrollados para ser colocados sobre las plantas, según se muestra en la figura 6.



Figura 6. Ganchos con mecate colocados en el interior del invernadero.

La colocación de los ganchos en la estructura superior del invernadero tuvo una duración promedio de 31 s por gancho en los tratamientos de baja densidad (incluyó el tiempo de desenrolle del mecate), es decir se requirieron 62 s para la colocación de ambos ganchos, mientras que en los tratamientos de alta densidad se requirieron 54 s para colocar los dos ganchos.

Posterior a esto se colocaron los anillos sobre los tallos de las plantas (que ya se encontraban en crecimiento) y se anclaron a los mecates (figura 7). La duración de esta colocación y anclaje fue de 11 y 10 s en ambos anillos para cada planta establecida en baja y alta densidad respectivamente. La duración de esta actividad fue menor en los tratamientos de alta densidad debido a que al estar más juntas las plantas se requirió un menor desplazamiento del trabajador.



Figura 7. Anillos con mecate anclado.

Para continuar con el sistema de tutorado se requirió de la elaboración de gasas. Las gasas son trozos de mecate negro que se amarraron al mecate horizontal (que colgaba de los ganchos, figura. 6) en forma de argolla a tres alturas diferentes: 1,10, 1,40 y 2 m desde el suelo, por cada planta se colocaron dos argollas a cada altura, una a la derecha y otra a la izquierda de la planta en cada altura, es decir, se requirieron 6 gasas por planta (486 en cada tratamiento de baja densidad y 702 en cada tratamiento de alta densidad).

En esta actividad se consideró únicamente el corte de los trozos de mecate, pues la formación de aro de la gasa se realizó directamente en el invernadero al ser amarrado cada trozo de mecate en forma de aro a los mecates verticales unidos a los ganchos. El tiempo promedio de corte de los trozos de mecate fue de 32 min para cada tratamiento de baja densidad (32 min por cada 486 trozos) y de 46 min para cada tratamiento de alta densidad (46 min por cada 702 trozos).

La colocación de las gasas, es decir, la unión en forma de argolla de los trozos de mecate al mecate horizontal a las tres alturas antes descritas tuvo una duración de 68 s (en 6 gasas) para los tratamientos de baja densidad y de 66 s (en 6 gasas) para los tratamientos de alta densidad.

Una vez finalizada la colocación de las gasas se procedió con el argollaje, el cual consistió en pasar por medio de las argollas un mecate de manera horizontal, este mecate fue anclado al suelo en los extremos de cada hilera (no se consideró en los materiales pues se usó la misma cantidad en todos los tratamientos), las diferencias en el tiempo de argollaje estuvieron referidas a la cantidad de argollas por las que se debió pasar el mecate (que estaban en función de la densidad de siembra). El tiempo promedio de argollaje fue de 38 s por planta para los tratamientos de baja densidad y 32 s por planta en el argollaje de los tratamientos de alta densidad, en ambos tiempos se contempló el argollaje para las 6 gasas de cada planta. El cuadro 26 expone la duración de cada actividad del establecimiento del sistema de tutorado por tratamiento, así como la duración total del proceso también por tratamiento.

Cuadro 26. Tiempo (h) requerido en el proceso de establecimiento del sistema de tutorado por tratamiento

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Preparación de ganchos	81,00	81,00	81,00	117,00	117,00	117,00
Colocación de ganchos	83,70	83,70	83,70	105,30	105,30	105,30
Colocación de anillos	29,70	29,70	29,70	39,00	39,00	39,00
Corte de gasas	32,00	32,00	32,00	46,00	46,00	46,00
Colocación de gasas	91,80	91,80	91,80	128,70	128,70	128,70
Argollaje	51,30	51,30	51,30	62,40	62,40	62,40
Total (min)	369,50	369,50	369,50	498,40	498,40	498,40
Total (h)	6,16	6,16	6,16	8,31	8,31	8,31

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al ser el sistema de tutorado otro proceso en el que no intervino en las labores de mano de obra el volumen del sustrato empleado, el requerimiento de mano de obra varió únicamente en función de la densidad de siembra, por lo tanto, los tratamientos con la misma densidad de siembra tuvieron el mismo requerimiento de horas de mano de obra para este proceso.

7.3.2.5. Requerimiento de mano de obra en la deshija y deshoja

Las actividades de deshija y deshoja se realizaron según las consideraciones del agrónomo; la deshija consiste en eliminar los brotes de la planta que nacen por debajo de la primera horqueta; mientras que la deshoja es la eliminación de las hojas inferiores a los tallos donde crecen los primeros frutos. Durante el ciclo del cultivo se realizó una deshija y una deshoja. Los promedios de los tiempos observados en la primera actividad fueron de 10,23 min para completar la deshija total de un tratamiento de baja densidad, es decir, se tardó 10,23 min en deshijar 81 plantas, mientras que los tratamientos de alta densidad tuvieron una duración promedio de 14,77 min (en las 117 plantas de cada uno de estos tratamientos).

La actividad de deshoja tuvo una duración mayor en comparación con la deshija, pues en promedio el deshojar una planta ya sea en baja o alta densidad demoró 2,16 min, en este caso las diferencias entre el requerimiento total de tiempo para los tratamientos de baja y alta densidad radicó en el número de plantas a deshojar. El cuadro 27 presenta la totalidad de los tiempos empleados en estas actividades para cada tratamiento.

Cuadro 27. Tiempo (min y h) requerido en el proceso de deshija y deshoja por tratamiento

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Deshija	10,23	10,23	10,23	14,77	14,77	14,77
Deshoja	175,14	175,14	175,14	252,97	252,97	252,97
Total (min)	185,36	185,36	185,36	267,75	267,75	267,75
Total (h)	3,09	3,09	3,09	4,46	4,46	4,46

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7.3.2.6. Requerimiento de mano de obra en el amarre

Para determinar el tiempo requerido para llevar a cabo el amarre de las plantas, se midió la duración del amarre con una hebra por planta para 9 y 13 plantas según los tratamientos de baja y alta densidad respectivamente, en las tres alturas establecidas en el sistema de tutorado para este amarre (1,10, 1,40 y 2,00 m). En tiempo promedio de amarre considerando las tres alturas fue de 0,94 y 0,58 s en baja y alta densidad respectivamente. Cabe destacar que este tiempo se logró por la larga experiencia en la producción de chile del trabajador y su facilidad práctica para el amarre.

El cuadro 28 presenta el promedio de amarres de cada planta por tratamiento (obtenido del conteo de los amarres por planta en el invernadero, Anexo 2), así como la duración estimada de realizar todos los amarres por cada planta en su respectivo tratamiento.

Cuadro 28. Tiempo (s) requerido para el amarre total de una planta en su respectivo tratamiento

Tratamiento	Promedio de amarres/planta	Duración (s) por amarre	Duración (s) por planta
T1	12	0,94	11,28
T2	14	0,94	13,16
T3	14	0,94	13,16
T4	14	0,58	8,12
T5	15	0,58	8,70
T6	13	0,58	7,54

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Una vez obtenido el tiempo promedio en que se realizó el amarre de una planta (considerando la cantidad media de amarres) fue posible determinar el tiempo requerido para amarrar todas las plantas de un tratamiento. El cuadro 29 expresa este tiempo.

Cuadro 29. Tiempo (h) requerido para el amarre total de las plantas en cada tratamiento

Tratamiento	Cantidad de plantas	Duración por planta	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Tiempo (h)
T1	81	11,28	913,68	15,23	0,25
T2	81	13,16	1.065,96	17,77	0,30
T3	81	13,16	1.065,96	17,77	0,30
T4	117	8,12	950,04	15,83	0,26
T5	117	8,70	1.017,90	16,97	0,28
T6	117	7,54	882,18	14,70	0,25

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al analizar la duración del amarre de la totalidad de plantas de cada tratamiento, es posible notar que en esta actividad no hubo incidencia directa del volumen de sustrato empleado o la densidad de siembra establecida sobre el tiempo requerido para concretar el amarre. Dicho amarre correspondió a la consideración técnica del trabajador encargado de efectuarlo, sobre la necesidad de la planta de tener soporte, al ver su crecimiento vegetativo y cantidad de frutos en ese momento. Por lo anterior, la duración del amarre por tratamiento tuvo valores cercanos entre sí, aunque no exactos.

7.3.2.7. Requerimiento de mano de obra en la cosecha

La labor de cosecha representó un costo variable ya que el requerimiento de mano de obra fue diferente en cada tratamiento y para efectos del ensayo se realizó una cosecha cada semana entre el 27 de junio y el 19 de setiembre. La variación en las labores de cosecha se relacionó con la productividad de la planta de cada tratamiento, de esta manera, plantas o tratamientos con mayores cantidades de frutos a ser recolectados requirieron mayor tiempo de cosecha, es decir más mano de obra.

Esta labor se midió directamente en el momento de su realización desde la cosecha 9 y hasta la cosecha 13. Se obtuvo la duración de la cosecha por cada planta de la parcela útil en cada una de las repeticiones, así como la cantidad de frutos obtenidos de cada una de ellas. Para determinar el tiempo requerido para la cosecha de las plantas borde y de las cosechas anteriores se tomó como base la duración de las cosechas medidas y la cantidad de chiles cosechados; así, considerando los chiles obtenidos en las cosechas de la 1 a la 8 se determinó el requerimiento de tiempo de mano de obra para esos momentos. El cuadro 30 presenta la duración de la cosechas por tratamiento.

Cuadro 30. Tiempo (h) requerido para la cosecha de Dulcítico en cada tratamiento

Cosecha	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Duración por cosecha
1	0,09	0,09	0,17	0,07	0,23	0,06	0,70
2	0,30	0,39	0,29	0,51	0,55	0,16	2,21
3	0,90	0,75	0,89	0,80	0,89	0,82	5,04
4	2,60	2,20	2,35	2,05	1,97	2,03	13,19
5	2,80	2,64	3,17	2,19	2,86	2,65	16,31
6	0,90	1,69	1,98	0,66	0,83	1,15	7,20
7	0,65	0,77	0,87	0,59	0,55	0,91	4,33
8	0,72	0,97	0,71	0,75	0,67	0,80	4,63
9	0,85	0,95	0,74	1,12	0,80	0,95	5,41
10	1,01	1,22	1,01	1,05	0,91	0,94	6,14
11	2,73	2,57	2,04	2,06	2,40	2,43	14,22
12	1,13	1,04	0,87	1,03	0,89	1,24	6,20
13	0,92	1,06	0,76	1,24	0,89	1,05	5,91
Duración por tratamiento	15,60	16,34	15,84	14,10	14,43	15,17	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7.3.2.8. Requerimiento de mano de obra en la clasificación de la cosecha

La clasificación de los chiles en calidades fue la actividad que se realizó después de la cosecha. Se establecieron tres calidades comerciales: primera, segunda y tercera, más un tercer grupo no comercializable considerado desecho por tener daños en los frutos; durante la clasificación de las cosechas no se consideró la categoría comercial “especial” de chile, reduciéndose así a tres calidades comerciales, donde cada una de ellas tiene un precio de venta diferente según lo establece CENADA.

La primera calidad contempla los frutos más grandes, gruesos, pesados y homogéneos en cuanto a forma, la segunda calidad agrupa a frutos de tamaño mediano, más delgados y livianos que los de primera calidad, y la tercera incluye a los chiles más pequeños, livianos y delgados y a los considerados deformes, también forman parte de esta categoría los frutos con daños menores a 1 cm² (Fallas-Solano, 2017, com. pers.).

Por su parte, la categoría de desecho contempla los chiles con daños iguales o mayores a 1 cm², causados por insectos, hongos, pudrición, deshidratación y/o quema (Fallas-Solano, 2017, com. pers.).

El tiempo requerido para la labor de clasificación de la cosecha también incluyó el tiempo de traslado del chile desde el invernadero al Laboratorio de Tecnología Postcosecha de la EEAFBM (40 m de distancia). Al igual que en la determinación del tiempo requerido para la cosecha, se consideró la clasificación de los chiles en el momento en que se efectuó a partir de la cosecha 9; para la determinación del tiempo de clasificación de los frutos obtenidos en las cosechas anteriores se siguió el procedimiento empleado para el cálculo del tiempo de cosecha. El cuadro 31 presenta el tiempo de clasificación para el Dulcítico en calidades para cada tratamiento.

Cuadro 31. Tiempo (min y h) requerido para la clasificación del Dulcítico en calidades según tratamiento

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (min)	Total (h)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
T1	Primera	0,13	1,99	2,87	4,68	3,49	2,79	3,58	2,83	3,95	3,78	2,48	2,79	2,59	110,85	1,85
	Segunda	0,00	0,75	5,03	7,56	13,41	3,74	0,97	1,32	1,30	3,91	5,89	5,02	6,60		
	Tercera	0,00	0,16	0,85	1,72	3,40	0,36	0,18	0,31	0,67	0,92	1,91	1,52	1,29		
	Desecho	0,05	0,31	0,06	0,03	0,04	0,06	0,16	0,18	0,87	1,01	0,61	0,30	0,42		
T2	Primera	0,31	2,24	2,76	4,01	3,73	4,88	3,83	2,85	3,51	5,32	3,55	4,30	4,33	105,13	1,75
	Segunda	0,00	0,39	2,39	5,53	9,74	5,31	0,19	1,37	1,25	5,03	3,75	4,32	5,35		
	Tercera	0,00	0,10	0,80	1,22	2,29	1,64	0,50	0,67	0,87	1,06	0,67	0,71	1,31		
	Desecho	0,00	0,00	0,02	0,10	0,03	0,05	0,26	0,62	0,20	0,65	0,52	0,23	0,38		
T3	Primera	0,17	1,22	3,72	3,92	5,16	3,14	3,23	1,71	4,42	6,12	3,43	4,61	3,73	108,72	1,81
	Segunda	0,30	0,40	2,94	5,55	11,36	8,76	1,88	1,21	0,58	1,39	5,00	4,17	7,40		
	Tercera	0,01	0,20	0,57	1,22	2,42	1,22	0,76	0,21	0,20	0,00	0,80	1,17	1,41		
	Desecho	0,12	0,27	0,03	0,06	0,01	0,16	0,04	0,72	0,50	0,00	0,36	0,41	0,33		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 31. Continuación

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (min)	Total (h)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
T4	Primera	0,07	2,34	1,80	3,19	2,82	1,72	2,90	1,42	3,58	0,64	1,49	3,33	3,27	88,53	1,48
	Segunda	0,00	0,00	2,77	4,57	5,27	3,17	1,33	4,02	1,19	4,63	3,78	4,10	9,42		
	Tercera	0,00	0,11	0,66	1,66	3,13	0,78	0,00	0,19	0,11	1,66	0,97	0,62	1,81		
	Desecho	0,03	0,13	0,01	0,08	0,03	0,00	0,00	0,21	0,67	1,32	0,65	0,17	0,69		
T5	Primera	0,62	2,93	2,89	2,32	3,74	2,09	1,38	0,90	1,75	4,39	2,67	3,40	2,70	84,03	1,40
	Segunda	0,00	0,68	3,61	5,98	9,07	2,83	1,75	3,41	0,17	0,96	3,86	2,92	4,04		
	Tercera	0,00	0,08	0,77	0,71	2,30	1,16	0,59	1,08	0,25	0,41	0,50	0,78	1,08		
	Desecho	0,03	0,00	0,04	0,15	0,01	0,02	0,10	0,30	0,61	0,80	0,47	0,01	0,69		
T6	Primera	0,00	0,49	2,34	3,16	4,44	2,63	3,69	1,77	1,17	2,25	2,59	3,78	2,80	84,41	1,41
	Segunda	0,00	0,36	1,30	4,57	9,07	2,16	2,07	2,48	0,93	2,09	3,34	5,02	5,58		
	Tercera	0,02	0,22	0,57	2,13	1,90	2,15	0,59	0,28	0,21	0,24	0,90	0,84	2,01		
	Desecho	0,03	0,00	0,15	0,01	0,02	0,09	0,03	0,33	0,54	0,52	0,21	0,23	0,12		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Como se aprecia en el cuadro 31, el requerimiento de tiempo para la clasificación de la cosecha tuvo un comportamiento similar al presentado con la duración de las cosechas, ya que los tratamientos de baja densidad requirieron de más tiempo para clasificar los frutos cosechados, lo anterior indica la existencia de una diferencia en rendimiento agronómico entre tratamientos.

7.3.2.9. Costo total de la mano de obra variable

De manera global, el cuadro 32 resume el requerimiento de horas de mano de obra para cada tratamiento vinculadas con cada una de las actividades descritas.

Cuadro 32. Tiempo (h) requerido de mano de obra variable en cada tratamiento

Proceso	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Preparación de bolsas	1,21	1,23	1,40	1,73	1,79	2,02
Sistema de riego	1,38	1,38	1,38	2,02	2,02	2,02
Establ. del cultivo	4,21	4,21	4,21	5,80	5,80	5,80
Sistema de tutorado	2,94	2,94	2,94	3,99	3,99	3,99
Deshija y deshoja	3,09	3,09	3,09	4,46	4,46	4,46
Amarre	0,25	0,30	0,30	0,26	0,28	0,25
Cosecha	15,60	16,34	15,84	14,10	14,43	15,17
Clasificación	1,85	1,75	1,81	1,48	1,40	1,41
Total (h)	30,53	31,24	30,97	33,85	34,19	35,12

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Con la determinación de ese requerimiento se procedió a calcular el costo de la mano de obra, para ello se utilizó el valor del jornal para un peón agrícola de labores livianas (que considera un jornal de 8 horas) establecido por el MTSS, el cual fue de ¢6.663,04 para el primer semestre del 2016 y de ¢6.711,36 para el segundo semestre de ese año (MTSS, 2017).

Con base en lo anterior, se determinó que el valor de una hora de trabajo para un peón agrícola de labores livianas fue de ¢1.207,88 en el primer semestre del 2016 y ¢1.213,92 en el segundo semestre de ese mismo año.

El ensayo tuvo inicio en el mes de abril y finalización en el mes de setiembre del 2016; la consideración del requerimiento de la mano de obra variable del mismo abarcó la totalidad de las horas necesarias para desarrollar las actividades en cada tratamiento, no consideró cuántas de esas horas se trabajaron en el primer y segundo semestre respectivamente, por lo tanto, para el cálculo del costo de la mano de obra se utilizó el promedio del valor de la hora establecida por el MTSS en ambos semestres, el cual fue de ¢1.210,90.

Sin embargo, ese costo promedio establecido en base a lo estipulado por el MTSS no considera las cargas patronales, que desde el punto de vista de un productor deben ser incluidas para la determinación de la mano de obra a pagar. En Costa Rica, el porcentaje de cargas patronales equivale a 47,15%, que corresponde al aporte a la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) (26,33%), aguinaldo (8,33%), cesantía (8,33%) y vacaciones (4,16%), por lo tanto para un productor, el costo de una hora de mano de obra aumenta a ¢1.781, 84. El cuadro 33 presenta el costo incurrido por las labores de mano de obra en cada tratamiento.

Cuadro 33. Costo (¢) de la mano de obra variable por tratamiento

Tratamiento	Horas empleadas	Costo / hora	Costo total
T1	30,53	1.781,84	54.396,21
T2	31,24	1.781,84	55.660,28
T3	30,97	1.781,84	55.177,59
T4	33,85	1.781,84	60.319,54
T5	34,19	1.781,84	60.928,56
T6	35,12	1.781,84	62.585,56

Fuente: Elaboración propia, 2017

7.3.3. Costo variable total

Con la obtención del costo de los materiales variables y el costo de la mano de obra variable según los requerimientos de cada tratamiento fue posible determinar el costo variable total de cada tratamiento, el cual se expone en el cuadro 34.

Cuadro 34. Costo (¢) variable total por tratamiento

Tratamiento	Costos de los materiales variables	Costo de la mano de obra variable	Costo variable total	Cambio porcentual
T1	115.712,74	54.396,21	170.108,95	
T2	150.502,07	55.660,28	206.162,35	21,19
T3	184.436,46	55.177,59	239.614,05	16,23
T4	163.108,67	60.319,54	223.428,20	-6,75
T5	212.138,48	60.928,56	273.067,04	22,22
T6	262.239,88	62.585,56	324.825,43	18,95

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 34 se aprecia que el tratamiento que incurrió en el menor costo variable fue el tratamiento 1 con ¢170.108,95, este fue el tratamiento que tuvo el menor requerimiento de materiales y a su vez el que obtuvo el menor costo referente a la mano de obra; por su parte, el tratamiento 6 generó el mayor costo con ¢324.825,43 debido a que fue el tratamiento con mayor requerimiento tanto de materiales como de mano de obra. Al calcular el cambio porcentual entre estos dos tratamientos por ser los más contrastantes en su nivel de costos se obtiene que hubo un aumento del 90,95% del costo entre el tratamiento 1 y el 6.

Otro resultado sobresaliente de los costos de los tratamientos es la pequeña diferencia entre los costos de los tratamientos 3 y 4, que abarca ¢16.185,84, siendo la diferencia más pequeña entre todos los tratamientos. Las diferencias entre los costos de los demás tratamientos son similares, como lo

presenta el cuadro 34 y rondan entre el 16 y el 22%. La figura 8 presenta la composición del costo variable total en cada tratamiento.

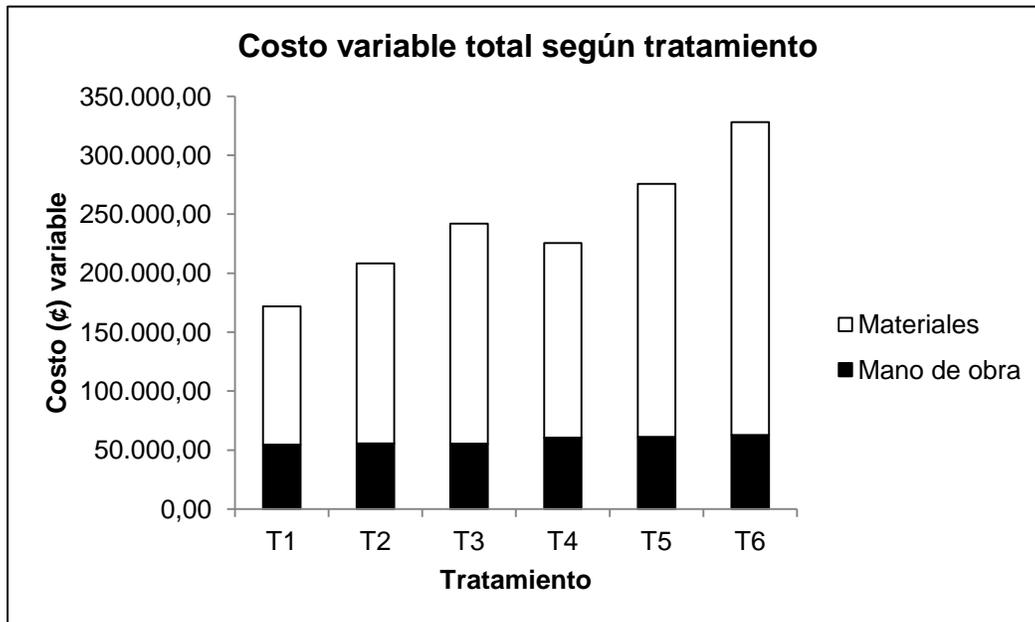


Figura 8. Composición del costo variable total según tratamiento.

En la figura 8 se aprecia la poca diferencia que hubo en el costo de la mano de obra entre tratamientos, sin embargo la diferencia por concepto de materiales sí es sobresaliente en todos los tratamientos, siendo evidente que los materiales representan el principal componente del costo variable total.

Con la determinación del costo variable de cada tratamiento queda definido el paso tres de la propuesta de Reyes-Hernández (2001) para la aplicación de la metodología de los presupuestos parciales.

7.4. Estimación de los precios de campo

7.4.1. Precio de mercado del producto

Para la estimación de los precios de campo del producto se utilizó el cálculo expuesto en la fórmula 3, que corresponde al cuarto paso de la aplicación del enfoque de los presupuestos parciales.

Como se mencionó anteriormente, para definir el precio de mercado del producto se utilizó el precio establecido por CENADA para la java⁶ de chile dulce (precio moda) para las tres calidades seleccionadas de la siguiente manera: se utilizó el precio definido por CENADA para la misma fecha en la que se realizó la cosecha, cuando en la fecha en que se realizó la cosecha no hubo establecimiento de precios de CENADA, se utilizó el precio definido para la fecha inmediata anterior al día de la cosecha, esto debido a que el chile dulce fue vendido en la EEAFBM el mismo día en que fue cosechado.

El cuadro 35 presenta los precios de CENADA para el chile dulce con la fecha de publicación de los mismos, a su vez, la figura 9 muestra el comportamiento de los precios del chile durante el periodo de cosecha.

Cuadro 35. Precios (moda) (¢) de la java de chile según calidad

Cosecha	Fecha de cosecha	Fecha de definición de precios	Precio primera calidad	Precio segunda calidad	Precio tercera calidad
1	27-jun-16	27-jun-16	17.000,00	16.000,00	12.000,00
2	5-jul-16	4-jul-16	21.000,00	19.000,00	15.000,00
3	14-jul-16	13-jul-16	16.000,00	14.000,00	12.000,00
4	21-jul-16	20-jul-16	21.000,00	19.000,00	15.000,00
5	28-jul-16	27-jul-16	16.000,00	14.000,00	11.000,00
6	4-ago-16	3-ago-16	22.000,00	20.000,00	17.000,00
7	11-ago-16	10-ago-16	22.000,00	18.000,00	13.000,00
8	18-ago-16	17-ago-16	23.000,00	20.000,00	14.000,00
9	24-ago-16	24-ago-16	11.000,00	9.000,00	7.000,00
10	1-set-16	31-ago-16	15.000,00	10.000,00	8.500,00
11	8-set-16	7-set-16	11.000,00	9.000,00	6.000,00
12	13-set-16	12-set-16	7.000,00	5.000,00	4.000,00
13	19-set-16	19-set-16	13.000,00	10.000,00	8.000,00

Fuente: Elaboración propia con datos de CENADA, 2017.

⁶ Una java equivale a una caja plástica con 22,5 kg de chile dulce, independientemente de su calidad.

En el cuadro anterior se muestra que en la mayoría de los días en que hubo cosecha no hubo publicación de precios de CENADA, por lo que se utilizó el precio del día anterior, el cual era el vigente al momento de la cosecha.

La figura 9 presenta el comportamiento de los precios del chile dulce en el periodo en que se realizaron las cosechas para cada una de las calidades comerciales.

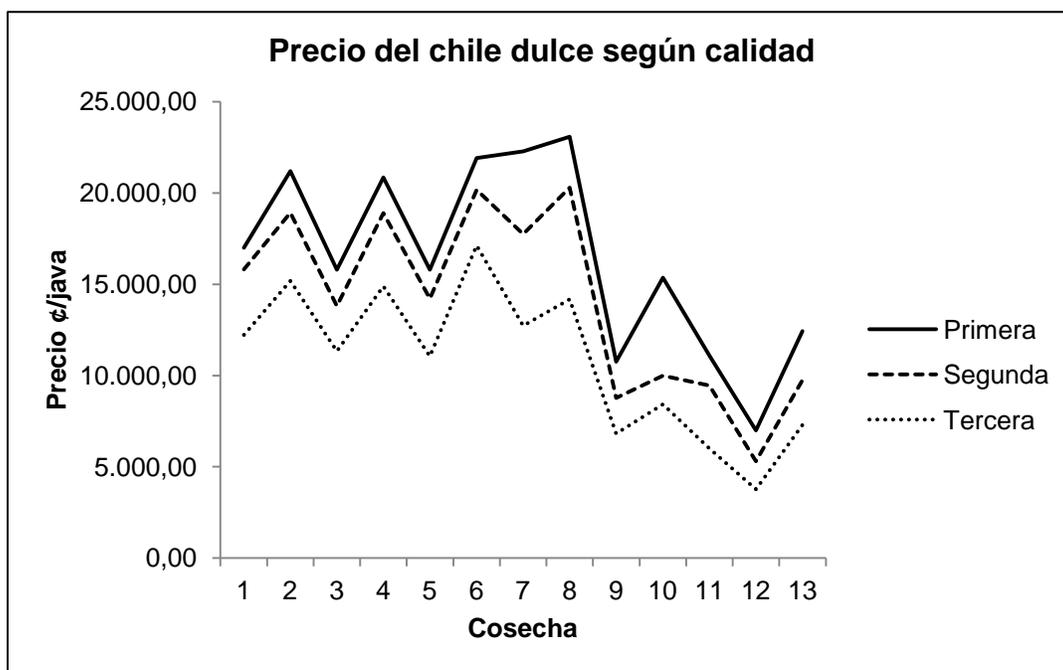


Figura 9. Comportamiento del precio de chile durante el periodo de cosecha.

En la figura anterior se observa claramente la fluctuación del precio del chile para las tres calidades durante el periodo de cosecha; también se aprecia que hubo un comportamiento similar en el precio para cada una, es decir, si el precio de una calidad aumentaba o disminuía, el precio de las otras dos calidades se comportaba de manera similar; a excepción del precio de la primera calidad que aumentó entre las cosechas 6 y 8 y el de la segunda y tercera calidad disminuyó de la cosecha 6 a la 7 para aumentar nuevamente en la cosecha 8.

También se observa en la figura 9 que la primera calidad de chile tuvo su precio máximo en la cosecha 8 y su precio más bajo en la cosecha 12, en esta

cosecha coincide el menor precio para la segunda y tercera calidad, mientras que los precios más altos para estas calidades se obtuvieron en la octava y sexta cosecha respectivamente. Es decir, el precio más bajo para las tres calidades de Chile se presentó en la cosecha 12, mientras que el punto más alto del precio para cada calidad se presentó en cosechas diferentes.

7.4.2. Costos unitarios de cosecha y comercialización

Durante el ensayo se incurrió en costos de cosecha y clasificación para comercializar el producto, estos costos fueron aislados para ser restados al precio de mercado del producto. En este caso, las horas requeridas de mano de obra para estas actividades se multiplicaron por el costo de la hora de mano de obra: $\text{¢}1.781,84$; obteniéndose de ese modo el costo unitario de cosecha y comercialización. El cuadro 36 presenta el requerimiento de tiempo para estas actividades, mientras que el cuadro 37 muestra el costo de ejecutarlas.

En este ensayo no se incurrió en costos de comercialización pues la venta del Chile se realizó directamente en la EEAFBM, donde los acopiadores de la zona central de Alajuela llegaron a retirar el producto y se concretó así la venta, por lo que no hubo ningún cambio en el costo unitario de cosecha debido a la comercialización.

7.4.3. Precio de campo del producto

Una vez determinados los costos unitarios de cosecha y conocido el precio de mercado del producto (cuadro 35) fue posible determinar el precio de campo del Dulcítico, al restar del precio de mercado los costos por cosecha y clasificación, los resultados del cálculo del precio de campo se presentan en el cuadro 38.

Cuadro 36. Tiempo requerido (h) para cosecha y clasificación del Dulcítico, según tratamiento

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (h)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	0,09	0,24	0,34	0,95	0,54	0,41	0,55	0,51	0,63	0,51	0,70	0,38	0,27	17,38
	Segunda	0,00	0,09	0,60	1,53	2,07	0,55	0,15	0,24	0,21	0,52	1,66	0,69	0,69	
	Tercera	0,00	0,02	0,10	0,35	0,53	0,05	0,03	0,06	0,11	0,12	0,54	0,21	0,13	
T2	Primera	0,09	0,36	0,39	0,89	0,69	0,78	0,72	0,61	0,65	0,66	1,20	0,55	0,49	18,04
	Segunda	0,00	0,06	0,34	1,22	1,80	0,85	0,04	0,30	0,23	0,62	1,27	0,56	0,60	
	Tercera	0,00	0,02	0,11	0,27	0,42	0,26	0,09	0,15	0,16	0,13	0,23	0,09	0,15	
T3	Primera	0,06	0,22	0,52	0,92	0,95	0,53	0,53	0,42	0,70	0,92	0,81	0,48	0,29	17,61
	Segunda	0,11	0,07	0,41	1,31	2,09	1,46	0,31	0,30	0,09	0,21	1,19	0,43	0,57	
	Tercera	0,00	0,04	0,08	0,29	0,45	0,20	0,13	0,05	0,03	0,00	0,19	0,12	0,11	
T4	Primera	0,07	0,53	0,31	0,75	0,60	0,23	0,45	0,21	0,88	0,11	0,51	0,48	0,33	15,51
	Segunda	0,00	0,00	0,47	1,07	1,12	0,42	0,21	0,60	0,29	0,78	1,31	0,59	0,96	
	Tercera	0,00	0,02	0,11	0,39	0,66	0,10	0,00	0,03	0,03	0,28	0,34	0,09	0,18	
T5	Primera	0,24	0,49	0,40	0,55	0,77	0,32	0,23	0,13	0,67	0,77	0,96	0,48	0,35	15,78
	Segunda	0,00	0,11	0,50	1,41	1,86	0,43	0,29	0,48	0,07	0,17	1,38	0,41	0,53	
	Tercera	0,00	0,01	0,11	0,17	0,47	0,18	0,10	0,15	0,10	0,07	0,18	0,11	0,14	
T6	Primera	0,00	0,08	0,49	0,70	0,84	0,48	0,59	0,34	0,50	0,50	0,96	0,55	0,33	16,54
	Segunda	0,00	0,06	0,27	1,01	1,71	0,39	0,33	0,48	0,40	0,46	1,24	0,73	0,66	
	Tercera	0,06	0,04	0,12	0,47	0,36	0,39	0,09	0,05	0,09	0,05	0,34	0,12	0,24	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 37. Costo (¢) de cosecha y clasificación del Dulcítico según calidad y tratamiento

Tratamiento	Calidad	Cosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	Primera	164,10	430,33	609,95	1.687,88	960,22	732,38	978,77
	Segunda	0,00	162,02	1.067,89	2.730,33	3.690,32	983,38	265,54
	Tercera	0,00	34,18	181,35	620,20	937,00	95,47	48,54
T2	Primera	160,78	635,34	697,81	1.581,89	1.224,64	1.388,59	1.274,27
	Segunda	0,00	111,57	603,99	2.180,72	3.201,17	1.510,96	63,67
	Tercera	0,00	29,17	203,76	481,20	751,96	465,79	165,43
T3	Primera	112,22	383,91	924,45	1.647,68	1.693,85	936,94	951,91
	Segunda	202,63	125,92	729,49	2.336,76	3.727,07	2.608,88	553,27
	Tercera	8,28	62,43	142,05	512,92	794,78	362,88	225,26
T4	Primera	119,35	943,37	543,80	1.331,74	1.065,48	405,28	806,49
	Segunda	0,00	0,00	836,04	1.905,12	1.990,75	749,30	370,58
	Tercera	0,00	44,18	199,79	691,18	1.182,25	183,68	0,00
T5	Primera	432,75	868,58	715,96	973,57	1.370,65	567,61	402,44
	Segunda	0,00	202,67	893,10	2.509,14	3.323,00	769,38	508,50
	Tercera	0,00	24,61	191,18	298,21	843,92	315,14	172,05
T6	Primera	0,00	142,18	879,36	1.248,62	1.492,26	855,10	1.048,87
	Segunda	0,00	105,74	489,10	1.807,74	3.046,34	702,35	588,58
	Tercera	98,59	63,09	213,32	844,64	638,09	700,68	168,02

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 37. Continuación

Tratamiento	Calidad							Total (¢)
		8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	901,81	1.131,46	901,89	1.247,36	682,96	482,99	30.959,93
	Segunda	420,92	371,01	933,16	2.964,11	1.227,81	1.229,74	
	Tercera	98,70	192,26	220,49	962,97	370,77	239,69	
T2	Primera	1.090,06	1.160,71	1.174,57	2.144,14	985,18	868,58	32.143,34
	Segunda	526,66	413,29	1.109,40	2.267,74	990,06	1.074,54	
	Tercera	258,54	286,00	233,93	401,75	162,42	263,05	
T3	Primera	745,94	1.247,29	1.647,34	1.449,30	855,67	513,78	31.371,56
	Segunda	527,64	162,43	375,30	2.112,87	774,36	1.019,29	
	Tercera	90,55	57,11	0,00	337,93	217,67	193,52	
T4	Primera	379,87	1.567,29	191,82	917,12	858,58	592,87	27.634,39
	Segunda	1.075,63	520,26	1.381,53	2.335,21	1.055,64	1.709,28	
	Tercera	49,55	50,08	494,49	597,58	160,23	328,99	
T5	Primera	225,59	1.194,71	1.367,45	1.704,52	861,44	629,61	28.116,61
	Segunda	851,94	116,51	299,68	2.464,53	738,17	942,60	
	Tercera	270,58	172,36	129,10	317,30	197,10	250,98	
T6	Primera	612,10	894,10	890,72	1.717,07	978,37	585,64	29.473,14
	Segunda	856,02	712,31	825,42	2.214,08	1.298,30	1.168,21	
	Tercera	96,46	159,31	94,62	598,37	217,46	421,89	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 38. Precio (¢ por java) de campo del Dulcítico por tratamiento, según calidad y fecha de cosecha

Tratamiento	Calidad	Cosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	Primera	16.835,90	20.569,67	15.390,05	19.312,12	15.039,78	21.267,62	21.021,23
	Segunda	16.000,00	18.837,98	12.932,11	16.269,67	10.309,68	19.016,62	17.734,46
	Tercera	12.000,00	14.965,82	11.818,65	14.379,80	10.063,00	16.904,53	12.951,46
T2	Primera	16.839,22	20.364,66	15.302,19	19.418,11	14.775,36	20.611,41	20.725,73
	Segunda	16.000,00	18.888,43	13.396,01	16.819,28	10.798,83	18.489,04	17.936,33
	Tercera	12.000,00	14.970,83	11.796,24	14.518,80	10.248,04	16.534,21	12.834,57
T3	Primera	16.887,78	20.616,09	15.075,55	19.352,32	14.306,15	21.063,06	21.048,09
	Segunda	15.797,37	18.874,08	13.270,51	16.663,24	10.272,93	17.391,12	17.446,73
	Tercera	11.991,72	14.937,57	11.857,95	14.487,08	10.205,22	16.637,12	12.774,74
T4	Primera	16.880,65	20.056,63	15.456,20	19.668,26	14.934,52	21.594,72	21.193,51
	Segunda	16.000,00	19.000,00	13.163,96	17.094,88	12.009,25	19.250,70	17.629,42
	Tercera	12.000,00	14.955,82	11.800,21	14.308,82	9.817,75	16.816,32	13.000,00
T5	Primera	16.567,25	20.131,42	15.284,04	20.026,43	14.629,35	21.432,39	21.597,56
	Segunda	16.000,00	18.797,33	13.106,90	16.490,86	10.677,00	19.230,62	17.491,50
	Tercera	12.000,00	14.975,39	11.808,82	14.701,79	10.156,08	16.684,86	12.827,95
T6	Primera	17.000,00	20.857,82	15.120,64	19.751,38	14.507,74	21.144,90	20.951,13
	Segunda	16.000,00	18.894,26	13.510,90	17.192,26	10.953,66	19.297,65	17.411,42
	Tercera	11.901,41	14.936,91	11.786,68	14.155,36	10.361,91	16.299,32	12.831,98

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 38. Continuación

Tratamiento	Calidad	Cosecha						PCQ
		8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	22.098,19	9.868,54	14.098,11	9.752,64	6.317,04	12.517,01	509.540,07
	Segunda	19.579,08	8.628,99	9.066,84	6.035,89	3.772,19	8.770,26	
	Tercera	13.901,30	6.807,74	8.279,51	5.037,03	3.629,23	7.760,31	
T2	Primera	21.909,94	9.839,29	13.825,43	8.855,86	6.014,82	12.131,42	508.356,66
	Segunda	19.473,34	8.586,71	8.890,60	6.732,26	4.009,94	8.925,46	
	Tercera	13.741,46	6.714,00	8.266,07	5.598,25	3.837,58	7.736,95	
T3	Primera	22.254,06	9.752,71	13.352,66	9.550,70	6.144,33	12.486,22	509.128,44
	Segunda	19.472,36	8.837,57	9.624,70	6.887,13	4.225,64	8.980,71	
	Tercera	13.909,45	6.942,89	8.500,00	5.662,07	3.782,33	7.806,48	
T4	Primera	22.620,13	9.432,71	14.808,18	10.082,88	6.141,42	12.407,13	512.865,61
	Segunda	18.924,37	8.479,74	8.618,47	6.664,79	3.944,36	8.290,72	
	Tercera	13.950,45	6.949,92	8.005,51	5.402,42	3.839,77	7.671,01	
T5	Primera	22.774,41	9.805,29	13.632,55	9.295,48	6.138,56	12.370,39	512.383,39
	Segunda	19.148,06	8.883,49	9.700,32	6.535,47	4.261,83	9.057,40	
	Tercera	13.729,42	6.827,64	8.370,90	5.682,70	3.802,90	7.749,02	
T6	Primera	22.387,90	10.105,90	14.109,28	9.282,93	6.021,63	12.414,36	511.026,86
	Segunda	19.143,98	8.287,69	9.174,58	6.785,92	3.701,70	8.831,79	
	Tercera	13.903,54	6.840,69	8.405,38	5.401,63	3.782,54	7.578,11	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7.5. Rendimiento

7.5.1. Rendimiento obtenido

El rendimiento agronómico obtenido en el ensayo varió entre los diferentes tratamientos; a su vez, también se presentaron variaciones en las diferentes cosechas. La figura 10 presenta el rendimiento obtenido de Dulcítico en cada una de las cosechas, por su parte, la figura 11 presenta ese mismo rendimiento segregado en cada una de las calidades.

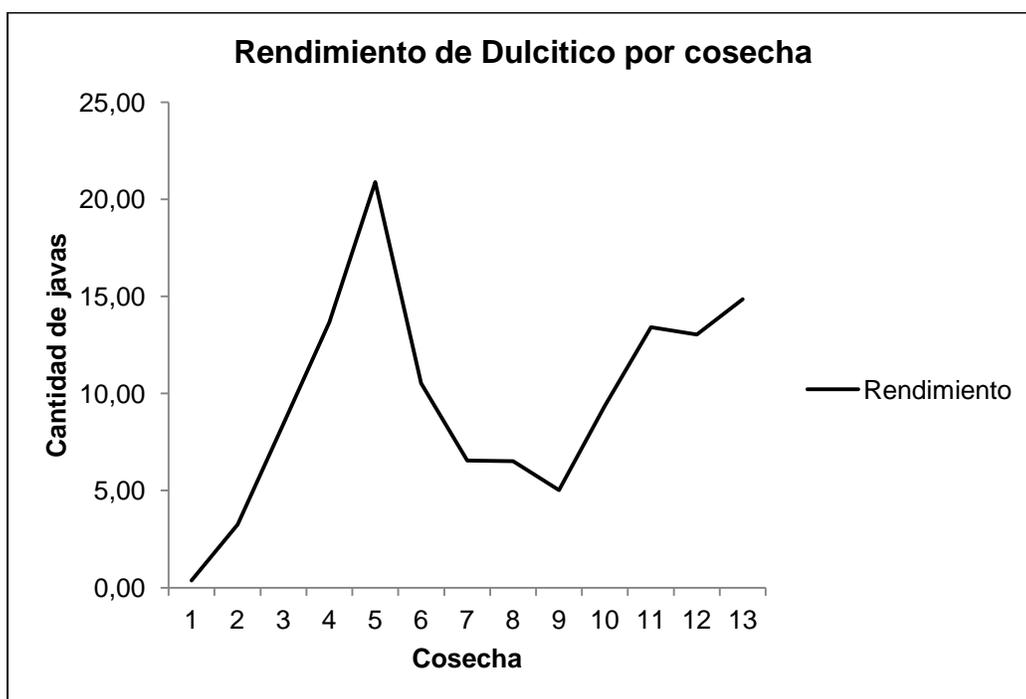


Figura 10. Rendimiento obtenido (en jivas) de Dulcítico por cosecha.

En la figura 10 se aprecia el comportamiento que tuvo la producción de Dulcítico durante las cosechas, se destaca el aumento que hubo desde la primera cosecha (27 de agosto) hasta la quinta (28 de julio), donde se alcanzó el pico de producción, incluso antes de llegar a la fecha estimada para la quinta etapa del ciclo fenológico que corresponde al pico productivo (17 de agosto). A partir de esa cosecha se notó una disminución del rendimiento hasta la novena cosecha, donde nuevamente el rendimiento tuvo un aumento hasta la cosecha final.

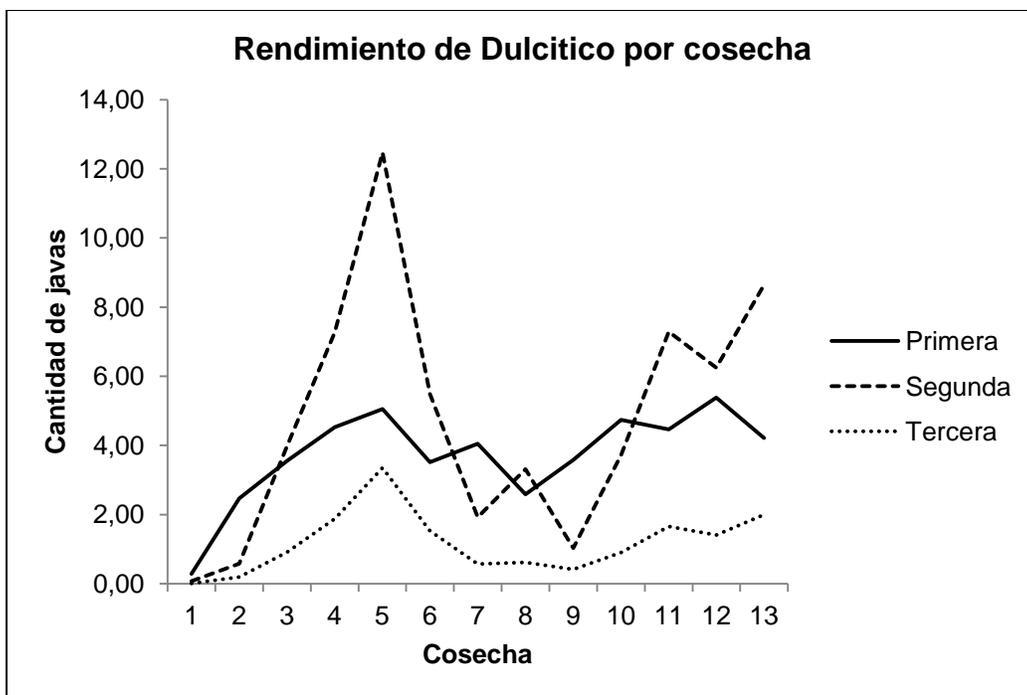


Figura 11. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico según calidad, por cosecha.

En la figura anterior se puede observar que de las tres clasificaciones comerciales hubo cosechas en las que prevaleció la obtención de chiles de segunda calidad (acontecimiento especialmente marcado de la cosecha 3 a la 6), mientras que en otras cosechas hubo mayor recolección de chiles de primera calidad, como en las iniciales, la séptima y décima. También se observa la tendencia en la obtención de chiles de tercera calidad, que en todas las cosechas representó la minoría de los frutos recolectados en comparación con las otras calidades.

No obstante, es preciso analizar el rendimiento alcanzado en cada uno de los tratamientos, para lo cual, en el cuadro 39 se presentan los rendimientos alcanzados en cada tratamiento en kg y el cuadro 40 en javas (por ser la manera en que se presenta el precio de CENADA y se comercializa comúnmente el chile dulce al mayoreo), además se hace referencia a las cantidades que se consideraron desecho de cada tratamiento.

Cuadro 39. Rendimiento (en kg) de Dulcítico por tratamiento, según cosecha y calidad

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (kg)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	0,68	10,72	15,04	24,23	18,12	14,42	19,12	15,91	18,74	19,79	16,87	16,49	13,91	580,36
	Segunda	0,00	4,03	26,33	39,20	69,63	19,36	5,19	7,43	6,14	20,47	40,09	29,64	35,42	
	Tercera	0,00	0,85	4,47	8,90	17,68	1,88	0,95	1,74	3,18	4,84	13,02	8,95	6,90	
	Desecho	0,25	1,68	0,34	0,15	0,20	0,32	0,84	1,00	4,10	5,27	4,14	1,79	2,27	22,35
T2	Primera	1,71	12,05	14,43	20,77	19,35	25,25	20,45	15,99	16,67	27,85	24,15	25,37	23,21	552,54
	Segunda	0,00	2,12	12,49	28,63	50,58	27,48	1,02	7,73	5,94	26,30	25,54	25,50	28,71	
	Tercera	0,00	0,55	4,21	6,32	11,88	8,47	2,65	3,79	4,11	5,55	4,52	4,18	7,03	
	Desecho	0,00	0,00	0,11	0,53	0,17	0,26	1,38	3,48	0,97	3,40	3,54	1,36	2,06	17,25
T3	Primera	0,91	6,57	19,48	20,29	26,82	16,28	17,22	9,63	20,94	32,01	23,33	27,24	20,02	573,68
	Segunda	1,64	2,16	15,37	28,78	59,02	45,33	10,01	6,81	2,73	7,29	34,00	24,65	39,71	
	Tercera	0,07	1,07	2,99	6,32	12,59	6,30	4,08	1,17	0,96	0,00	5,44	6,93	7,54	
	Desecho	0,67	1,43	0,14	0,30	0,05	0,84	0,21	4,06	2,38	0,00	2,47	2,42	1,74	16,71

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 39. Continuación

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (kg)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T4	Primera	0,37	12,62	9,45	16,55	14,65	8,88	15,48	7,98	16,97	3,36	10,11	19,69	17,52	458,86
	Segunda	0,00	0,00	14,53	23,67	27,38	16,42	7,11	22,61	5,63	24,23	25,74	24,20	50,52	
	Tercera	0,00	0,59	3,47	8,59	16,26	4,02	0,00	1,04	0,54	8,67	6,59	3,67	9,72	
	Desecho	0,17	0,71	0,07	0,42	0,14	0,00	0,00	1,16	3,19	6,91	4,44	1,00	3,72	21,93
T5	Primera	3,38	15,80	15,14	12,03	19,43	10,82	7,37	5,07	8,31	22,97	18,14	20,11	14,47	440,32
	Segunda	0,00	3,69	18,89	31,00	47,11	14,66	9,31	19,16	0,81	5,03	26,23	17,23	21,67	
	Tercera	0,00	0,45	4,04	3,68	11,97	6,01	3,15	6,09	1,20	2,17	3,38	4,60	5,77	
	Desecho	0,17	0,00	0,22	0,75	0,07	0,09	0,56	1,70	2,88	4,18	3,18	0,08	3,72	17,61
T6	Primera	0,00	2,64	12,27	16,35	23,08	13,60	19,66	9,97	5,56	11,78	17,59	22,35	14,99	448,35
	Segunda	0,00	1,96	6,82	23,67	47,11	11,17	11,03	13,94	4,43	10,91	22,69	29,65	29,91	
	Tercera	0,11	1,17	2,98	11,06	9,87	11,14	3,15	1,57	0,99	1,25	6,13	4,97	10,80	
	Desecho	0,18	0,00	0,76	0,05	0,10	0,46	0,15	1,84	2,56	2,71	1,42	1,39	0,63	12,23

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 40. Rendimiento (en jivas) de Dulcítico por tratamiento, según cosecha y calidad

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (jivas)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	0,03	0,48	0,67	1,08	0,81	0,64	0,85	0,71	0,83	0,88	0,75	0,73	0,62	25,79
	Segunda	0,00	0,18	1,17	1,74	3,09	0,86	0,23	0,33	0,27	0,91	1,78	1,32	1,57	
	Tercera	0,00	0,04	0,20	0,40	0,79	0,08	0,04	0,08	0,14	0,21	0,58	0,40	0,31	
	Desecho	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,04	0,18	0,23	0,18	0,08	0,10	0,99
T2	Primera	0,08	0,54	0,64	0,92	0,86	1,12	0,91	0,71	0,74	1,24	1,07	1,13	1,03	24,56
	Segunda	0,00	0,09	0,56	1,27	2,25	1,22	0,05	0,34	0,26	1,17	1,14	1,13	1,28	
	Tercera	0,00	0,02	0,19	0,28	0,53	0,38	0,12	0,17	0,18	0,25	0,20	0,19	0,31	
	Desecho	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,06	0,15	0,04	0,15	0,16	0,06	0,09	0,77
T3	Primera	0,04	0,29	0,87	0,90	1,19	0,72	0,77	0,43	0,93	1,42	1,04	1,21	0,89	25,50
	Segunda	0,07	0,10	0,68	1,28	2,62	2,01	0,44	0,30	0,12	0,32	1,51	1,10	1,76	
	Tercera	0,00	0,05	0,13	0,28	0,56	0,28	0,18	0,05	0,04	0,00	0,24	0,31	0,34	
	Desecho	0,03	0,06	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,18	0,11	0,00	0,11	0,11	0,08	0,74

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 40. Continuación

Tratamiento	Calidad	Cosecha													Total (javas)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T4	Primera	0,02	0,56	0,42	0,74	0,65	0,39	0,69	0,35	0,75	0,15	0,45	0,87	0,78	20,39
	Segunda	0,00	0,00	0,65	1,05	1,22	0,73	0,32	1,00	0,25	1,08	1,14	1,08	2,25	
	Tercera	0,00	0,03	0,15	0,38	0,72	0,18	0,00	0,05	0,02	0,39	0,29	0,16	0,43	
	Desecho	0,01	0,03	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,14	0,31	0,20	0,04	0,17
T5	Primera	0,15	0,70	0,67	0,53	0,86	0,48	0,33	0,23	0,37	1,02	0,81	0,89	0,64	19,57
	Segunda	0,00	0,16	0,84	1,38	2,09	0,65	0,41	0,85	0,04	0,22	1,17	0,77	0,96	
	Tercera	0,00	0,02	0,18	0,16	0,53	0,27	0,14	0,27	0,05	0,10	0,15	0,20	0,26	
	Desecho	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	0,13	0,19	0,14	0,00	0,17	0,78
T6	Primera	0,00	0,12	0,55	0,73	1,03	0,60	0,87	0,44	0,25	0,52	0,78	0,99	0,67	19,93
	Segunda	0,00	0,09	0,30	1,05	2,09	0,50	0,49	0,62	0,20	0,49	1,01	1,32	1,33	
	Tercera	0,00	0,05	0,13	0,49	0,44	0,50	0,14	0,07	0,04	0,06	0,27	0,22	0,48	
	Desecho	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,08	0,11	0,12	0,06	0,06	0,03	0,54

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por su parte, el cuadro 41 resume el rendimiento obtenido tanto en kg como en jvas en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 41. Rendimiento agronómico obtenido de Dulcítico

Tratamiento	kg comerciales	kg desecho	kg totales	Javas comerciales	Javas desecho	Javas totales	% de desecho
T1	580,36	22,35	602,71	25,79	0,99	26,79	3,71
T2	552,54	17,25	569,79	24,56	0,77	25,33	3,03
T3	573,68	16,71	590,39	25,50	0,74	26,24	2,83
T4	458,86	21,93	480,79	20,39	0,97	21,37	4,46
T5	440,32	17,61	457,93	19,57	0,78	20,35	3,84
T6	448,35	12,23	460,58	19,93	0,54	20,47	2,66
Total	2.833,08	108,08	2.941,17	125,91	4,80	130,72	3,67

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro anterior se aprecia que el tratamiento que alcanzó el mayor rendimiento agronómico fue el tratamiento 1, del que se obtuvieron 25,79 jvas comerciales, su porcentaje de desecho fue 3,71%, seguido de cerca por el tratamiento 3 que alcanzó 25,50 jvas comerciales con un porcentaje de desecho menor en comparación con el tratamiento 1 (2,83%). En tercer lugar se ubicó el tratamiento 2 con 24,56 kg comerciales.

Los tratamientos de alta densidad (T4: testigo, T5 y T6) tuvieron rendimientos comerciales inferiores a los obtenidos por los tratamientos de baja densidad (T1, T2 y T3) y estos fueron similares entre sí al igual que sus porcentajes de desecho (a excepción del tratamiento 6 que tuvo el menor porcentaje de desecho de todos).

La figura 12 presenta de manera conjunta las cantidades de jvas obtenidas de cada tratamiento, tanto de las destinadas a la comercialización como las excluidas como desecho.

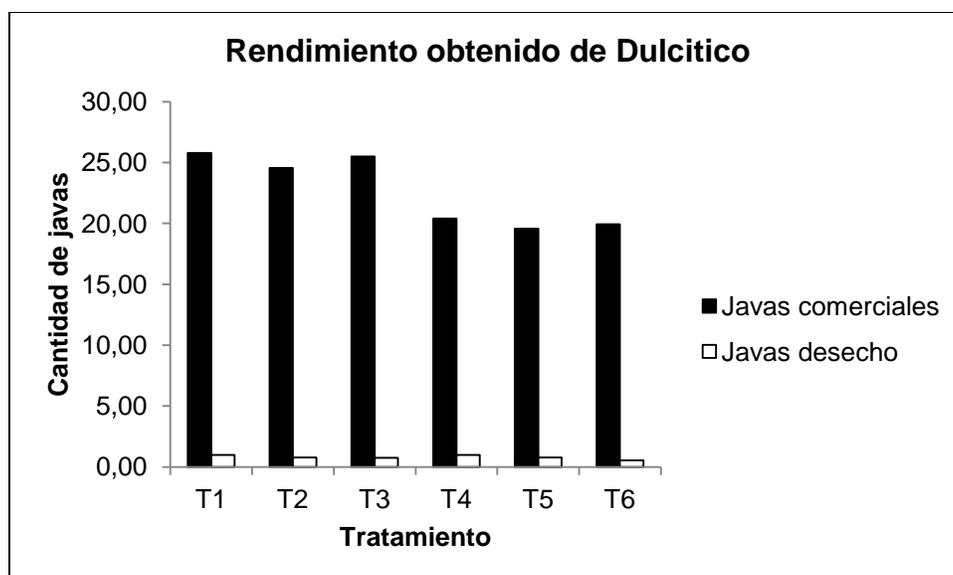


Figura 12. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico por tratamiento.

Sin embargo, al considerar el rendimiento agronómico también es necesario analizar la calidad obtenida de los frutos por tratamiento, pues esta tiene incidencia en el precio al que se comercializa el chile y por lo tanto en el ingreso percibido de cada tratamiento. El cuadro 42 y la figura 13 presentan la cantidad obtenida de javas de cada una de las tres clasificaciones comerciales de Chile realizadas.

Cuadro 42. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico por tratamiento, según calidad

Tratamiento	Primera	Segunda	Tercera	Total
T1	9,07	13,46	3,26	25,79
T2	10,99	10,76	2,81	24,56
T3	10,70	12,33	2,46	25,50
T4	6,83	10,76	2,81	20,39
T5	7,69	9,55	2,33	19,57
T6	7,55	9,48	2,90	19,93

Fuente: Elaboración propia, 2017.

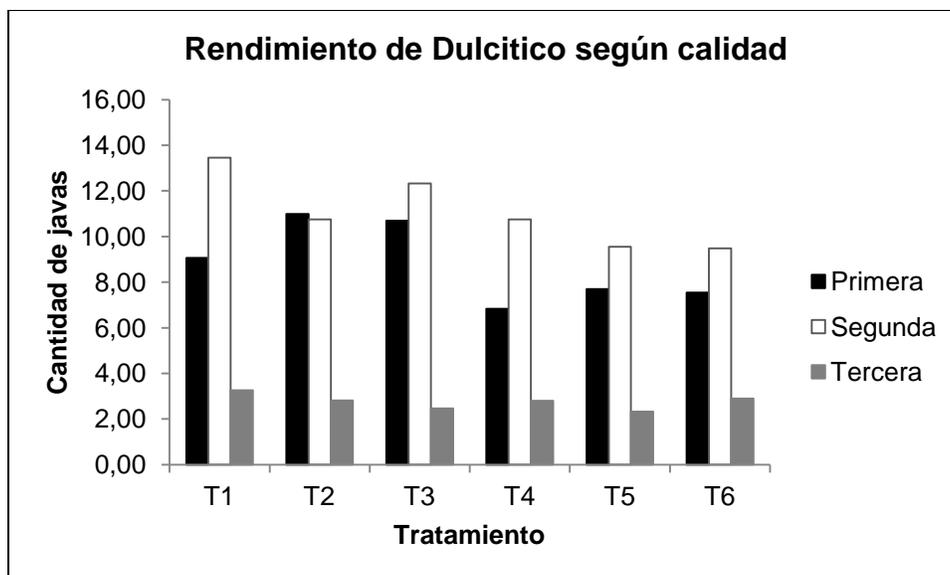


Figura 13. Rendimiento obtenido (en javas) de Dulcítico según calidad y tratamiento.

Del cuadro 42 y la figura 13 se aprecia que en la mayoría de los tratamientos prevaleció la producción de chiles de segunda calidad, a excepción del tratamiento 2 donde la cantidad obtenida de chiles de primera y segunda calidad fue muy similar (siendo ligeramente mayor la de primera calidad); también se observa que de la segunda calidad, la mayor producción la alcanzó el tratamiento 1 con 13,46 javas. En la producción de Dulcítico de primera calidad se destacan los tratamientos 2 y 3 con 10,99 y 10,70 javas respectivamente. La obtención de chiles de tercera calidad tuvo la particularidad de ser la menor en todos los tratamientos.

Sin embargo, para poder expresar de manera general el rendimiento obtenido, se consideró la cantidad de plantas y los rendimientos logrados en cada tratamiento de la siguiente forma:

- Se consideró la cantidad de plantas y el rendimiento obtenido en cada tratamiento, para determinar el rendimiento en kg/planta.

- Se multiplicó el rendimiento (kg/planta) por la cantidad de plantas por m² (1,4 y 2,4 plantas/m² en baja y alta densidad respectivamente), para obtener los kg/m² y posteriormente generalizar ese rendimiento a tn/ha.

El rendimiento de Dulcítico obtenido en el ensayo y generalizado a tn/ha se presenta en el cuadro 43.

Cuadro 43. Rendimiento (tn/ha) de Dulcítico según tratamiento

Tratamiento	Rendimiento
T1	100,31
T2	95,50
T3	99,15
T4	94,13
T5	90,32
T6	91,97
Rendimiento promedio	95,23

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7.5.2. Ajuste al rendimiento

El enfoque de los presupuestos parciales indica en el paso 5 la necesidad de realizar un ajuste reductivo del rendimiento obtenido en el ensayo, pues se considera que este generalmente sobreestima los rendimientos que obtienen los agricultores.

En este caso, se consideró el rendimiento obtenido en la producción del híbrido Dulcítico en un dominio de recomendación. El dominio de recomendación está dado por agricultores o grupos de agricultores cuyas circunstancias agroclimáticas o socioeconómicas son lo suficientemente semejantes como para que una sola recomendación resulte adecuada (CIMMYT, 1988).

Para establecer el dominio de recomendación se consideró el criterio del Ing. Carlos Echandi Gurdián, mejorador del híbrido, de considerar una producción anterior de Dulcítico en el cantón de Zarceró, Alajuela, en el año 2012 (junio-diciembre). Esto se realizó debido a que fue en Zarceró donde se presentaron los mejores resultados de todas las validaciones técnicas realizadas al híbrido con manejo por parte de agricultores. El rendimiento obtenido en ese dominio de recomendación fue de 118 Tn/ha.

Debido a que en la realización del ensayo el rendimiento obtenido fue inferior (en todos los tratamientos) al logrado en el dominio de recomendación, (23,91% en promedio menor que en Zarceró, a pesar del manejo técnico dado en la EEAFBM), situación contraria a lo expuesto por el CIMMYT (1986) y Reyes-Hernández (2001), no hubo criterio para realizar un ajuste reductivo sobre el rendimiento alcanzado en el ensayo, por lo tanto este permaneció sin variación para los análisis posteriores.

La diferencia en el rendimiento obtenido en la EEAFBM es explicada por las condiciones propias del invernadero referentes a temperatura y exposición a los vientos (Echandi, 2017, com. pers.).

7.6. Estimación de los beneficios brutos de campo

Los beneficios brutos de campo se obtienen mediante la aplicación de la fórmula 5 (sexto paso de los presupuestos parciales), en donde se multiplica el precio de campo del producto (cuadro 38) por el rendimiento ajustado. Debido a que no se realizó el ajuste reductivo al rendimiento, se consideró el rendimiento obtenido en el cuadro 40, dado en javas para cada calidad en cada tratamiento; en este caso no se presenta el chile desecho pues este no fue comercializado. El beneficio bruto de campo de los tratamientos se presenta en el cuadro 44.

Cuadro 44. Beneficio bruto de campo por calidad y tratamiento

Tratamiento	Calidad	Cosecha						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	Primera	511,58	9.795,85	10.288,10	20.797,52	12.110,61	13.632,04	17.860,94
	Segunda	0,00	3.377,58	15.135,53	28.342,14	31.905,40	16.366,72	4.087,98
	Tercera	0,00	566,06	2.349,06	5.690,17	7.907,17	1.412,53	545,73
T2	Primera	1.277,47	10.904,40	9.816,79	17.922,67	12.706,13	23.131,39	18.836,58
	Segunda	0,00	1.776,13	7.438,48	21.400,61	24.274,55	22.578,14	814,47
	Tercera	0,00	367,99	2.209,72	4.076,43	5.411,30	6.224,41	1.514,36
T3	Primera	681,32	6.023,74	13.052,43	1.7454,29	17.054,55	15.238,61	16.110,36
	Segunda	1.150,75	1.808,85	9.066,48	21.314,23	26.946,65	35.034,25	7.761,51
	Tercera	35,71	709,72	1.577,58	4.067,53	5.708,35	4.661,80	2.313,81
T4	Primera	280,73	11.252,85	6.490,93	14.464,99	9.725,65	8.521,54	14.580,22
	Segunda	0,00	0,00	8.499,23	17.985,43	14.612,15	14.045,02	5.572,90
	Tercera	0,00	393,01	1.820,66	5.461,70	7.094,16	3.007,61	0,00
T5	Primera	2.489,86	14.133,62	10.285,02	10.706,07	12.635,30	10.304,16	7.072,68
	Segunda	0,00	3.079,30	11.002,17	22.721,02	22.356,96	12.532,14	7.237,59
	Tercera	0,00	297,87	2.121,86	2.407,44	5.400,84	4.453,67	1.795,90
T6	Primera	0,00	2.448,19	8.243,38	14.353,13	14.880,91	12.782,05	18.309,88
	Segunda	0,00	1.649,24	4.096,86	18.087,89	22.936,26	9.581,51	8.538,69
	Tercera	56,60	777,94	1.558,81	6.958,44	4.544,75	8.073,54	1.796,46

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 44. Continuación

Tratamiento	Calidad	Cosecha						BBC
		8	9	10	11	12	13	
T1	Primera	15.629,74	8.217,35	12.397,67	7.312,58	4.629,48	7.739,61	315.770,39
	Segunda	6.463,50	2.356,09	8.249,72	10.754,59	4.969,92	13.807,20	
	Tercera	1.076,08	963,23	1.779,96	2.915,71	1.443,93	2.381,30	
T2	Primera	15.572,82	7.289,35	17.110,76	9.503,81	6.782,86	12.512,75	314.209,78
	Segunda	6.687,26	2.265,10	10.392,74	7.641,29	4.544,37	11.389,03	
	Tercera	2.316,53	1.225,60	2.037,50	1.125,70	713,46	2.416,84	
T3	Primera	9.525,67	9.077,67	18.993,87	9.900,98	7.437,75	11.107,56	320.957,30
	Segunda	5.895,79	1.071,26	3.119,10	10.408,69	4.629,08	15.849,64	
	Tercera	722,73	295,91	0,00	1.368,63	1.164,72	2.615,72	
T4	Primera	8.026,94	7.115,14	2.214,32	4.529,55	5.373,36	9.663,28	251.058,40
	Segunda	19.015,43	2.123,26	9.282,08	7.623,52	4.243,18	18.616,64	
	Tercera	645,75	167,50	3.086,03	1.581,34	626,97	3.315,33	
T5	Primera	5.135,17	3.622,63	13.916,18	7.493,95	5.485,95	7.956,55	253.543,37
	Segunda	16.304,81	320,08	2.170,07	7.618,13	3.263,70	8.721,72	
	Tercera	3.713,09	363,92	806,72	852,82	777,60	1.986,81	
T6	Primera	9.919,07	2.499,43	7.384,34	7.258,56	5.980,40	8.272,57	250.077,69
	Segunda	11.861,78	1.633,00	4.449,70	6.841,95	4.878,52	11.739,57	
	Tercera	970,80	301,45	467,33	1.471,89	834,97	3.637,83	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La obtención del beneficio bruto de campo no es un resultado concluyente para la consideración del mejor tratamiento desde el punto de vista económico, pues aún no se ha contrastado el beneficio bruto obtenido con la totalidad de los costos variables para cada tratamiento.

7.7. Estimación de los beneficios netos de campo

El beneficio neto de campo es el resultado de la extracción de los costos variables del beneficio bruto (fórmula 6, séptimo paso de los presupuestos parciales). Los beneficios netos para cada tratamiento se presentan en el cuadro 45.

Cuadro 45. Beneficios netos de campo según cada tratamiento

Tratamiento	Beneficio bruto de campo	Costo variable	Beneficio neto de campo
T1	315.770,39	170.108,95	145.661,44
T2	314.209,78	206.162,35	108.047,43
T3	320.957,30	239.614,05	81.343,25
T4	251.058,40	223.428,20	27.630,20
T5	253.543,37	273.067,04	-19.523,68
T6	250.077,69	324.825,43	-74.747,74

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los beneficios netos expuestos en el cuadro 45 muestran que el tratamiento con el mayor beneficio neto es el tratamiento 1, el que a su vez obtuvo el menor costo variable total; en segundo lugar se encuentra el tratamiento 2, cuyo nivel de costo variable es el más bajo después del obtenido en el tratamiento 1, a continuación se ubica el tratamiento 3, el cual fue el que alcanzó el mayor beneficio bruto. El tratamiento 4 (tratamiento testigo) obtuvo un beneficio neto menor, y los tratamientos 5 y 6 no obtuvieron beneficios netos (obtuvieron cifras negativas que representan pérdidas económicas).

7.8. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia representa el primer paso para la depuración de los tratamientos (octavo paso de los presupuestos parciales) con el objetivo de determinar el tratamiento que se recomendaría a los agricultores. Siguiendo la metodología de los presupuestos parciales expuesta por el CIMMYT (1988) y en concordancia con lo expuesto por Reyes-Hernández (2001) se procedió a realizar el análisis de dominancia, para el cual se debe tener presente que el primer tratamiento siempre se considera como “no dominado”. La organización de los tratamientos para efectuar dicho análisis se expone en el cuadro 46.

Cuadro 46. Análisis de dominancia para cada tratamiento experimental

Tratamiento	Costo variable	Beneficio neto de campo	Condición
T1	170.108,95	145.661,44	NO DOMINADO
T2	206.162,35	108.047,43	DOMINADO
T4	223.428,20	27.630,20	DOMINADO
T3	239.614,05	81.343,25	DOMINADO
T5	273.067,04	-19.523,68	DOMINADO
T6	324.825,43	-74.747,74	DOMINADO

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 46 se observa que el T1 es el tratamiento que tiene el menor nivel de costo variable y por lo tanto es un tratamiento no dominado, sin embargo, al cambiar a un nivel de costo variable superior (de T1 a T2) hay una reducción en el beneficio neto, por lo tanto, el T2 está dominado por el T1; lo anterior se repite en el siguiente nivel de costo variable (también hay una reducción del beneficio neto al pasar de T2 a T4); por su parte, al cambiar del T4 al T3 hubo un aumento del beneficio neto (de 27.630,20 a 81.343,25), sin embargo, este nivel de beneficio neto alcanzado en el T3 es inferior al que se obtuvo en el T1, de manera que el T3 también es un tratamiento dominado por el T1. Al analizar el aumento en el costo

variable de T3 a T5 se puede observar que hubo una importante disminución en el beneficio neto, por lo que este tratamiento es otro de los dominados por el T1; de manera similar ocurre con el cambio de T5 a T6, por lo que el T6 también está dominado por el T1.

Todos los tratamientos dominados se descartan para realizar una recomendación a los productores de chile dulce, debido a la tenencia de costos mayores y beneficios económicos menores que los presentados por T1, a su vez estos tratamientos quedan excluidos de los análisis posteriores.

7.9. Análisis marginal

El análisis marginal es un paso importante en la evaluación de los resultados de la experimentación en fincas que se realiza antes de formular las recomendaciones y que tiene como propósito revelar la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece (Perrin et al., 1976; CIMMYT, 1988).

Para su desarrollo se debe calcular primero la Tasa de Retorno Marginal (fórmula 7, noveno paso de los presupuestos parciales) para los tratamientos no dominados, midiendo así los cambios que se presentan en el beneficio neto cuando existen cambios en el costo variable; sin embargo, en virtud de los resultados obtenidos en la aplicación del análisis de dominancia para este ensayo, donde se presentó únicamente un tratamiento no dominado, no es posible ejecutar este cálculo, por lo que en este análisis no se consideró la Tasa de Retorno Marginal.

De igual manera, en este análisis debe considerarse la Tasa Mínima de Retorno, es decir, lo que el agricultor espera obtener de ganancia al implementar una nueva práctica, en este caso un nuevo tratamiento. Para su cálculo se duplicó la tasa de interés para préstamos en moneda nacional para agricultura, establecida por el Banco Central de Costa Rica (BCCR), la cual para el inicio del

mes de abril del 2016 (mes en que comenzó el ensayo) fue de 18,60%, obteniendo una Tasa Mínima de Retorno de 37,20%. No obstante, no se pudo comparar esta tasa con la Tasa de Retorno Marginal que sugiere este análisis, por lo que tampoco fue factible realizar el análisis de residuos.

7.9.1. Determinación del tratamiento más rentable

De los seis tratamientos evaluados, se determinó que el mejor es el tratamiento 1, por ser el que genera la mejor relación de costo-beneficio (al no ser posible determinar la Tasa de Retorno Marginal se utilizó como criterio de elección el beneficio neto).

Además, considerando los criterios expuestos por el IICA (2013b) acerca de recomendar la aceptación del nuevo tratamiento cuando este genera costos menores (o iguales) y rendimientos mayores a los del testigo, es posible definir al T1 como el tratamiento económicamente más conveniente, pues su nivel de costos variables fue menor que el nivel de costos variables del tratamiento testigo (T4) (170.108,95: T1 y 223.428,20: T4), a su vez el rendimiento total alcanzado por el tratamiento testigo fue de 20,39 jvas, mientras que el del T1 fue de 25,79 jvas, es decir el T1 tuvo un costo menor y rendimiento mayor que el tratamiento testigo, lo que justifica el recomendar su empleo.

Por su parte, este tratamiento presentó el menor costo tanto en materiales como en mano de obra de todos los tratamientos evaluados, las figuras 14 y 15 presentan la distribución porcentual del costo de materiales y mano de obra respectivamente en este tratamiento.

Adicionalmente, se presenta en el Anexo 5 un análisis de sensibilidad para el T1 empleando diferentes precios para la java de chile dulce, asumiendo una producción constante de cada calidad de chile dulce, así como un nivel de costos variables también constante, esto con el fin de determinar el nivel de beneficio bruto que se obtendría ante cambios en el precio del chile dulce.

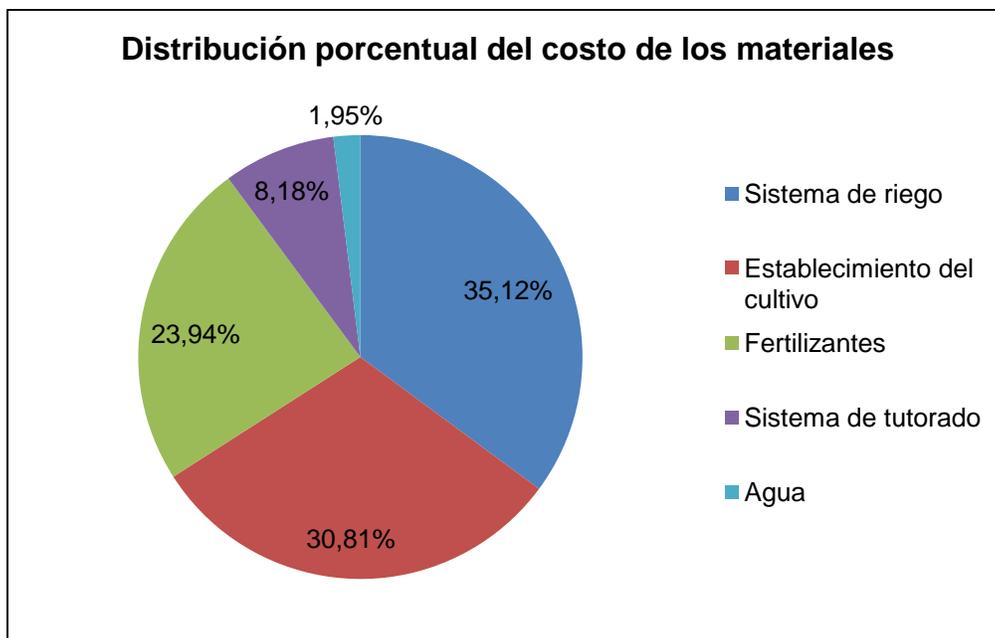


Figura 14. Distribución porcentual del costo de los materiales del tratamiento más rentable.

Como se aprecia en la figura 14, el proceso que tuvo el mayor costo de materiales fue el establecimiento del sistema de riego, seguido por el establecimiento del cultivo y el costo de los fertilizantes; en menor porcentaje se ubicó el establecimiento del sistema de tutorado y representado el menor porcentaje del costo total por materiales variables se ubicó el costo del agua.

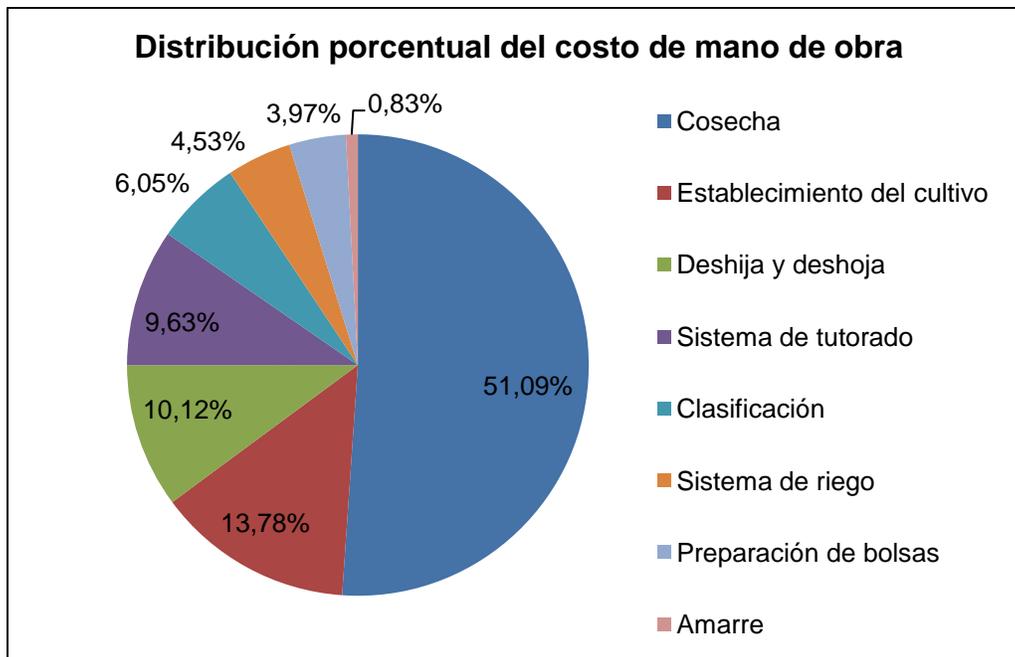


Figura 15. Distribución porcentual del costo de mano de obra del tratamiento más rentable.

En la figura 15 se muestra que más de la mitad del costo de mano de obra se requirió para la labor de cosecha, siendo este el proceso más demandante en requerimiento de mano de obra, seguidamente se encuentran los procesos de establecimiento del cultivo, deshija y deshoja, establecimiento del sistema de tutorado y en menor porcentaje, las labores de clasificación de la cosecha, establecimiento del sistema de riego, preparación de bolsas y la labor de amarre, siendo esta última la actividad menos demandante de mano de obra (en parte debido a la experiencia de la persona responsable del amarre que aceleró la duración de este proceso).

De manera general, la composición del costo variable total para el tratamiento más rentable fue de 68,02% destinada a materiales y 31,98% destinada a mano de obra (figura 16), por lo que se constata que en el tratamiento 1 la adquisición de materiales tuvo mayor requerimiento del costo variable total que la mano de obra.

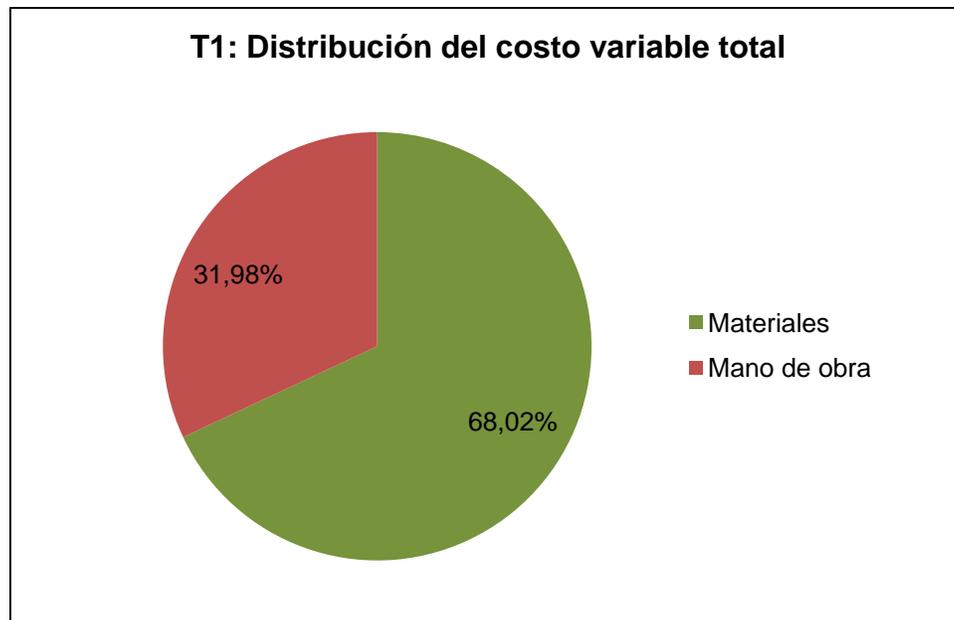


Figura 16. T1: Distribución porcentual de los componentes del costo variable total.

7.10. Variables de importancia para la producción del Dulcítico

La identificación de las variables que los productores de chile dulce consideran más importantes es un factor determinante para corroborar que las características mejoradas del Dulcítico realmente son valoradas por los agricultores. Los resultados que se presentan a continuación pretenden analizar estas variables según consideraciones de los propios agricultores.

7.10.1. Validación por juicio de expertos

Con el fin de determinar cuáles son las variables a las que los productores de Dulcítico otorgan mayor importancia, se utilizó la validación mediante juicio de expertos como herramienta para la identificación de esas variables de importancia.

La validación por juicio de expertos es una técnica que conjunta las opiniones de diversas personas con trayectoria en un determinado tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en este, y que pueden dar

información, evidencia, juicios y valoraciones acertadas (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

La elección de los expertos se realizó con el apoyo del Ing. Carlos Echandi Gurdián, quien señaló a tres productores de chile dulce que han desarrollado con éxito el cultivo del Dulcítico en sus fincas.

Una vez realizada la elección de los productores se procedió a realizar la visita a sus plantaciones para determinar las variables que ellos consideran más importantes en la producción del híbrido, la recolección de la información para este efecto se realizó con la aplicación de la herramienta presentada en el Anexo 1.

En el cuadro 47 se expone la información de los productores entrevistados.

Cuadro 47. Información de los productores de Dulcítico entrevistados

Productor	Nombre	Localidad
1	Edward Cubero Corella	San José de Trojas, Sarchí, Alajuela. 10° 8' 35,9916" N - 84° 19' 19,2576" W.
2	Enrique Rodríguez Alfaro	San José de Trojas, Sarchí, Alajuela. 10° 7' 32,3544" N - 84° 19' 31,6236" W.
3	Geovanny Cordero Elizondo	Santa Elena, San Isidro, Heredia. 10° 1' 28,8336" N - 84° 1' 18,9300" W.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De la selección de los productores entrevistados, dos tienen sus fincas en la comunidad de San José de Trojas en Sarchí, mientras que el tercer productor la posee en la comunidad de Santa Elena de San Isidro en Heredia. El criterio que prevaleció en la elección de los productores no fue la ubicación de las fincas donde han sembrado el Dulcítico, sino su experiencia y los eficientes resultados que han alcanzado con el híbrido.

7.10.2. Identificación de las variables de importancia para los productores

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la herramienta se presentan en el cuadro 48.

Cuadro 48. Resultados de la validación por juicio de expertos

Variable	Productor 1	Productor 2	Productor 3
Sección A. Información general			
A3. Tamaño de la finca	Media manzana (3.500 m ²)	600 m ²	1 manzana (7.000 m ²)
A4. Tiempo de producir chile dulce	4 años	4 años	15 años
A5. Tiempo de producir Dulcítico	2 años	1 año y medio	3 años
A6. Cantidad de trabajadores	1 fijo 2 temporales	2 fijos 1 temporal	3 fijos 1 temporal
Sección B. Componente productivo			
B1. Tipo de sistema productivo	Semitúnel	Invernadero (en suelo)	Semitúnel
B2. Tipo de sistema de riego	Por goteo	Por goteo	Por goteo
B3. Variedad (es) utilizada (s) antes del Dulcítico	Nathalie	Nathalie	Nathalie
B4. Rendimiento alcanzado con Dulcítico	Superior que el alcanzado con la variedad anterior	Superior que el alcanzado con la variedad anterior	Superior que el alcanzado con la variedad anterior

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro 48. Continuación

Variable	Productor 1	Productor 2	Productor 3
Sección B. Componente productivo			
B5. Criterio para la adopción del Dulcítico	4. Mayor calidad de los frutos 3. Mejor precio de la semilla 2. Mayor productividad 1. Resistencia a las enfermedades	4. Mayor productividad 3. Mayor calidad de los frutos 2. Mejor precio de la semilla 1. Resistencia a las enfermedades	4. Mejor precio de la semilla 3. Mayor calidad de los frutos 2. Mayor productividad 1. Resistencia a las enfermedades
Sección C. Componente económico			
C1. Mayor costo en la producción	Materiales	Materiales	Mano de obra
C2. Materiales con mayor costo	4. Fertilizantes 3. Materiales del sistema de riego 2. Plántulas 1. Materiales para el amarre	4. Fertilizantes 3. Materiales del sistema de riego 2. Plántulas 1. Materiales para el amarre	4. Fertilizantes 3. Materiales del sistema de riego 2. Plántulas 1. Materiales para el amarre
C3. Actividades de mano de obra con mayor costo	5. Cosecha 4. Clasificación de la cosecha 3. Amarre 2. Siembra 1. Mantenimiento del sistema de riego	6. Cosecha 5. Clasificación de la cosecha 4. Amarre 3. Siembra 2. Deshijas 1. Mantenimiento del sistema de riego	5. Cosecha 4. Clasificación de la cosecha 3. Siembra 2. Amarre 1. Mantenimiento del sistema de riego

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los resultados de la validación por juicio de expertos mostrados en el cuadro 48 reflejan la diferencia en el tamaño del área productiva sembrada con Dulcítico; en la producción en invernadero el área alcanza los 600 m² (productor 2) mientras que la producción en semitúnel se extiende a 3.500 m² en San José de Trojas y 7.000 m² en Santa Elena de San Isidro (productores 1 y 3 respectivamente). Con estas extensiones se considera que todos los productores se clasifican como pequeños.

En cuanto al tiempo dedicado a la producción de chile dulce, los productores de San José de Trojas realizan la actividad desde hace 4 años, sembrando aproximadamente la mitad de ese periodo con Dulcítico (2 años el productor 1 y año y medio el productor 2), es decir, todos poseen experiencia en la producción de chile de al menos 4 ciclos productivos, lo que faculta su criterio para valorar el material; por su parte, se destaca el tiempo que el productor 3 ha dedicado a la actividad durante 15 años, utilizando el Dulcítico para sus siembras en los últimos 3 años y convirtiéndose así en el productor entrevistado con mayor experiencia tanto en la siembra de chile dulce en general como en la siembra de Dulcítico.

Otra diferencia entre los productores entrevistados radica en la cantidad de personal que existe en sus sistemas productivos; el productor 1 cuenta con un trabajador fijo y dos temporales, mientras que el productor 2 posee dos trabajadores fijos y uno temporal; por su parte el productor 3 tiene tres trabajadores fijos más uno temporal. En todas las fincas la contratación de los trabajadores temporales se realiza en el periodo de mayor requerimiento de mano de obra, que generalmente coincide con el periodo de cosecha.

En lo referente al componente productivo, se destaca la utilización del sistema de riego por goteo por los tres productores entrevistados, así mismo todos solían utilizar la variedad Nathalie antes de introducir el Dulcítico en sus fincas; con dicho cambio se logró un mejoramiento de sus rendimientos agronómicos. Aunque desafortunadamente ninguno de los productores registra los rendimientos alcanzados, en su experiencia han podido evaluar que el rendimiento obtenido con

el Dulcítico es superior en comparación con el que alcanzaban con la variedad Nathalie, por lo tanto todos expresaron su deseo de continuar plantando Dulcítico en sus sistemas productivos.

Para la determinación del criterio que prevaleció en la adopción del Dulcítico para los productores entrevistados, se evaluaron las cuatro variables de la pregunta B5, sumando los valores que cada productor dio a cada variable para obtener así la calificación total para cada una de ellas, una vez obtenida dicha sumatoria se priorizaron las variables según la nota obtenida de mayor a menor. El cuadro 49 presenta el resultado de dicha evaluación.

Cuadro 49. Evaluación de las variables para la adopción del Dulcítico

Calificaciones asignadas	Variable			
	Mayor productividad	Mayor calidad de los frutos	Resistencia a enfermedades	Mejor precio de la semilla
Productor 1	2	4	1	3
Productor 2	4	3	1	2
Productor 3	2	3	1	4
Σ de calificaciones	8	10	3	9
Prioridad para el criterio de adopción	3	1	4	2

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las calificaciones anteriores indican que la variable de mayor importancia para los productores entrevistados es la mayor calidad de los frutos del Dulcítico; este en comparación con el Nathalie, genera frutos más grandes, con color más fuerte y brillante y de sabor más dulce.

La segunda variable de importancia en la elección del Dulcítico resultó ser el precio de la semilla de este último, la cual ha tenido un precio menor que el

híbrido Nathalie, lo que coincide con lo expresado por Marín-González y Espinoza-Rojas (2014) acerca del precio del Dulcítico y de otras variedades de chile dulce.

En tercer lugar, los productores entrevistados consideraron la mayor productividad que ofrece el Dulcítico en comparación con el Nathalie, en este aspecto, la totalidad de los productores indicó haber aumentado sus rendimientos agronómicos al cambiar de Nathalie a Dulcítico; a su vez, este último ha demostrado alcanzar también rendimientos superiores al Nathalie en otras regiones como Desamparados de Alajuela y Zarcero (Echandi-Gurdián, 2016, com. pers.).

Finalmente, los productores consideraron la resistencia a enfermedades como la variable de menor importancia para la elección del Dulcítico, aunque coinciden en que esta variable representa una ventaja para el Dulcítico, argumentaron que existen prácticas preventivas y correctivas que se realizan en los sistemas productivos que permiten prevenir el desarrollo de enfermedades, por lo que esta variable se ubicó de última en el orden prioritario para la elección del Dulcítico.

En la evaluación del componente económico, dos de los productores (1 y 2) indicaron poseer el mayor costo por materiales y no por mano de obra, mientras que el tercer productor indicó que la mano de obra le representa un costo mayor en comparación con los materiales (es el productor que cuenta con la mayor cantidad de trabajadores fijos). Lo expresado por los productores 1 y 2 coincide con lo expuesto en la figura 14 acerca de la composición de los costos variables del tratamiento más rentable, donde se constata que la mayor proporción corresponde a los materiales.

A su vez, para conocer los componentes de materiales que requieren de mayor costo para la producción (pregunta C2) se evaluó cada componente de los materiales de igual manera que como se hizo con las variables del criterio de adopción del Dulcítico. En este caso quedaron excluidos de esta evaluación los costos por bolsas y sustrato debido a que ninguno de los productores

entrevistados realiza producción hidropónica, tampoco se consideró el costo del agua por ser un elemento que está presente en las fincas de los agricultores y que no genera un costo derivado de su uso. Los resultados de la evaluación de materiales se muestran en el cuadro 50.

Cuadro 50. Evaluación de los costos de materiales en la producción del Dulcítico

Calificaciones asignadas	Materiales			
	Plántulas	Fertilizantes	Materiales para el amarre	Materiales del sistema de riego
Productor 1	2	4	1	3
Productor 2	2	4	1	3
Productor 3	2	4	1	3
Σ de calificaciones	12	48	3	27
Prioridad para determinar el mayor costo	3	1	4	2

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el cuadro 50 se aprecia que hubo coincidencia en todas las respuestas de los productores entrevistados, quienes afirmaron que el mayor componente del costo de los materiales son los fertilizantes, seguido de los materiales del sistema de riego, las plántulas y los materiales para el amarre. Lo anterior contrasta con los resultados del costo de materiales en el ensayo evaluado, debido que en el mismo, el principal componente del costo está representado por los materiales usados en el sistema de riego, seguido de los fertilizantes; lo anterior puede atribuirse a que en el ensayo las cantidades aplicadas de fertilizantes fueron ajustadas por el agrónomo para cada etapa del ciclo fenológico, mientras que en el campo, por lo general, los agricultores tienen menor precisión en el proceso de fertilización.

Para la determinación del mayor costo por concepto de mano de obra se siguió el mismo procedimiento realizado anteriormente, los resultados de esta evaluación se presentan en el cuadro 51; en este proceso se excluyó la actividad de preparación de bolsas al no emplear la producción hidropónica.

Cuadro 51. Evaluación de los costos de mano de obra en la producción del Dulcítico

Calificaciones asignadas	Actividades						
	Sistema de riego	Siembra	Deshijas	Deshojas	Amarre	Cosecha	Clasificación
Productor 1	1	2	0	0	3	5	4
Productor 2	1	3	2	0	4	6	5
Productor 3	1	3	0	0	2	5	4
Σ de calificaciones	3	8	2	0	9	16	13
Prioridad para determinar el mayor costo	5	4	6	0	3	1	2

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El cuadro 51 muestra la cosecha como la principal actividad en la que se requiere mano de obra, dicho requerimiento coincide con lo obtenido en el ensayo; seguidamente se encuentran las actividades de clasificación de la cosecha, el amarre y la siembra. Como la actividad menos demandante de mano de obra se encuentra el sistema de riego, pues en el momento de la aplicación de la herramienta todos los productores lo tenían instalado desde ciclos productivos anteriores ya que suelen utilizar los componentes de este sistema por más de un ciclo e ir sustituyendo los componentes deteriorados de manera gradual.

Por su parte, ninguno de los productores entrevistados realizan deshojas en sus plantaciones y únicamente el productor 2 indicó que efectúa deshojas. Esto contrasta con el manejo agronómico que se tuvo en el ensayo, en el que sí se realizaron deshojas y deshojas, debido a los beneficios que estas generan como lo es el mejoramiento de la aireación e insolación de la plantación, el favorecimiento de la penetración de agroquímicos, el control del tamaño de los frutos y el ritmo de producción; además, en el caso específico de la deshoja este es un buen método para la remoción de las hojas viejas y dañadas (Bolaños-Herrera, 2001).

8. Conclusiones

Al finalizar la evaluación económica por medio de los presupuestos parciales en el ensayo de Dulcítico producido en invernadero y tras analizar las consideraciones de los agricultores acerca de la producción del híbrido es posible concluir que:

- I. El costo por materiales variables representó el mayor componente del costo variable total; en la evaluación de este componente dentro del ensayo, el principal determinante del costo variable total fue el volumen del sustrato empleado, pues los tratamientos con la misma densidad de siembra tuvieron aumentos en el costo conforme aumentó el volumen utilizado; sin embargo, este aumento en la utilización de la cantidad de sustrato no se tradujo en un incremento del rendimiento, por lo que no se puede afirmar que en el ensayo, al emplear mayores volúmenes de sustrato se alcanzó un mayor rendimiento agronómico y/o económico. Lo mismo sucedió al aumentar la densidad de siembra, ya que al comparar tratamientos con el mismo volumen y diferente densidad (T1 y T4, T2 y T5, T3 y T6) se pudo determinar que en el ensayo, al utilizar la densidad baja se obtuvieron costos menores y beneficios netos superiores (debidos al mayor rendimiento agronómico obtenido con esta densidad).

- II. El análisis de dominancia se efectuó respetando los pasos de la metodología empleada, sin embargo, no se consideró realizar un ajuste reductivo al rendimiento experimental dado que este fue menor al reportado en el dominio de recomendación, situación contrastante con la idea de que por lo general los resultados experimentales son superiores a los obtenidos por los agricultores. El resultado final del análisis de dominancia evidenció una situación particular para el experimento evaluado, que se tradujo en la existencia de un solo tratamiento no dominado: el tratamiento 1 (7 L de sustrato en baja densidad), es decir, ninguno de los otros cinco tratamientos evaluados fue superior al T1 en beneficio neto cuando se presentó un

aumento en su nivel de costos (incluido el tratamiento testigo T4); a pesar de que existió un tratamiento (T3) que tuvo un aumento en el beneficio neto al incrementar sus costos, ese aumento en el beneficio neto fue insuficiente para superar al alcanzado por el T1, es decir, ese incremento en el costo del T3 no se tradujo en la obtención de un mejor beneficio neto, ya que el T1 produjo un mayor beneficio neto con el empleo de un nivel de costos inferior, por lo que se reafirma la existencia de un único tratamiento no dominado.

III. Por los resultados propios del análisis de dominancia efectuado en este ensayo, no fue posible determinar la Tasa de Retorno Marginal, cuyo cálculo requiere de al menos dos tratamientos no dominados que permitan establecer con base en la comparación con la Tasa Mínima de Retorno cuál de los tratamientos no dominados es el más rentable. Dada esta situación, se consideró como criterio para la determinación del tratamiento económicamente más conveniente el tratamiento con el mayor beneficio neto alcanzado, convirtiendo al T1 en el mejor tratamiento de todos los evaluados. Dicho tratamiento también fue superior al tratamiento testigo (T4) en su rendimiento agronómico, por lo que basado en la teoría acerca de la toma de decisiones con presupuestos parciales se justifica su empleo; a su vez, este tratamiento se caracterizó por tener el menor requerimiento de costos variables totales, tanto en su componente de materiales como de mano de obra, también fue el tratamiento que produjo el mejor rendimiento agronómico y por lo tanto el que produjo el mayor beneficio neto.

IV. El análisis de las variables productivas del Dulcítico de mayor importancia para los agricultores, realizado mediante la validación por juicio de expertos, reflejó que los agricultores consideran la mayor calidad de los frutos producidos del Dulcítico como el principal criterio para la elección del híbrido, lo cual tiene sentido al conocer que los frutos de primera calidad poseen el mayor precio de las clasificaciones definidas para la

comercialización de chile dulce en el mercado nacional; en segundo lugar se localizó el precio más accesible de la semilla del Dulcítico, seguido por la mayor productividad alcanzada con el híbrido y por último la resistencia a las enfermedades. La priorización realizada acerca de la importancia de estas variables para los agricultores, reflejó que estos realmente valoran las características del Dulcítico, considerando a su vez la posibilidad de disminuir sus costos productivos (referentes a la adquisición de la semilla y a la realización de prácticas preventivas y de control para enfermedades) y aumentar su rentabilidad (con producciones más grandes y de mejor calidad) con la siembra de Dulcítico.

- V. El 66,66% de los agricultores entrevistados indicó que los materiales corresponden al principal componente de sus costos, específicamente por concepto de aplicación de fertilizantes; por su parte, el mayor requerimiento de mano de obra se concentra en las labores de cosecha. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en el ensayo, donde el principal componente del costo variable total fue por concepto de materiales (aunque la referencia a la aplicación de fertilizantes no fue la más importante en el ensayo debido al ajuste preciso realizado por el agrónomo sobre el requerimiento nutricional de cultivo en cada etapa de su ciclo fenológico); dentro del componente de mano de obra, la ejecución de la cosecha se perfila como la actividad más demandante de mano de obra en la producción de chile dulce, tanto así que los agricultores indicaron la necesidad de contratar trabajadores temporales para satisfacer el requerimiento de personal para esa tarea. No obstante, hubo diferencias de requerimiento de mano de obra entre el ensayo y la realidad productiva de los agricultores entrevistados, debido que no es común entre ellos la implementación de prácticas de deshija o deshoja de las plantas, prácticas que sí se realizaron en el ensayo.

9. Recomendaciones

Al conocer los resultados de la evaluación de la producción del Dulcítico en invernadero y las impresiones de los agricultores referentes a la producción del híbrido se recomienda:

- I. Incentivar a los agricultores a que reconozcan la necesidad y utilidad de registrar los resultados de sus actividades productivas referentes a costos, productividad, precios del producto, ingresos y ganancias, que les faciliten la evaluación de incorporar cambios o acciones de mejora en sus sistemas productivos para que sus decisiones se basen en información más precisa y detallada y que respondan a sus condiciones y realidad.
- II. Profundizar en la investigación acerca de la producción del Dulcítico que incluya además del componente agronómico la valoración económica de la actividad, que permita a los agricultores mejorar la realización de sus procesos a fin de disminuir sus costos y mantener o aumentar sus niveles de beneficios económicos, por ejemplo, mediante la aplicación adecuada de fertilizantes a los cultivos según su necesidad nutricional para evitar aplicaciones inadecuadas que generen distorsiones sobre la producción y los costos por sub o sobre fertilización. A su vez, incorporar en las investigaciones en las que se valora el componente económico otras herramientas como análisis de sensibilidad y riesgo que presenten a los agricultores diferentes resultados de rendimiento ante diversos cambios en variables sensibles como la cantidad producida o el precio del producto, variable considerablemente fluctuante en el mercado nacional.
- III. Considerar por parte de los productores de Chile hidropónico en invernadero el empleo del tratamiento 1, que utiliza un bajo volumen de sustrato (7 L) y una baja densidad de siembra (1,4 plantas/m²), ya que el uso del mismo podría disminuir sus rubros de costos y de esta manera, *ceteris paribus*, podría mejorar sus rendimientos; a su vez, se recomienda analizar la

necesidad de incorporar a sus prácticas productivas la realización de deshijas y deshojas a la plantación dada la evidencia sobre los efectos benéficos que el desarrollo de estas actividades genera.

- IV. Fomentar por parte de los investigadores un mayor uso de la metodología de los presupuestos parciales en las evaluaciones actuales de ensayos agrícolas. Su aplicación presenta una ventaja de simplicidad para la obtención de resultados, ya que no requiere analizar la totalidad de la información de un sistema productivo, sino únicamente aquella referente a los cambios presentados en la realización de una actividad, referidos a costos e ingresos, es decir al componente que varía por la incorporación de un cambio; lo anterior simplifica los análisis que proveen información para la toma de decisiones y representa una utilidad práctica para que los productores puedan entender de una manera más simple cómo el incorporar un cambio en uno o más de sus componentes productivos afecta sus ganancias.

10. Bibliografía

- Acuña, O., Rodríguez, E., Llano, A., Calderón, V. R., Flores, G., Viana, A., & Lépiz, R., (2001). Validación técnica de inoculantes en frijol con cepas de *Rhizobium* eficientes en fijación de nitrógeno en Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 25-32.
- Araya-Cubero, E. A. (2016). *Efecto de la densidad de siembra y volumen de sustrato sobre la dinámica del agua en el híbrido de chile dulce "Dulcítico" bajo invernadero en Alajuela, Costa Rica* (Tesis de licenciatura, en preparación). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Ávalos-Cerdas, J. M. (2015). *Eficiencia de cuatro productos acaricidas sobre *Polyphatansonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) en tempate (*Jatropha curcas* L.) biotipo India, e identificación de las posibles arvenses hospederas del ácaro en la Garita de Alajuela* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Banco Central de Costa Rica (BCCR). (2017). *Tasas de interés para préstamos en moneda nacional para Agricultura*. Costa Rica: BCCR. Recuperado de <http://indicadoreseconomicos.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20533#Notas533>
- Bernal, C. A., Correa, A., Pineda, M. I., Lemus F., & Muñoz, C. (2013). *Métodos de Investigación Científica*. México: Pearson.
- Berrocal-Murillo, M. (1976). *Comparación de las técnicas de presupuesto parcial y programación lineal en la planeación de una finca en Alajuela* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Bolaños-Herrera, A. (2001). *Introducción a la olericultura*. San José, Costa Rica: EUNED.

- Brioso de León, I. A. (1979). *Fertilización de un sistema de producción de cultivos con granos y raíces en una distribución de precipitación con un período seco corto* (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Calvo-Domingo, G., Pacheco, A. B., French, J. B., & Alvarado, E. (1989). Análisis económico del manejo del picudo de chile (*Anthonomus eugenii* Cano) en Zacapa, Guatemala. *Manejo Integrado de Plagas*, 11, 31-50.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. México D.F.: CIMMYT.
- Chiriboga-Torres, F. (2000). *Comparación técnica y económica de dos cultivares de chile dulce (Capsicum annum L.) en tres medios de producción en condiciones de macrotúnel* (Tesis de licenciatura). Zamorano, Honduras.
- Duque-Orrego, H., Posada-Suárez, H. E., & Alvarado-Alvarado, G. (2005). Análisis económico de la adopción de las variedades Castillo® regionales resistentes a la roya. *Cenicafé*, 56(3), 197-215.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.
- Flores, G., Hernández, J. C., Acosta, M., & Montero, M. (1999). Análisis económico de la utilización de inoculante biológico (*Rhizobium* sp.) en frijol común, en la Región Brunca, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 10(2), 37-41.
- French, J. B. (1989). Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas*, 12, 48-66.

- Gaón-Sarmiento, E. B. (2012). *Efecto y persistencia de glifosato en el cultivo de cacao en Sucumbíos* (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Guevara-Viera, R. V., Figueredo-Calvo, R., Curbelo-Rodríguez, L. M., Guevara-Viera, G. E., Gálvez-González M., & Soto-Senra, S. (2007). Persistencia de leguminosas nativas en fincas ganaderas y su influencia en el aporte de nitrógeno y la producción de leche. *Revista de Producción Animal*, 19(1), 31-35.
- Harper, J. K., Cornelisse, S., Kime, L. F., & Hyde, J. (2014). Presupuestos para tomar decisiones agrícolas. *Alternativas Agrícolas*, 14, 1-12.
- Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). *Fundamentos de Análisis Económico. Guía para Investigación y Extensión Rural*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Horton, D. (1982). Análisis de Presupuesto Parcial para Investigación en Papa al Nivel de Finca. *Boletín de Información Técnica CIP*, 16, 2-16.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013a). *Consortio de innovación libera nueva variedad de chile dulce en Costa Rica*. San José, Costa Rica: IICA. Recuperado de <http://www.iica.int/es/prensa/noticias/consorcio-de-innovaci%C3%B3n-libera-nueva-variedad-de-chile-dulce-en-costa-rica>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013b). *Análisis económico de tecnologías promovidas por el PAF-Cadenas Productivas*. San José, Costa Rica: IICA.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Generales*. San José, Costa Rica: INEC.
- Lerma-González, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Marín-González, R., & Espinoza-Rojas, J. (2014, 19 de mayo). Dulcítico, un híbrido nacional con sello UCR. *Semanario Universidad*. Recuperado de <http://semanariouniversidad.ucr.cr/suplementos/crisol/dulcítico-un-híbrido-nacional-con-sello-ucr/>
- Martínez-Marulanda, A. C. (2015). *Requerimientos nutricionales del ají Capsicum annum L. y su relación con rendimiento bajo condiciones ambientales de Palmira, Valle del Cauca* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). (2017). *Lista de salarios*. Recuperado de <http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>
- Miranda, O. (2002). *Presupuestos parciales para la administración de fincas*. San Juan, Argentina: Hoja informativa para el sector agropecuario INTA.
- Muñoz-Ruíz, C. M. (2006). *Producción sostenible de plátano (Musa AAB), fluctuación poblacional y severidad del daño del picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) en San Carlos, Costa Rica* (Tesis de doctorado). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Perrin, R. K., Winkelmann, D. L., Moscardi, E. R., & Anderson, J. R. (1976). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un*

manual metodológico de evaluación económica. México D.F.: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Quintanilla-Ruilova, J. J. (2013). *Efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soya (Glycine max. L. Merrill.)* (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Reyes-Hernández, M. (2001). Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. *Centro de Información Agrosocioeconómica, Boletín informativo*, 1, 1-31.

Rossi-Baro, E., & Lecueder, M. (2013). *Análisis marginal: levantamiento de supuestos*. Recuperado de <http://www.occ.pt/news/PENCUSTOS/pdf/098.pdf>

Ruano-Ortiz, J. R. (2012). *Comparación económica de control biológico vs. control químico del ácaro Tetranychus urticae en el cultivo de chile en Comayagua, Honduras* (Tesis de licenciatura). Zamorano, Honduras.

Schwember, A., & Contreras, S. (2011). Mejoramiento vegetal: Su importancia para la producción agrícola. *Agronomía y Forestal*, 42, 17-25.

Soto-Serna, S., Guevara-Viera, R., Estévez-Alfayate, J., & Guevara-Viera, G. (2008). Análisis del efecto bioeconómico de la inclusión de cultivos de ciclo corto como integración al sistema de producción lechera. *Revista de Producción Animal*, 20(2), 115-123.

Anexo 1

Instructivo para valorar las variables productivas de mayor importancia para productores de chile dulce

Estimado productor: el siguiente instructivo tiene como finalidad conocer las variables que intervienen en la producción de chile dulce de su finca y determinar cuáles de ellas según su criterio tienen mayor importancia en la producción. La información suministrada será utilizada para el desarrollo del Trabajo Final de Graduación: *Evaluación económica para la producción del híbrido de chile dulce (Capsicum annuum) "Dulcítico" en invernadero, mediante el enfoque de presupuestos parciales, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica.*

Muchas gracias por su colaboración.

Fecha: _____

Entrevista #: _____

Sección A. Información general
A1. Nombre del productor:
A2. Localidad:
A3. Tamaño del área sembrada con Dulcítico:
A4. Tiempo de producir chile dulce:
A5. Tiempo de producir chile dulce Dulcítico:

A6. Cantidad de trabajadores en la finca:

_____ Fijos

_____ Temporales

Sección B. Componente productivo

B1. Tipo de sistema productivo:

Campo abierto

Invernadero (en suelo)

Semitúnel

Invernadero (en sustrato)

B2. Tipo de sistema de riego utilizado:

Por goteo

Por aspersión

Fertirriego

Otro: _____

B3. Variedad (es) utilizada (s) antes de la siembra de Dulcítico:

Nathalie

Cortés

Garabito

Fabuloso

42-12

Otra: _____

B4. Rendimiento alcanzado con Dulcítico:

El rendimiento alcanzado con el Dulcítico ha sido:

Superior que el alcanzado con la variedad anterior

Similar al alcanzado con la variedad anterior

Inferior al alcanzado con la variedad anterior

B5. Criterio para la adopción del híbrido Dulcítico:

De las siguientes características del Dulcítico, califique de 1 a 4 el criterio que tuvo más importancia para la elección de la siembra de Dulcítico. Donde 1 indica la menor importancia y 4 la mayor.

- _____ Mayor productividad
- _____ Mayor calidad de los frutos
- _____ Resistencia a enfermedades del suelo
- _____ Mejor precio de la semilla

Sección C. Componente económico

C1. De los siguientes rubros, ¿Cuál representa el mayor costo para la producción del chile Dulcítico?

Materiales

Mano de obra

C2. De los siguientes materiales necesarios para la producción de chile, califique de 1 a 6 según el material que representa el mayor costo. Donde 1 representa el menor costo y 6 el mayor.

- _____ Bolsas (en caso de producción hidropónica)
- _____ Sustrato (en caso de producción hidropónica)
- _____ Plántulas
- _____ Fertilizantes
- _____ Materiales para el amarre
- _____ Materiales del sistema de riego

C3. De las siguientes actividades necesarias para la producción de chile, califique de 1 a 8 la actividad que representa el mayor costo. Donde 1 representa el menor costo y 8 el mayor.

- _____ Preparación de las bolsas (en caso de emplearlas)
- _____ Preparación/mantenimiento del sistema de riego
- _____ Siembra
- _____ Deshijas
- _____ Deshojas
- _____ Amarre
- _____ Cosecha
- _____ Clasificación de la cosecha

¡Muchas gracias!

– Última línea –

Anexo 2

Cantidad promedio de hebras utilizadas para amarre por planta

Se realizó el conteo de las hebras para amarre empleadas en cada planta de la parcela útil (9 plantas en T1, T2 y T3, y 13 plantas en T4, T5 y T6) de cada repetición; se promedió esa cantidad para cada bloque y finalmente se obtuvo el promedio general de hebras para cada tratamiento, dicho promedio se utilizó como base para determinar el costo de las hebras para amarre y el costo de la mano de obra para ejecutar dicha labor (cuadros 10 y 28).

Tratamiento	Bloque	Plantas de la parcela útil													Promedio de hebras por bloque
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T4	B1	20	17	16	20	14	13	13	17	18	14	13	14	15	16
T1	B1	14	13	13	13	13	12	12	13	12					13
T2	B2	15	16	15	14	15	15	15	14	15					15
T4	B2	15	16	13	13	13	13	14	14	13	13	15	13	16	14
T1	B3	13	13	14	12	13	12	13	14	13					13
T3	B3	12	13	13	13	13	13	13	13	13					13
T6	B1	19	12	15	16	14	14	15	15	12	13	14	14	15	14
T2	B1	14	13	14	16	15	14	14	15	16					15
T5	B2	15	16	16	14	15	15	14	14	14	15	14	16	14	15
T6	B2	13	15	13	14	14	14	14	13	15	14	14	13	14	14
T4	B3	14	15	10	13	14	11	11	10	12	12	11	13	12	12
T6	B3	12	12	10	12	10	11	11	13	12	12	11	11	12	11

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cantidad promedio de hebras utilizadas para amarre por planta

Tratamiento	Bloque	Plantas de la parcela útil													Promedio de hebras por bloque
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T3	B1	15	14	14	15	16	15	15	14	15					15
T5	B1	14	17	16	16	15	16	16	14	17	15	15	16	15	16
T1	B2	11	11	11	12	11	11	12	12	12					11
T3	B2	14	14	15	14	15	15	15	15	14					15
T2	B3	13	13	12	13	13	14	13	12	13					13
T5	B3	13	14	15	16	15	14	15	13	14	16	15	15	14	15

Tratamiento	Promedio del bloque			Promedio general
	B1	B2	B3	
T1	13	11	13	12
T2	15	15	13	14
T3	15	15	13	14
T4	16	14	12	14
T5	16	15	15	15
T6	14	14	11	13

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 3

Cantidad de fertilizante aplicado según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	Fertilizante	mg/L agua	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	23 abril al 9 de mayo (17 días)	Fosfato monopotásico	180	0,057	0,073	0,088	0,081	0,109	0,136
		Nitrato de potasio	200	0,064	0,081	0,097	0,090	0,122	0,151
		Sulfato de potasio	120	0,038	0,049	0,058	0,054	0,073	0,090
		Sulfato de magnesio	350	0,111	0,142	0,170	0,158	0,213	0,263
		Nitrato de calcio	682	0,217	0,277	0,332	0,307	0,414	0,513
		Compuesto comercial	15	0,005	0,006	0,007	0,007	0,009	0,011
		EDTA Fe	4	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
		EDTA Mn	2	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
		Acido bórico	2,1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
		Cloruro de calcio	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acido nítrico	0,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	10 de mayo al 3 de junio (25 días)	Fosfato monopotásico	207	0,308	0,335	0,368	0,402	0,471	0,574
		Nitrato de potasio	235	0,350	0,380	0,418	0,456	0,535	0,651
		Sulfato de potasio	120	0,179	0,194	0,213	0,233	0,273	0,333
		Sulfato de magnesio	425	0,633	0,688	0,756	0,825	0,968	1,178
		Nitrato de calcio	800	1,191	1,295	1,423	1,553	1,822	2,217
		Compuesto comercial	15	0,022	0,024	0,027	0,029	0,034	0,042
		EDTA Fe	9	0,013	0,015	0,016	0,017	0,020	0,025
		EDTA Mn	2	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006
		Acido bórico	2,1	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006
		Cloruro de calcio	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acido nítrico	0,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	4 de junio al 23 junio (20 días)	Fosfato monopotásico	207	0,474	0,505	0,579	0,561	0,607	0,692
		Nitrato de potasio	235	0,538	0,574	0,658	0,637	0,689	0,786
		Sulfato de potasio	250	0,572	0,610	0,700	0,677	0,733	0,836
		Sulfato de magnesio	425	0,973	1,037	1,189	1,151	1,247	1,421
		Nitrato de calcio	700	1,603	1,709	1,959	1,896	2,053	2,340
		Compuesto comercial	15	0,034	0,037	0,042	0,041	0,044	0,050
		EDTA Fe	10	0,023	0,024	0,028	0,027	0,029	0,033
		EDTA Mn	2,5	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008
		Acido bórico	2,1	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007
		Cloruro de calcio	165	0,378	0,403	0,462	0,447	0,484	0,552
		Acido nítrico	0,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Cantidad de fertilizante aplicado según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	Fertilizante	mg/L agua	T1	T2	T3	T4	T5	T6
4	24 junio al 16 de agosto (54 días)	Fosfato monopotásico	225	2,468	2,665	2,777	3,247	3,329	3,659
		Nitrato de potasio	275	3,016	3,258	3,395	3,969	4,069	4,472
		Sulfato de potasio	275	3,016	3,258	3,395	3,969	4,069	4,472
		Sulfato de magnesio	425	4,661	5,034	5,246	6,133	6,288	6,912
		Nitrato de calcio	750	8,226	8,884	9,258	10,823	11,096	12,197
		Compuesto comercial	15	0,165	0,178	0,185	0,216	0,222	0,244
		EDTA Fe	10	0,110	0,118	0,123	0,144	0,148	0,163
		EDTA Mn	2	0,022	0,024	0,025	0,029	0,030	0,033
		Acido bórico	2,1	0,023	0,025	0,026	0,030	0,031	0,034
		Cloruro de calcio	200	2,194	2,369	2,469	2,886	2,959	3,252
		Acido nítrico	0,06	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
5	17 de agosto al 19 de setiembre (34 días)	Fosfato monopotásico	225	1,682	1,722	1,746	2,215	2,251	2,296
		Nitrato de potasio	235	1,757	1,799	1,823	2,313	2,351	2,398
		Sulfato de potasio	330	2,467	2,526	2,560	3,248	3,301	3,367
		Sulfato de magnesio	475	3,551	3,636	3,685	4,676	4,751	4,846
		Nitrato de Calcio	975	7,289	7,463	7,564	9,597	9,753	9,948
		Compuesto comercial	15	0,112	0,115	0,116	0,148	0,150	0,153
		EDTA Fe	14	0,105	0,107	0,109	0,138	0,140	0,143
		EDTA Mn	4	0,030	0,031	0,031	0,039	0,040	0,041
		Acido bórico	2,1	0,016	0,016	0,016	0,021	0,021	0,021
		Cloruro de calcio	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acido nítrico	0,06	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Anexo 4

Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	DDT*	L de agua/día/planta					
			T1	T2	T3	T4	T5	T5
1	23 abril al 9 de mayo (17 días)	1	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		2	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		3	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		4	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		5	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		6	0,15	0,24	0,33	0,15	0,25	0,35
		7	0,35	0,34	0,61	0,35	0,35	0,66
		8	0,25	0,34	0,33	0,25	0,35	0,35
		9	0,25	0,34	0,33	0,25	0,35	0,35
		10	0,20	0,24	0,28	0,20	0,25	0,30
		11	0,15	0,19	0,19	0,15	0,20	0,20
		12	0,15	0,24	0,24	0,15	0,25	0,25
		13	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
		14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15
		15	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15
		16	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15
		17	0,35	0,34	0,33	0,35	0,35	0,35
2	10 de mayo al 3 de junio (25 días)	18	0,30	0,44	0,57	0,30	0,45	0,61
		19	0,45	0,44	0,33	0,44	0,45	0,46
		20	0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25
		21	0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25
		22	0,25	0,29	0,28	0,25	0,30	0,30
		23	0,30	0,29	0,28	0,30	0,30	0,30
		24	0,50	0,54	0,52	0,49	0,55	0,56
		25	0,85	0,83	0,80	0,79	0,81	0,81
		26	0,40	0,39	0,38	0,39	0,40	0,41
		27	0,50	0,49	0,52	0,44	0,45	0,51
		28	1,01	0,88	0,80	0,79	1,06	1,37
		29	0,80	0,97	1,13	0,59	0,81	1,42
		30	0,70	0,68	0,85	0,59	0,71	0,91
		31	0,60	0,58	0,66	0,49	0,61	0,71
		32	1,01	1,17	1,23	0,99	1,21	1,32

*Días después del trasplante.

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	DDT	L de agua/día/planta					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
2	10 de mayo al 3 de junio (25 días)	33	1,01	1,17	1,23	0,99	1,21	1,32
		34	1,01	1,17	1,23	0,99	1,21	1,32
		35	1,21	1,36	1,51	0,99	1,21	1,62
		36	1,21	1,36	1,51	0,99	1,21	1,62
		37	1,21	1,36	1,51	0,99	1,21	1,62
		38	1,11	1,07	1,32	1,09	1,11	1,42
		39	1,11	1,07	1,32	1,09	1,11	1,42
		40	0,67	0,89	1,04	0,71	0,92	1,12
		41	0,84	0,98	1,22	0,71	0,73	0,93
		42	0,84	1,07	1,22	0,71	0,92	1,12
3	4 de junio al 23 junio (20 días)	43	1,09	1,33	1,48	1,03	1,19	1,40
		44	1,17	1,24	1,39	0,89	1,10	1,30
		45	1,17	1,24	1,39	0,89	1,10	1,30
		46	1,17	1,60	1,39	0,89	1,10	1,30
		47	1,34	1,60	1,74	1,25	1,47	1,68
		48	1,51	1,78	1,91	1,43	1,65	1,68
		49	1,51	1,78	1,91	1,43	1,65	1,68
		50	1,34	1,60	1,74	1,25	1,47	1,49
		51	1,34	1,60	1,74	1,25	1,47	1,49
		52	1,17	1,42	1,57	1,07	1,10	1,30
		53	1,34	1,42	1,57	1,07	1,10	1,30
		54	1,34	1,42	1,57	1,07	1,10	1,30
		55	1,85	1,60	1,91	1,43	1,47	1,68
		56	1,51	1,24	1,57	1,07	1,10	1,30
		57	1,51	1,24	1,57	1,07	1,10	1,30
		58	1,51	1,24	1,57	1,07	1,10	1,30
		59	1,68	1,42	1,74	1,25	1,29	1,49
		60	1,68	1,78	2,26	1,25	1,29	1,68
61	1,51	1,78	2,26	1,25	1,10	1,30		
62	1,51	1,78	2,26	1,25	1,10	1,30		

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	DDT	L de agua/día/planta					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
4	24 junio al 16 de agosto (54 días)	63	1,68	1,96	2,09	1,78	1,84	1,86
		64	1,68	1,96	2,09	1,78	1,84	1,86
		65	1,68	1,96	2,09	1,78	1,84	1,86
		66	2,10	2,40	2,52	2,23	2,30	2,33
		67	1,85	1,96	2,09	1,96	1,84	2,05
		68	2,35	2,49	2,61	2,14	2,02	2,23
		69	2,35	2,49	2,61	2,14	2,02	2,23
		70	2,35	2,49	2,61	2,14	2,02	2,23
		71	2,01	2,31	2,44	1,96	1,84	2,05
		72	2,01	2,31	2,44	1,96	1,84	2,05
		73	2,01	2,31	2,44	2,14	2,02	2,23
		74	3,27	3,64	3,70	3,30	3,21	3,44
		75	3,19	3,56	3,66	2,68	2,76	3,16
		76	3,19	3,56	3,83	2,68	2,94	3,16
		77	3,35	3,73	4,00	2,68	3,12	3,35
		78	2,85	3,20	3,48	2,50	2,57	2,79
		79	2,85	3,20	3,48	2,50	2,57	2,79
		80	2,85	3,20	3,48	2,50	2,57	2,79
		81	2,85	3,20	3,48	2,50	2,57	2,79
		82	2,35	2,67	3,83	1,61	1,65	1,86
		83	2,68	3,02	3,31	2,32	2,39	2,61
		84	2,68	3,02	3,31	2,32	2,39	2,61
		85	2,68	3,02	3,31	2,32	2,39	2,61
		86	2,68	3,02	3,31	2,32	2,39	2,61
		87	3,15	3,73	4,05	2,99	3,67	4,14
		88	2,85	3,38	3,48	2,85	3,12	3,16
		89	2,85	3,20	3,48	2,68	2,76	3,35
		90	2,68	3,02	3,13	2,68	2,76	2,98
		91	2,52	2,67	2,79	2,50	2,57	2,79
		92	2,68	2,84	2,96	2,68	2,76	2,98
93	2,68	2,84	2,96	2,68	2,76	2,98		
94	2,68	2,84	2,96	2,68	2,76	2,98		
95	2,68	2,84	2,96	2,50	2,57	2,79		
96	2,68	2,84	2,96	2,50	2,57	2,98		
97	3,02	3,20	3,13	2,68	2,76	2,98		
98	2,85	2,84	2,79	2,50	2,57	2,79		

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	DDT	L de agua/día/planta					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
4	24 junio al 16 de agosto (54 días)	99	2,85	2,84	2,79	2,50	2,57	2,79
		100	2,85	2,84	2,79	2,50	2,57	2,79
		101	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		102	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		103	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		104	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		105	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		106	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		107	2,31	2,27	2,22	1,92	1,97	2,19
		108	2,52	2,67	2,61	2,14	2,20	2,23
		109	2,05	2,18	2,13	1,83	1,88	1,91
		110	2,35	2,49	2,44	1,96	2,02	2,23
		111	2,18	2,31	2,26	1,96	2,02	2,42
		112	2,18	2,31	2,26	1,96	2,02	2,42
		113	2,18	2,31	2,26	1,96	2,02	2,42
		114	2,18	2,31	2,26	1,96	2,02	2,42
5	17 de agosto al 19 setiembre (34 días)	115	2,52	2,67	2,61	2,14	2,20	2,61
		116	2,52	2,49	2,61	2,85	2,57	2,98
		117	2,52	2,49	2,61	2,85	2,57	2,98
		118	2,60	2,58	2,70	2,41	2,30	2,33
		119	2,60	2,58	2,70	2,41	2,30	2,33
		120	2,94	2,93	3,05	2,77	2,66	2,70
		121	2,94	2,93	3,05	2,77	2,66	2,70
		122	2,94	2,93	3,05	2,77	2,66	2,70
		123	2,94	2,93	3,05	2,77	2,66	2,70
		124	3,19	3,20	3,31	3,03	2,94	2,98
		125	3,19	3,20	3,31	3,03	2,94	2,98
		126	2,89	3,07	3,00	2,90	2,80	2,84
		127	2,89	3,07	3,00	2,90	2,80	2,84
		128	2,89	3,07	3,00	2,90	2,80	2,84
		129	3,02	3,20	3,13	2,85	2,94	2,98
		130	3,02	3,20	3,13	2,85	2,94	2,98
		131	2,85	3,02	2,96	2,68	2,76	2,79
132	2,68	2,84	2,79	2,50	2,57	2,61		
133	2,68	2,84	2,79	2,50	2,57	2,61		
134	2,68	2,84	2,79	2,50	2,57	2,61		

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Cantidad de agua aplicada según la etapa del cultivo

Etapa	Aplicación	DDT	L de agua/día/planta					
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
		135	2,68	2,84	2,79	2,50	2,57	2,61
		136	2,35	2,49	2,44	1,96	2,20	2,23
		137	2,43	2,58	2,52	2,05	2,30	2,33
		138	2,68	2,84	2,79	2,32	2,57	2,61
		139	2,68	2,84	2,79	2,32	2,57	2,61
		140	2,68	2,84	2,79	2,32	2,57	2,61
		141	2,52	2,49	2,61	1,96	2,20	2,23
		142	2,60	2,58	2,70	2,05	2,30	2,33
		143	2,01	2,00	2,09	1,65	1,70	1,91
		144	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		145	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		146	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		147	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		148	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		149	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
		150	2,60	2,58	2,70	2,23	2,30	2,33
L por planta por tratamiento			278,27	295,88	310,69	251,07	261,68	284,89
L totales por tratamiento			22.539,48	23.966,03	25.166,15	29.375,07	30.616,05	33.332,01

Fuente: Araya-Cubero, 2017, en prep.

Anexo 5

Análisis de sensibilidad del beneficio del mejor tratamiento

Se realizó un análisis de sensibilidad para determinar cómo cambia el beneficio bruto del tratamiento económicamente más conveniente (T1) al emplear diversos niveles de precios, manteniendo la cantidad producida de chile dulce y el nivel de costos variables. Para ello se utilizaron los precios de campo del producto presentados en el cuadro 38 y las jvas obtenidas de chile dulce por calidad expuestas en el cuadro 40.

Se definieron tres niveles de precios para sensibilizar el beneficio bruto. Para definir dichos niveles se obtuvo el promedio (\bar{x}) de los precios de cada calidad y la desviación estándar (σ), y se trabajó con el precio promedio $\pm 1\sigma$.

Cuadro A

T1: Promedio y desviación estándar de los precios de campo del producto, según calidad

Cosecha	Precios de campo del chile dulce		
	Primera	Segunda	Tercera
1	16.835,90	16.000,00	12.000,00
2	20.569,67	18.837,98	14.965,82
3	15.390,05	12.932,11	11.818,65
4	19.312,12	16.269,67	14.379,80
5	15.039,78	10.309,68	10.063,00
6	21.267,62	19.016,62	16.904,53
7	21.021,23	17.734,46	12.951,46
8	22.098,19	19.579,08	13.901,30
9	9.868,54	8.628,99	6.807,74
10	14.098,11	9.066,84	8.279,51
11	9.752,64	6.035,89	5.037,03
12	6.317,04	3.772,19	3.629,23
13	12.517,01	8.770,26	7.760,31
Promedio	15.699,07	12.842,60	10.653,72
Desviación estándar	5.074,02	5.390,65	4.088,46

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro B

Nivel de precios de chile dulce según calidad, definidos para el análisis de sensibilidad

Nivel de precios		Primera	Segunda	Tercera
Nivel 1	$\bar{X} - 1\sigma$	10.625,05	7.451,94	6.565,26
Nivel 2	\bar{X}	15.699,07	12.842,60	10.653,72
Nivel 3	$\bar{X} + 1\sigma$	20.773,09	18.233,25	14.742,18

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Cuadro C

Análisis de sensibilidad del beneficio bruto del T1 según calidad del chile dulce

Primera calidad		Precio		
Beneficio bruto	142.362,90	10.625,05	15.699,07	20.773,09
Producción (javas)	9,07	96.350,47	142.362,90	188.375,33
Segunda calidad		Precio		
Beneficio bruto	172.915,63	7.451,94	12.842,60	18.233,25
Producción (javas)	13,46	100.334,64	172.915,63	245.496,61
Tercera calidad		Precio		
Beneficio bruto	34.744,00	6.565,26	10.653,72	14.742,18
Producción (javas)	3,26	21.410,68	34.744,00	48.077,33

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El beneficio bruto total se obtuvo mediante la suma de los beneficios brutos de las tres calidades (en cada nivel de precios) y se comparó con el costo variable total definido en el cuadro 34, a su vez, se calculó el beneficio neto a obtenerse en cada nivel de precios.

Cuadro D

T1: Beneficio neto (¢) a obtenerse en cada nivel de precios

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Beneficio bruto	218.095,79	350.022,53	481.949,27
Costo variable total	170.108,95	170.108,95	170.108,95
Beneficio neto	47.986,83	179.913,58	311.840,32

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los resultados del análisis de sensibilidad realizado sobre el beneficio bruto, manteniendo la cantidad producida de chile dulce y el costo variable total constantes, a tres distintos niveles de precios, demuestran que al aumentar el precio de la java de chile dulce aumentarán los beneficios brutos y netos. En los tres escenarios planteados se obtuvo un beneficio neto positivo, lo que indica que en todos los escenarios el beneficio bruto es mayor al nivel de costos variables, con ello se ratifica que el empleo del T1 es económicamente conveniente para la producción de Dulcítico.