

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Diseño e implementación de un Sistema de Información
Técnica para la toma de decisiones de la gerencia de
producción en un sistema de producción de melón**

Práctica dirigida presentada a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de Licenciado
en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia

MAURICIO TORRES ROJAS

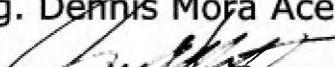
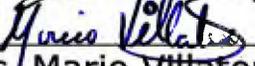
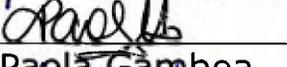
2010

Diseño e implementación de un Sistema de Información Técnica para la toma de decisiones de la gerencia de producción en un sistema de producción de melón

MAURICIO TORRES ROJAS

Práctica dirigida

Presentada a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia

 _____ Ing. Dennis Mora Acedo	Director de Práctica
 _____ Ing. Guillermo Vargas Hernández	Miembro del Tribunal
 _____ M.Sc. Mario Villatoro Sánchez	Miembro del Tribunal
 _____ Ing. Paola Gamboa	Miembro del Tribunal
 _____ Dr. Werner Rodríguez Montero	Director de Escuela
 _____ Mauricio Torres Rojas	Postulante

25 de abril del 2010

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, y sobre todo por haberme dado la oportunidad de tener una educación primaria, secundaria y universitaria, de un excelente nivel.

Agradezco a mis padres por su apoyo y esfuerzo a lo largo de mi vida estudiantil, sobre todo que hayan sido tan exigentes a lo largo de este camino.

Agradezco al programa PROCAPEX de la Universidad de Costa Rica, específicamente a los Ingenieros Dennis Mora y Alfredo Durán, quienes me abrieron sus puertas y compartieron conmigo parte de su conocimiento y experiencia.

Agradezco a la Universidad de Costa Rica y al país, por haberme dado la oportunidad de ser parte de una institución tan prestigiosa.

Índice General

Agardecimientos.....	i
Resumen.....	1
1. Introducción.....	3
2. Revisión de literatura.....	8
2.1 Información empresarial y competitividad.....	8
2.2 Agricultura de precisión, Inteligencia de Negocios y Sistemas de Información.....	14
2.3 Sistemas de información y calidad.....	18
2.4 Otros usos de los Sistemas de Información.....	19
2.5 Medida del éxito del sistema de información.....	20
3. Materiales y Métodos.....	22
3.1. Ubicación General.....	22
3.2. Descripción de procesos y sub-procesos de producción de melón.....	23
3.3. Determinación del Requerimiento Técnico de la empresa en cada proceso de producción.....	23
3.4. Cuadro resumen de los procesos y requerimientos técnicos de la empresa, además del factor crítico para el éxito, punto crítico y forma de control de cada uno de ellos.....	24
3.5. Determinación de los puntos críticos (PC) en el proceso global de producción de melón.....	25
3.6. Definición de las formas de control (FC) de cada proceso global.....	25

3.7. Diseño de un diagrama de flujo de los procesos globales involucrados en la producción.....	26
3.8. Definición de los Factores Críticos para el Éxito (FCE)	27
3.9. Determinación de los Factores Críticos para el Éxito (FCE) más importantes en el proceso productivo	27
3.10. Descripción de los FCE escogidos para el Control de Operaciones (CO)	30
3.11. Descripción de los FCE escogidos para el Desempeño de Producción (DP).....	30
3.12. Descripción de las consecuencias de no alcanzar los Factores Críticos para el Éxito (FCE) seleccionados en el proceso de producción de melón, específicamente para la empresa en donde se desarrolló la práctica	31
3.13. Elaboración de las herramientas de recolección de información en el campo.....	31
3.14. Elaboración de las hojas electrónicas para el uso y manejo de la información	32
3.15. Definición del flujo interno de la información	32
3.16. Diseño del Sistema de Información Técnica (SITEC)	33
3.17. Entrenamiento y capacitación del personal a nivel de gerencia y mandos medios.....	33
3.18. Implementación del Sistema de Información Técnica (SITEC)	34
3.19. Definición de la dinámica de decisiones	34

3.20. Observación de operaciones, realización de ajustes y determinación de la efectividad, limitantes y viabilidad del SITEC	35
4. Resultados y Discusión.....	36
4.1. Descripción de los procesos y subprocesos que componen la producción de melón.....	36
4.2 Definición de los procesos de producción de melón y del Factor Crítico para el Éxito (FCE), el requerimiento técnico según la empresa, el Punto Crítico (PC) y la Forma de Control (FC) de cada uno de ellos:	62
Cuadro 1. Factores críticos para el éxito, norma técnica, punto crítico y forma de control de los procesos o actividades para la producción de melón para exportación. Costa Rica 2008.....	64
4.3. Diseño del diagrama de flujo de los procesos involucrados en la producción	79
4.4 Escogencia de los FCE más importantes, definición de criterios de escogencia.	86
4.5 Descripción de los FCE escogidos para el Control de Operaciones (CO) y justificación de su escogencia como procesos indispensables para ser evaluados:.....	90
4.6 Descripción de los FCE escogidos para el Desempeño de Producción (DP) y justificación de su escogencia como procesos indispensables para ser evaluados	92
4.7 Descripción de las consecuencias que tendría no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los Factores Críticos	

para el Éxito (FCE) seleccionados en el proceso de producción de melón en Costa Rica.....	98
Cuadro 2. Análisis de las consecuencias de no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los FCE del Control de Operaciones (CO) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.....	99
Cuadro 3. Análisis de las consecuencias de no alcanzar los FCE del Desempeño de Producción (DP) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.....	100
4.8 Elaboración de las herramientas de recolección de la información en el campo, de las hojas electrónicas y del formato o cuerpo del Sistema de Información Técnica (SITEC)	101
4.9 Dinámica en la toma de decisiones de la empresa.	139
4.10 Dinámica del flujo interno de la información y de la custodia de la información.	152
4.11 Resultados de la operación del sistema, observaciones, ajustes, efectividad, limitantes y utilidad.	155
5. Conclusiones.....	162
6. Bibliografía	165
ANEXOS	168

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Factores críticos para el éxito, norma técnica, punto crítico y forma de control de los procesos o actividades para la producción de melón para exportación. Costa Rica 2008.....64

Cuadro 2. Análisis de las consecuencias de no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los FCE del Control de Operaciones (CO) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.....99

Cuadro 3. Análisis de las consecuencias de no alcanzar los FCE del Desempeño de Producción (DP) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.....100

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de melón en la empresa dónde se realizó la práctica. Costa Rica 2008.	82
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de melón en Costa Rica contemplando los Factores Críticos para el Éxito (FCE) indicados mediante el símbolo  . Costa Rica 2008.....	85
Figura 3. Pantalla del Menú Principal del Sistema de Información Técnica para el cultivo de melón de exportación.	102
Figura 4. Mapa del funcionamiento del Control de Operaciones (CO) en el Sistema de Información Técnica (SITEC).....	104
Figura 5. Mapa del funcionamiento del Desempeño de Producción (DP) en el Sistema de Información Técnica (SITEC).	105
Figura 6. Pantalla ejemplo sobre cómo ingresar a cada uno de los FCE en el SITEC y a partir de ahí cómo ingresar a cada uno de los lotes evaluados para el cultivo de melón de exportación.	106
Figura 7. Pantalla ejemplo de cómo ingresar a las válvulas evaluadas de un lote o finca específica dedicada al cultivo de melón para exportación.....	107
Figura 8. Pantalla ejemplo de un FCE que contiene en la misma hoja de análisis de la información, todas las válvulas de un lote o finca específica para el cultivo de melón de exportación.	109
Figura 9. Caso específico del modo de ingreso y manejo de la información y el SITEC para las plagas y enfermedades del cultivo de melón para exportación.	110

Figura 10. Pantalla ejemplo de la manera en que se ingresa en el SITEC para observar las calificaciones de las cuadrillas de aplicación en el cultivo de melón de exportación.....	111
Figura 11. Gráfico que muestra la calificación obtenida por una cuadrilla de aplicación específica para el cultivo de melón de exportación.	112
Figura 12. Pantalla ejemplo sobre la ruta y métodos para llegar a los datos de cantidad de fruta cosechada en lotes y válvulas específicas del cultivo de melón de exportación.	114
Figura 13. Pantalla con datos de cosecha de frutos de un lote específico en el cultivo de melón de exportación.....	115
Figura 14. Pantalla ejemplo del SITEC sobre la ruta de ingreso a la información generada por los datos del control de la fertilización en el cultivo de melón de exportación.	117
Figura 15. Pantalla ejemplo con los datos de EC del agua de fertiriego para el cultivo de melón de exportación.	118
Figura 16. Pantalla ejemplo sobre la ruta a seguir para poder observar los datos del inventario de plantas en los distintos lotes de producción de melón para exportación.	120
Figura 17. Pantalla ejemplo con datos de pérdida de plantas en el campo y el porcentaje que representan dichas pérdidas de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.	121
Figura 18. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir en el SITEC para observar el desempeño de la fenología en el cultivo de melón de exportación en un lote y válvula específica.....	123

Figura 19. Pantalla ejemplo con la forma de representar la información referente a la fenología en el cultivo de melón de exportación.	124
Figura 20. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir para ingresar a las pantallas que muestran la información de pérdidas en el campo en el cultivo de melón de exportación.	126
Figura 21. Pantalla ejemplo del método o ruta de ingreso en el SITEC para observar los datos de los análisis foliares de los distintos lotes en el cultivo de melón para exportación.	127
Figura 22. Método de evaluación y control de la nutrición del cultivo de melón para exportación.	128
Figura 23. Mapa de la distribución del minador en dos lotes distintos pertenecientes al mismo grupo de aplicación en el cultivo de melón para exportación. El color rojo indica altas poblaciones de una plaga específica. Los colores naranjas y blanco indican bajas poblaciones o presencia nula respectivamente.	129
Figura 24. Pantalla del SITEC que muestra los gráficos del comportamiento de las distintas plagas en un grupo de aplicación específico para el cultivo de melón de exportación.	130
Figura 25. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir en el SITEC para observar los datos de pronóstico de cosecha en un lote específico para el cultivo de melón de exportación.	132
Figura 26. Pantalla con los datos de pronóstico de cosecha de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.	133

Figura 27. Análisis de Pareto en el SITEC de las pérdidas en empaque de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.	134
Figura 28. Pantalla que muestra la forma de ingreso en el SITEC para observar los datos de pérdidas en empaque en un lote específico para el cultivo de melón de exportación.	135
Figura 29. Pantalla que muestra las dos opciones en que se evalúa la eficiencia en el cultivo de melón de exportación.	137
Figura 30. Índice de eficiencia correspondiente a los sólidos solubles producidos por las plantas en dos lotes distintos.	138
Figura 31. Índice de eficiencia correspondiente al peso de los frutos producidos en los distintos lotes.	139
Figura 32. Diagrama de la Dinámica de la toma de decisiones para la aplicación de agroquímicos para el cultivo de melón de exportación.	141
Figura 33. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control de la cosecha para el cultivo de melón de exportación.	142
Figura 34. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control de la fertilización en el cultivo de melón de exportación.	143
Figura 35. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control del inventario de plantas en el campo para el cultivo de melón de exportación.	144

Figura 36. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la fenología para el cultivo de melón de exportación.	145
Figura 37. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la nutrición en el cultivo de melón de exportación.	146
Figura 38. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de las plagas y enfermedades en el cultivo de melón de exportación.....	147
Figura 39. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para la evaluación del pronóstico de cosecha en el cultivo de melón de exportación.....	148
Figura 40. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para la comparación entre el pronóstico de cosecha y el estimado de cosecha, en el cultivo de melón de exportación.	149
Figura 41. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de las pérdidas en empaque en el cultivo de melón de exportación.....	150
Figura 42. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la eficiencia en el cultivo de melón de exportación.	151
Figura 43. Diagrama de la custodia de la información y flujo interno de la misma en una empresa productora de melón para exportación.	154

Índice de Anexos

Anexo 1. Hoja del control de las aplicaciones de agroquímicos en el campo.	168
Anexo 2. Hoja de toma de datos semanales en el campo del comportamiento fenológico del cultivo.....	170
Anexo 3. Hoja de la toma de datos del inventario de plantas en el campo.....	171
Anexo 4. Hoja de control en el campo de la cantidad de frutos cosechados.....	172
Anexo 5. Hoja del control de la fertilización durante los distintos turnos de riego en el campo.....	173
Anexo 6. Hoja de control de la pérdida de plantas en el campo.	174
Anexo 7. Hoja de control de los motivos de pérdida de fruta en la planta empacadora.	175
Anexo 8. Hoja de la toma de datos del pronóstico de cosecha en el campo.	176

Resumen

El objetivo general de este trabajo fue disminuir, tanto el riesgo como la incertidumbre, en la toma de decisiones de la gerencia de producción de un sistema de producción de melón, mediante el diseño de un sistema de información técnica. Además, como objetivos específicos, se determinaron los Factores Críticos para el Éxito (FCE) para el agronegocio de la producción y comercialización de melón.

Para lograr los objetivos planteados, se diseñó un Sistema de Información Técnica (SITEC) con el fin de crear una herramienta de uso sencillo que le permita a la empresa tener información proveniente del campo, sobre el comportamiento y desempeño de las plantas y de los demás factores involucrados en un sistema de producción de melón, para que la empresa pueda tomar decisiones de forma segura basadas en datos reales, confiables y representativos de la situación actual del cultivo.

Para poder desarrollar el programa descrito anteriormente, se describieron los Factores Críticos para el Éxito (FCE) del proceso de producción de melón, y a cada uno de ellos, se le determinó su Norma Técnica (NT), su Punto de Control (PC) y su Forma de Control (FC). Se diseñaron los sistemas de recolección de información de campo y las hojas electrónicas especiales para su tabulación y análisis.

Con el fin de facilitar la toma de decisiones por parte de la empresa, disminuir la incertidumbre y agilizar el tiempo de reacción de la Gerencia y el Departamento Técnico, se hizo un diagrama de toma de decisiones para cada uno de los FCE seleccionados.

1. Introducción

Históricamente los agro-negocios han sido el principal motor de desarrollo de Centroamérica. La región ha logrado competir con una gran variedad de productos agrícolas. Aún con el surgimiento de otros sectores importantes, como turismo y maquila, y con la eliminación de numerosos subsidios, los agro-negocios siguen siendo el principal generador de producto interno bruto, exportaciones y empleo de Centroamérica (Figueroa *et al.* 2001).

La exportación de productos agrícolas, además de ser el principal generador de producto interno bruto, divisas y empleo de la región, ha experimentado una rápida evolución y un alto dinamismo y su potencial de desarrollo permanece aún subaprovechado. Durante muchos años, la actividad ha estado basada en el aprovechamiento de ventajas comparativas fundamentadas en la abundancia de recursos naturales y de mano de obra barata. En la etapa de globalización acelerada que experimenta la economía mundial, esas ventajas se están

erosionando rápidamente. *"Con creciente urgencia, resulta necesario que las empresas agrícolas desarrollen capacidades que les permitan alcanzar ventajas competitivas más sostenibles, como condición para su existencia y progreso, y como condición también, para que las economías de la región puedan alcanzar mayores niveles de riqueza y bienestar"* (Figueroa et al 2001).

A lo largo de su historia, el mundo ha pasado por diferentes etapas de desarrollo, las cuales han traído consigo cambios importantes en la organización de la sociedad y en la forma como produce y distribuye los bienes y servicios que demanda. En la actualidad nos encontramos exactamente en el período de transición hacia una nueva etapa de desarrollo, conocida como la Era del conocimiento, Mundo digital o Sociedad de la información. Esta nueva era *"surge como consecuencia de los acelerados procesos de innovación tecnológica que desde la segunda mitad del siglo XX se vienen produciendo en forma sostenida, específicamente en los campos de la computación y las comunicaciones, es decir, estamos ante una completa revolución*

asociada al acceso y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones” (Chacón y Monge 2002).

En el libro, Costa Rica Digital, Chacón y Monge (2002) citan las palabras del Presidente de la República de Corea, Sr. Kim Dae-jung, quien señaló:

“Durante el siglo XX elementos tangibles, tales como el capital, el trabajo y los recursos humanos, fueron las fuerzas que promovieron el desarrollo económico. Pero en el nuevo siglo, elementos intangibles tales como la información y la creatividad darán a las naciones una nueva ventaja competitiva. Consecuentemente, si nosotros logramos desarrollar el potencial de nuestros ciudadanos al promover un espíritu de aventura creativo, individuos y naciones llegarán a ser ricos, aun si ellos no tienen mucho capital, mano de obra o recursos naturales.”

Para poder ser más eficientes en el proceso de producción agrícola, es necesario disminuir los costos de producción, lo cual

implica, entre otras cosas, utilizar menos insumos, tener recurso humano más eficiente y tener un buen control de las operaciones. Así mismo, es necesario contar con un manual de producción que le permita a la empresa corregir y mejorar sus actividades, lo cual implica contar con un adecuado sistema de información que le permita a los gerentes y trabajadores tomar decisiones rápidas en busca de la eficiencia empresarial.

Por medio del presente trabajo se desea disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones de la gerencia de producción de un proceso de producción de melón, mediante el diseño de un sistema de información técnica (SITEC).

Además, como objetivos específicos, se desea determinar para el agronegocio de la producción y comercialización de melón, cuáles son los Factores Críticos para el Éxito (FCE), se propuso un sistema de información empresarial, basado en los FCE, que le permita a las empresas agrícolas tomar decisiones de manera rápida y eficiente con el propósito de mejorar la capacidad de

respuesta de la empresa y así mejorar su eficiencia y competitividad.

2. Revisión de literatura

2.1 Información empresarial y competitividad

En su libro "Competitividad empresarial en Centroamérica", Figueroa *et al* (2001), exponen la necesidad de cambiar el concepto de "finca" por el de empresa agropecuaria, para poder articular la agroindustria y la empresa agro-exportadora, con el sector de pequeños productores. Esta afirmación nos plantea la necesidad de realizar un cambio drástico en la forma como se manejan los negocios agrícolas. La eficiencia empresarial es una de las premisas más importantes en esa labor, y para lograrlo, es necesario contar con información que nos permita dirigir los cambios necesarios para su implementación (Mora 2007)¹.

Dentro del nuevo paradigma o del nuevo sistema de manejo de la producción, *"el sistema agroempresa-ambiente-mercado, ahora debe regirse por metas que busquen simultáneamente la maximización de la producción, con el mínimo costo social,*

¹ Mora D. Comunicación Personal. Universidad de Costa Rica. Diciembre 2007.

ambiental y económico, mediante una estructura de producción que le permita mantenerse dentro de estrictos estándares de calidad, pero sin perder la flexibilidad necesaria para poder evolucionar de forma constante como requisito para garantizar su sostenibilidad en un mercado dinámico y cambiante” (Rodríguez y Torres 2003).

Capella (2002), considera que la actividad empresarial agropecuaria, de cara al siglo XXI, requiere incorporar enfoques modernos de administración de la tecnología de información, para que se logre aprovechar al máximo este recurso, de manera que el mismo contribuya en el desarrollo sostenible de la empresa. Este tipo de empresas, según este autor, pueden utilizar la tecnología de información y la reingeniería de procesos, como herramientas para aumentar su productividad en forma eficiente y eficaz por medio de un mejoramiento continuo a través de la información. La toma de decisiones oportuna, la calidad de los productos, la reducción de los costos de operación, la automatización de oficinas, la robotización de procesos

industriales, el servicio al cliente, etc., son ejemplos de los elementos en los que la tecnología de información puede ser utilizada y con los cuales se pueden lograr empresas capaces de competir en los mercados modernos, que impulsen, a su vez, el desarrollo del país y permitan un crecimiento robusto de la empresa.

Según Durán y Mora (2004), el país cumple con las exigencias de productividad, pero a un costo de producción muy alto. Se abusa del uso de insumos y no existe un sistema de evaluación adecuado que permitan cuantificar el desempeño. Además, no se ha logrado la consistencia necesaria en los sistemas de producción como para garantizar siempre la misma calidad de producto, y no se observan políticas nacionales o de empresas, que promuevan la innovación y desarrollo de nuevas alternativas en los sistemas de producción. Es por esto que la información es un elemento indispensable en la búsqueda de los niveles elevados de competitividad. No es posible mejorar un sistema productivo si no

se conocen las condiciones en que produce y las características de su entorno.

Según Raymond (1986), la empresa debe maximizar el acceso a la información actual. Estos factores construyen cadenas interpersonales, que son la base de cualquier acción empresarial. Mientras más acceso tenga el empresario a información y cadenas, más eficiente y efectivo será. El autor describe dicha afirmación por medio de la presente fórmula: $E = DI^2$ En donde se igualó E con empresa, la energía o capacidad de trabajar y crear orden, D con dinero e I con información, planteando entonces que es justamente la información que produce una empresa la que actúa como el factor multiplicador de la inversión realizada, y es ésta la que hace posible convertir dicha inversión en trabajo y en el capital futuro de la empresa.

Aunque una empresa o nación tenga gran cantidad y calidad de recursos, personal y dinero, si no posee la información necesaria para saber cuándo, dónde y cómo utilizar mejor esos recursos, no

podrá aprovechar las ventajas que éstos le puedan brindar. Es necesario, producir información y tener una evaluación continua de los mercados internos y externos y de las proyecciones y escenarios a largo plazo en formas que puedan ser utilizadas de inmediato. (Raymond 1986).

Sin embargo, no toda la información es útil, y hay que tener mucho cuidado con lo que se procesa, ya que, como lo menciona Raymond (1986), la tecnología en una empresa puede producir una explosión de datos e informaciones, que si no son útiles de inmediato, se convierten en ruido, ya que la información debe constar de datos útiles y comprensibles. Los datos son señales comprensibles relacionadas con el ambiente, mientras que el ruido es una señal incomprensible. La cantidad de información aplicada, es decir, información menos ruido, es inversamente proporcional a la cantidad de materias primas y capital usado.

En el libro *Agromática*, Capella (2002), menciona que para las empresas del mundo actual, el manejo de la información es una

poderosa herramienta para el máximo aprovechamiento de las oportunidades de éxito dentro de un ambiente de alta competitividad. Sin embargo, los productores agropecuarios promedio y sus asesores no cuentan con la cultura informática para poder absorber, o siquiera interpretar, la escasa información que existe en el medio.

Por este motivo, es necesario centrarse en el uso de herramientas para desarrollar y aprovechar sistemas de información que le permitan hacer diagnósticos, análisis y monitoreo de los sistemas de producción en los que interviene. Para lograrlo, es necesario contar con sistemas de información gerenciales, los cuales son definidos por Capella (2002) como *"todas las tecnologías, procedimientos, sistemas y gente asociada con los computadores y el procesamiento de la información"*

Para ello, es necesario desarrollar las soluciones informáticas en coordinación con el rediseño de la organización. Es por esto que es necesario crear y desarrollar la organización de la manera más

apropiada ya que es muy fácil utilizar mal la información y los sistemas informáticos y bloquear así el proceso de reingeniería empresarial.

2.2 Agricultura de precisión, Inteligencia de Negocios y Sistemas de Información.

Para poder ser más competitivo, es necesario implementar una agricultura de precisión, la cual tiene su fundamento en el manejo de la información (Whelan *et al.* 2001). Es un sistema de manejo integrado del cultivo (Davis *et al.* 1998) que puede ser definido como "*un sistema comprensivo diseñado para optimizar la producción*" (NC State University 2000) mediante procedimientos específicos de trabajo, así como en recopilar la información para interpretar y manejar el sistema de producción de manera exacta, de acuerdo a la realidad de su comportamiento y no a estimados propios de la aproximación tradicional (Durán y Mora 2004).

Por su parte, Ortega (2000), citado por Yávar (2005), define la agricultura de precisión como *"un conjunto de actividades que incluyen la recolección y manejo de la información que permita tomar decisiones económicas y ambientalmente apropiadas para la producción de cultivos"*. Para este autor, en el desarrollo de esta tecnología es vital la existencia de Tecnologías de Información (TI) y Sistemas de Información (SI) que permitan tomar decisiones basadas en análisis de sensibilidad y en la búsqueda de obtener los máximos beneficios.

"Lo que hace que una compañía sobreviva durante un tiempo largo, es la habilidad para cambiar" (Prahalad, 1997). Para este autor la única forma de ser una empresa innovadora, es a través de sistemas e información que permitan conocer minuciosamente todas sus actividades y deducir si su comportamiento es el adecuado al compararlo contra estándares establecidos.

La capacidad de recoger, organizar y manipular información ha dotado al mundo empresarial de nuevos medios de gestión. Las

nuevas tecnologías para la administración de la información a través el aumento de las capacidades de los gerentes empresariales han logrado transformar la empresa cambiando los conceptos de en qué consiste realmente una empresa y en qué consiste gerenciarla. Esto es resumido por Drucker (2003) cuando afirma que *"para dirigir el futuro, los directivos necesitarán un sistema de información integrado con su estrategia empresarial, en vez de las herramientas que hasta ahora han estado utilizando para registrar los datos del pasado"*.

De esta manera la Inteligencia Empresarial (IE) tiene como objetivo tomar mejores decisiones con la ayuda de la gestión de sistemas de información y de sistemas y aplicaciones capaces de recolectar, almacenar, analizar y proporcionar el acceso a los datos. La IE utiliza información oportuna y exacta para la toma de decisiones (Keller 2007)².

² Keller, D. Comunicación personal. MicroStrategy. Septiembre, 2007.

Según Díaz (2005) *"es posible lograr un mayor grado de precisión en la formulación y realización de los objetivos, metas y logros de la empresa si se identifican aquellos aspectos o elementos que resultan más esenciales para que en cada área de resultado clave (ARC) en la institución o empresa, se alcancen los mayores resultados"*. Y sobre este mismo tema pero empleando términos diferentes Kullmer (2001) dice que estamos hablando de los Factores Críticos de Éxito (FCE), a los que define como *"aquellos elementos de la estrategia en los que hay que sobresalir para superar a la competencia"*.

A través de los factores críticos para el éxito se diseña el sistema de información de la empresa, ya que son éstos los que indican qué es lo que se debe evaluar en el proceso productivo de manera que la eficiencia y precisión sea máxima (Durán 2008)³.

³ Durán. A. Comunicación personal. Universidad de Costa Rica. Diciembre 2008.

2.3 Sistemas de información y calidad

La calidad externa, según Ruiz-Canela (2004), *"se logra cuando la empresa logra sobrevivir y mantenerse en el mercado, optimizando su rentabilidad y crecimiento mediante la satisfacción de sus clientes y la eficiencia de operaciones"*. Es por esto, que hay ciertos factores que deben ser siempre idénticos o tener cero diferencias entre ellos:

- lo que el cliente quiere y lo que la gerencia general cree que quiere
- lo que la gerencia general cree que el cliente quiere y lo que le pide a la organización
- el plan de producción y calidad para el producto y el nivel alcanzado en la realidad
- lo vendido al cliente y lo acordado inicialmente.

Para lograr esto, Ruiz-Canela (2004) dice que es necesario un sistema de información técnica que permita evaluar los procesos y

subprocesos del sistema productivo como forma de garantizar sostenibilidad en la calidad.

2.4 Otros usos de los Sistemas de Información

Mesén (2007), en un artículo que recientemente presentó al mundo empresarial agrícola en Costa Rica, dice que partiendo del principio de la realidad económica, queda claro que por la naturaleza y características de los seres vivos, éstos no pueden clasificarse contablemente como inventarios o como propiedad. Es por esto que se hizo imperativo establecer bases claras y precisas para el reconocimiento contable de las plantaciones agrícolas y de los animales.

A partir de lo expuesto anteriormente, se creó la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41 "Agricultura", la cual establece que los cultivos, plantaciones y animales asociados con las actividades agrícolas, ganaderas y de índole similar, deben de presentarse dentro de los estados financieros en una categoría específica denominada activos biológicos. Esta ley, según Mesén

(2007) *"no sólo permite hacer énfasis en la naturaleza y características propias de los citados activos, sino que también hace posible la adopción de criterios de medición inicial y posterior, acordes con la realidad económica y circunstancias particulares que rodean a los activos biológicos."*

Es por esto también, que las empresas deben contar con un sistema de información adecuado y confiable, con el objetivo de poder llevar el registro de toda la información y la descripción del cultivo realmente como es, como está en el campo y poder hacer proyecciones o deducciones futuras con respecto al desarrollo y comportamiento del activo biológico.

2.5 Medida del éxito del sistema de información

Según Laudon (1996), en su libro Administración de los Sistemas de Información, la medida del éxito de un sistema no es fácil, ya que no todos pueden estar de acuerdo con el valor de la eficacia de un sistema de información en particular. Las personas con

diferentes estilos o toma de decisiones o modos de enfocar un problema pueden tener opiniones totalmente diferentes acerca del mismo sistema. Lucas (1981), citado por Laudon (1996), menciona que la percepción y uso de los sistemas de información pueden quedar fuertemente condicionadas por variables personales y situacionales.

Sin embargo, pese a lo anterior, según Laudon (1996), los investigadores han buscado un conjunto formal de parámetros del éxito del sistema, los cuales resume en los siguientes puntos:

- 1- Nivel elevado del uso del sistema
- 2- Satisfacción de los usuarios del sistema
- 3- Actitudes favorables de los usuarios hacia el sistema de información y el personal que lo opera.
- 4- Objetivos alcanzados, reflejados en la calidad de la toma de decisiones que resulta de su uso
- 5- Recuperación financiera para la institución

3. Materiales y Métodos

3.1. Ubicación General

El proyecto se realizó en la provincia de Guanacaste, específicamente en la Península de Nicoya, durante la temporada melonera 2007-2008, en una empresa productora y exportadora de melón, cuyo nombre, por razones de confidencialidad no se menciona. La empresa se dedica a la exportación de dos (2) tipos de melón, a saber, Tan Dew y la variedad de melón Amarillo conocido también como Dorado. La producción la realiza en siete (7) fincas, en donde todas en conjunto suman un área de producción aproximadamente de 500 hectáreas. La fruta es transportada por medio de contenedores y vía marítima a mercados europeos y norteamericanos. Es comercializada por medio de su propia marca y a través de otras marcas internacionales.

3.2. Descripción de procesos y sub-procesos de producción de melón

Se describieron detalladamente los procesos y subprocesos de la producción de melón con base en lo observado en el campo, y en los manuales de producción de la empresa, más exigencias y necesidades.

3.3. Determinación del Requerimiento Técnico de la empresa en cada proceso de producción

A cada uno de los procesos de producción se le determinó, en acuerdo con el Departamento Técnico y la Gerencia Administrativa de la empresa, una norma de salida según sus especificaciones y necesidades. Esta norma de salida es la característica o calidad que tiene que tener (un proceso o) producto terminado para poder iniciar el siguiente proceso en la cadena de producción.

3.4. Cuadro resumen de los procesos y requerimientos técnicos de la empresa, además del factor crítico para el éxito, punto crítico y forma de control de cada uno de ellos

A cada uno de los procesos involucrados en la actividad melones, según la empresa en donde se realizó la práctica, se le determinó su requisito técnico de la empresa, su factor crítico para el éxito, su punto crítico y su forma de control. Dicha información se condensó en un cuadro resumen para facilitar su lectura, comprensión y entendimiento.

Con base en este requerimiento es que se evalúa la calidad del proceso y se determina, según las especificaciones del mismo, si está bien hecho y si es factible seguir adelante con el proceso productivo, o de lo contrario, si es necesario realizar alguna acción correctiva al mismo.

3.5. Determinación de los puntos críticos (PC) en el proceso global de producción de melón

Se definió en el proceso global de producción los Puntos Críticos (PC) de cada proceso para cada uno de los FCE. Según López (1999), los PC son el lugar, práctica, procedimiento o proceso en el que se puede y debe ejercer un control sobre uno o más factores con el fin de prevenir o eliminar un peligro o reducir la probabilidad de su aparición a un nivel aceptable.

Los puntos críticos fueron detallados en el cuadro resumen mencionado en el punto anterior.

3.6. Definición de las formas de control (FC) de cada proceso global

Luego de definir los FCE y los Puntos Críticos (PC), se definieron las formas de control (FC), que son la manera como se evalúa y controlan todos los procesos. Se definieron los FC para todos los

procesos globales que involucran un sistema de producción de melón. La norma técnica del proceso indica cuál debe ser su norma de salida.

Las formas de control fueron detalladas en el cuadro resumen mencionado en el punto 3.4.

3.7. Diseño de un diagrama de flujo de los procesos globales involucrados en la producción

Se hizo un diagrama de flujo de los procesos globales de producción de melón. Dicho diagrama comprende todos los procesos necesarios en su orden cronológico, así como sus interrelaciones, dependiendo de las necesidades del cultivo, su edad y su estado fenológico.

3.8. Definición de los Factores Críticos para el Éxito (FCE)

Posteriormente, se definieron los Factores Críticos para el Éxito (FCE) en el proceso productivo de melón, los cuales fueron seleccionados en el diagrama de flujo del punto anterior.

3.9. Determinación de los Factores Críticos para el Éxito (FCE) más importantes en el proceso productivo

Una vez definidos los FCE, se procedió a escoger los más importantes, los cuales fueron evaluados e incluidos en el sistema de información técnica para ser monitoreados permanentemente por el departamento técnico y la gerencia de la empresa. La escogencia de dichos FCE se hizo en una reunión con la Gerencia y el Consejo Técnico de la empresa, en donde se presentó el diagrama de producción y se discutió y se decidió cuales FCE se utilizarían para el SITEC (Sistema de Información Técnica), con base en los siguientes criterios:

1. Magnitud de las consecuencias que tendría para el cultivo y la empresa, no percibir que ese factor crítico no se está alcanzando.

2. Exigencias del mercado y de los países en donde se va a exportar la fruta. Estas exigencias van enfocadas básicamente a aspectos relacionados con el tipo de agroquímico permitido, los límites máximos de residuos permitidos y plazos de suspensión de los mismos, exigencias de calidad del producto, proporción de calibres y empaque. No alcanzar estos FCE significaría no cumplir con el contrato acordado con los clientes.

3. Principales debilidades, problemas o cuidados de la zona, ya que existen ciertas condiciones agro-ecológicas que limitan o favorecen el desarrollo del cultivo y de sus "enemigos" (plagas y enfermedades).

4. Debilidades del sector melonero en el país y las principales limitantes del proceso productivo, como por ejemplo la inconsistencia entre lo negociado con lo producido, las producciones en áreas tan extensas que limitan el control de las operaciones y por ende se disminuye la eficiencia de los procesos y labores, los paradigmas de la actividad, sobretodo en lo que respecta a fertilización y riego, entre otros.

5. La factibilidad de la toma de muestras y datos, así como rapidez de sus análisis e interpretación, ante las extensiones de siembra y a la enorme cantidad de plantas por lote o finca. Además, el melón es una planta que crece a una rápida velocidad y esto limita la realización de ciertos análisis. En algunas ocasiones puede darse que cuando ya se conoce el resultado, sea muy tarde para tomar alguna medida correctiva.

3.10. Descripción de los FCE escogidos para el Control de Operaciones (CO)

Se hizo una descripción detallada de las características de los FCE pertenecientes al Control de Operaciones (CO) y una explicación del porqué fueron escogidos para ser evaluados en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

3.11. Descripción de los FCE escogidos para el Desempeño de Producción (DP)

Se hizo una descripción detallada de las características de los FCE pertenecientes al Desempeño de Producción (DP) y una explicación del porqué fueron escogidos para ser evaluados en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

3.12. Descripción de las consecuencias de no alcanzar los Factores Críticos para el Éxito (FCE) seleccionados en el proceso de producción de melón, específicamente para la empresa en donde se desarrolló la práctica

En un cuadro, se describieron las consecuencias que tiene o puede tener sobre el sistema productivo, el no alcanzar los Factores Críticos para el Éxito escogidos.

3.13. Elaboración de las herramientas de recolección de información en el campo

Se elaboraron las herramientas de recolección de la información en cuanto al cumplimiento de los procedimientos de documentación. Estas herramientas son básicamente los formularios que se llevan al campo para recolectar la información, la cual posteriormente será procesada e interpretada. Las herramientas se hicieron para cada lote y de tal forma que se pudiera utilizar durante todo el ciclo del cultivo en dicho lote o

finca. Además, se siguieron los procedimientos de documentación de la empresa, basadas en su certificación, en cuanto a la forma y el contenido de cualquier documento de la empresa.

3.14. Elaboración de las hojas electrónicas para el uso y manejo de la información

Se elaboraron hojas electrónicas tipo Excel, las cuales facilitan el uso e interpretación de la información a través de varios formatos como cuadros, gráficos, figuras, mapas, entre otros.

3.15. Definición del flujo interno de la información

Como paso siguiente, se definió en forma conjunta, con la gerencia general, de producción y administrativa, el flujo de la información y de la toma de decisiones, así como la logística de manejo de documentos y los procedimientos de custodia de la información.

3.16. Diseño del Sistema de Información Técnica (SITEC)

Ya determinado el flujo de la información, se procedió a diseñar el sistema de información técnica, por medio del "software" llamado FileMaker®. El diseño se hizo con base en las necesidades, exigencias y cultura de la empresa, de manera que se acoplara realmente y de la mejor manera al funcionamiento diario de la empresa durante la temporada de producción.

3.17. Entrenamiento y capacitación del personal a nivel de gerencia y mandos medios

Una vez diseñado el sistema, se entrenó al personal, a los mandos medios y a la gerencia sobre cómo utilizarlo. Se hicieron charlas y sesiones demostrativas con ejemplos y casos reales en la empresa para que ellos se familiarizaran con el uso del sistema y para aclarar posibles dudas.

3.18. Implementación del Sistema de Información Técnica (SITEC)

Posterior al entrenamiento, se procedió a implementar el sistema en la empresa de manera simultánea al inicio de las siembras, con base en datos e información real tomada de las fincas y de acuerdo a las edades y por ende necesidades de cada uno de los lotes.

3.19. Definición de la dinámica de decisiones

Se definió la dinámica de la toma de decisiones por parte del Consejo Técnico y de la Gerencia Administrativa con el objetivo de aprovechar al máximo las ventajas que proporciona el sistema y mejorar el desempeño del cultivo.

3.20. Observación de operaciones, realización de ajustes y determinación de la efectividad, limitantes y viabilidad del SITEC

Se hicieron, mediante entrevistas, apreciaciones de la operación del sistema en la empresa, e introdujeron los ajustes necesarios para mejorar su funcionamiento y determinar la efectividad, limitantes, utilidades y posibles mejoras del sistema.

4. Resultados y Discusión

4.1. Descripción de los procesos y subprocesos que componen la producción de melón

Según Durán y Mora (2004), lo importante y esencial en el proceso productivo de cualquier actividad agrícola, radica en garantizar la consistencia de su calidad. Es necesario estandarizar los métodos y procesos de producción mediante la capacitación del recurso humano y técnicas que garanticen el grado de compromiso necesario por parte de ellos para lograr las metas de calidad de la empresa, apoyándose en el uso de manuales de producción y sistemas de gestión y control de la calidad interna que permitan cumplir las normas del producto exportado

Para lograr lo mencionado anteriormente, es necesario implementar en el proceso de producción el concepto de "cliente interno". Entendemos por cliente interno, toda aquella persona responsable de un proceso parcial o subproceso. Es por esto que

la empresa debe lograr el máximo rendimiento de los recursos disponibles para que de esta forma, logre maximizar todos los procesos productivos (Ruiz-Canela 2004). Es como una competencia interna de la empresa. Ella compite contra sí misma, en el buen sentido de la palabra (Durán 2008)⁴.

Según Ruiz-Canela (2004), la competencia interna o la satisfacción del cliente interno, se logra a través de requisitos de entrada y de salida de cada subproceso, los cuales tienen una norma interna de calidad, que si no la cumple, no es posible que un proceso avance al siguiente sub-proceso. Para ello, es indispensable que haya control de operaciones o control de la calidad de los procesos internos. Para lograrlo, se necesita contar con información acerca del desempeño de un proceso interno, al igual que manuales que permitan describir cada proceso específico.

⁴ *Alfredo Durán. Comunicación personal. Universidad de Costa Rica. Febrero 2008.

A continuación se presentan todos los procesos necesarios para la producción de melón según la empresa en donde se desarrollo la práctica, su descripción detallada y el Requerimiento Técnico de la Empresa para cada uno de ellos.

4.1.1. Negociación con los clientes

Se negocia con los clientes la cantidad, calidad, variedad y tamaño del producto previo a la planificación de la temporada. Se negocia la cantidad de cajas de cada variedad que se le enviará a cada cliente, así como su tamaño, es decir, cuántas cajas de cada calibre, su peso total y en que fecha se van a entregar.

Requerimiento de salida: La negociación debe ser clara para poder planificar la temporada y tomar decisiones con base en dicha negociación. Debe existir un documento, llámese contrato, que especifique e indique el precio de compra del producto, la logística de entrega, cuáles son los pedidos negociados, es decir, conocer los requisitos como variedades, cantidad y calidad y proporción de calibres de fruta y la fecha de entrega. El cliente y

el proveedor deben de tener muy claros y uniformes los términos que negociaron.

4.1.2. Planificación del empaque

Una vez negociado con los clientes la cantidad de fruta y de cada calibre que desean, se planifica la cantidad de cajas que hay que tener de cada marca o para cada cliente específico en cada semana, al igual que los materiales y suministros necesarios para el proceso.

Requerimiento de salida: Descripción de cada tipo de insumo y la cantidad requerida para la fecha de cosecha. La planificación y logística de este proceso deben quedar claramente definida en dicho documento e ir acorde con las exigencias de volumen de fruta para cada fecha de empaque y según los requisitos y exigencias de la empresa certificadora.

4.1.3. Planificación del transporte

El transporte es un proceso que está ligado con el proceso de empaque, por lo que la planificación de ambos debe de ser

integral, porque el transporte depende del empaque. Se planifica la cantidad de contenedores que se necesitan por día para cada naviera, dependiendo de la cantidad de tarimas empacadas y de la fecha de entrega a los clientes, ya que esta planificación debe coincidir con la salida de los barcos del puerto para cumplir con los volúmenes y fecha de entrega en el punto de desembarque establecido en la negociación con los clientes.

Requerimiento de salida: Debe existir un documento escrito que indique y asegure que la planificación de transporte coincide con la planificación hecha para el empaque. Este debe contener las fechas de entrega, el volumen de fruta para cada fecha, cantidades de cajas por variedad y por calibre, y con base en esta información se especificar la cantidad y tipo de contenedor así como la naviera a la que pertenece y la fecha en que deben llegar a la planta de empaque. La salida de los contenedores debe programarse y realizarse con el tiempo necesario para que lleguen al puerto en el día y la hora de la salida del barco establecida por la naviera. Por lo tanto, esta información no sólo debe de coincidir con los requisitos específicos del mercado y fechas de entrega del

producto en el mismo, sino también con la planificación de las siembras, de la cosecha y del empaque.

4.1.4. Planificación de suministros

En este proceso se planea la fecha de disponibilidad, la cantidad, fin y tipo de insumo, a saber, equipo y maquinaria, recurso humano, materiales y suministros de todo tipo y dinero, que se va a utilizar durante todas las etapas del proceso productivo de melón, desde la preparación de los terrenos hasta el empaque y almacenamiento de la fruta.

Requerimiento de salida: Debe existir un documento (lista de verificación) que indique que la planificación de suministros coincide con las fechas y cantidades de todos los tipos de insumos necesarios según la planificación de siembras, empaque y transporte. Es importante también que el departamento de bodega tenga un suministro extra de insumos por si existe algún imprevisto, el cual también debe preverse en esta etapa.

4.1.5. Planificación de siembras

De la negociación con los clientes surge la información necesaria para planificar las siembras. Esta planificación se hace con base en la duración del ciclo del melón y de las fechas de entrega negociadas anteriormente con cada cliente. Se planifica cuándo se siembra cada lote o finca, la cantidad de área a sembrar diaria o semanalmente y la distribución de variedades y calibres. Posteriormente, se planifican y calendarizan todas las actividades del proceso productivo.

Requerimiento de salida: Debe existir un documento que indique que la planificación de las siembras satisface las necesidades y exigencias del mercado, según lo establecido en el proceso de negociación. Debe considerarse el clima y el tipo de suelo con el objetivo de determinar la duración del ciclo en los distintos lotes, coincidir con las fechas y volumen de entrega para cada cliente en el momento establecido. Además, deben contemplarse los requerimientos de cada variedad, la relación entre el calibre de fruta y la textura del suelo y la disponibilidad de agua en el lote o finca.

4.1.6. Preparación de suelo

Se realiza la preparación de los suelos por medio del equipo necesario como rastra, rotador, entre otros, con el objetivo de romper el suelo y "suavizarlo" (entiéndase por suavizarlo como romper los terrones y la estructura del suelo) para favorecer el desarrollo radical.

Requerimiento de salida: El terreno debe quedar bien suelto, suave y sin terrones grandes para facilitar el encamado, la germinación y el desarrollo radical y con ello permitir un adecuado crecimiento.

4.1.7. Encamado

Se utiliza una "encamadora" para preparar las camas o lomillos en donde se van a sembrar las plantas.

Requerimiento de salida: Preparación adecuada de la cama, con una altura de 20 centímetros para permitir el drenaje del agua y un ancho de un (1) metro para que el plástico quede bien colocado.

3.1.8. Emplastado e instalación de las cintas de riego

Por medio de un acople especial al tractor, se coloca el plástico y las cintas de riego en las camas de siembra, con el objetivo de poder realizar tanto el riego como la fertilización por medio de las cintas y para evitar la emergencia de malezas, calentar el suelo y proteger el fruto.

Requerimiento de salida: Las cintas deben quedar en el centro de la cama de manera que se garantice una distribución uniforme el agua y del fertilizante. El plástico, por su parte, debe de estar bien cubierto por suelo en los extremos, para evitar que el viento lo levante y tape las plantas. Para lograrlo, el plástico debe quedar en totalmente en contacto con el suelo y muy tenso.

4.1.9 Desinfección de las camas

A través del sistema de riego se aplica un fumigante para desinfectar las camas de siembra y así disminuir problemas debido a patógenos, insectos y malezas.

Requerimiento de salida: Debe lograrse una cobertura del fumigante del 100%. Por ende la aplicación debe ser uniforme, para asegurarse así que a todos los puntos de siembra les haya llegado el producto en las cantidades adecuadas y que las plantas están protegidas contra las plagas, enfermedades y malezas.

4.1.10. Producción de Almacigo

La producción de los almacigos se realiza en un invernadero. Se siembran las semillas en bandejas de 100-120 plantas y se les suministra la humedad necesaria para su germinación y desarrollo. Esta etapa dura de 8-10 días.

Requerimiento de salida: Debe haber una germinación de un 95% o más y un crecimiento uniforme, plantas sanas, con un grosor de tallo de unos 3 mm de diámetro, color verde intenso, con tres hojas cotiledonares bien formadas y que las plantas sembradas sean uniformes entre sí en cuanto a tamaño.

4.1.11. Siembra

Se siembran las semillas o la plántula de transplante del almácigo en las camas cada 25cm.

Requerimiento de salida: La siembra directa debe ser a una profundidad de dos centímetros (2 cm) para facilitar la germinación y emergencia de las plantas garantizar su desarrollo acelerado. Las plantas deben quedar distanciadas de la cinta de riego y descubiertas para que puedan recibir la luz. El transplante debe ser de plantas de excelente calidad, a saber: con un grosor de tallo de unos tres milímetros (3 mm), uniformes, color verde intenso, con dos (2) hojas cotiledonares y una (1) hoja verdadera bien formadas y sanas.

4.1.12. Conteo de plantas

Una vez realizada la siembra, se realiza un conteo o inventario de la cantidad de plantas muertas con el fin de preparar los almácigos para la re-siembra. De lo contrario, puede darse el caso que falten plantas o que sobren muchas de ellas.

Requerimiento de salida: El método de muestreo y conteo debe ser representativo de la situación real del lote para planificar la resiembra con exactitud. Los resultados deben de ir en un reporte escrito que informe del porcentaje de pérdida de plantas en el lote.

4.1.13. Resiembra

En los puntos en donde hubo muerte de plantas, se realiza lo que se conoce como resiembra. Se utilizan plantas de almácigo pre-germinadas y se realiza una o dos semanas después de la siembra.

Requerimiento de salida: La norma de salida del proceso es la misma que la del transplante.

4.1.14. Agrivelo

Se coloca el agrivelo sobre las plantas después de que hayan germinado o inmediatamente después del transplante. El agrivelo es una "tela" protectora, blanca que permite el paso de la luz y

cumple la función de proteger a las plantas contra el ataque de insectos durante los primeros 30 días del cultivo.

Requerimiento de salida: Hay que ser muy estrictos con los momentos en que se pone agrivelo, ya que de no ser así se corre el riesgo de un ataque temprano de virus. Por esta razón es que se debe de colocar una vez que la planta ha emergido. Debe quedar bien sujeto en los extremos con suelo, para evitar que el viento lo levante. El agrivelo debe estar completamente limpio, sin tierra, polvo o residuos de plantas y en buenas condiciones para facilitar el paso de la luz y evitar la transmisión de plagas o enfermedades de un lote a otro.

4.1.15. Plan de riego

Se riegan las plantas por medio del sistema de riego y de las cintas de goteo. Se realiza una planificación del número de turnos de riego de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y luego, durante la cosecha, se planifica de acuerdo al tamaño de fruta y expectativas del mercado. El agua es tomada de un pozo por medio de una bomba e inyectada al sistema. Las camas se riegan

o humedecen tanto antes como después de la siembra o trasplante de las plantas.

Requerimiento de salida: Todas las plantas de un lote deben recibir la misma cantidad de agua, por lo tanto la distribución en las cintas, en las camas y en el lote debe ser uniforme. Todos los goteros deben descargar la misma cantidad de agua para asegurarse que haya una distribución uniforme del líquido a las plantas, lo cual se logra midiendo la descarga de los goteros en distintos puntos del lote, utilizando vasos plásticos debajo de los goteros evaluados con el fin de cuantificar su descarga y determinar si hay que tomar o no medidas correctivas.

4.1.16. Planificación de la nutrición

La planificación de la nutrición se hace con base en datos de extracción obtenidos en temporadas anteriores para las distintas variedades, análisis de suelos de los lotes, fenología y necesidades nutricionales del cultivo según su edad y con base en los calibres y cantidad de fruta negociada con el cliente. Con toda esta información se planifica la cantidad de fertilizante a aplicar por

lote y por semana, al igual que las fuentes que se deben utilizar en cada uno de ellos.

Requerimiento de salida: Debe existir un documento escrito que garantice la coincidencia de esta planificación con la planificación de siembra y necesidades del cultivo según las proporciones de calibres y variedades negociadas, además de que éste debe contemplar y formularse de acuerdo a las necesidades específicas de cada lote, variedad y calibre de fruta, según la información obtenida y utilizada a partir de los análisis de suelos, foliares y extracciones realizados en temporadas anteriores. El documento debe detallar la cantidad de kilogramos de cada fuente de fertilizante necesaria para cada fecha de fertilización.

4.1.17. Fertilización

Se inyecta el fertilizante al sistema de riego, y por medio de las cintas de riego o cintas de goteo, éste llega a las plantas.

Requerimiento de salida: Debe existir uniformidad de la cobertura del fertilizante, es decir, a todas las plantas les debe llegar la misma cantidad de fertilizante para garantizar su

adecuado y uniforme desarrollo. La fertilización debe suplir las necesidades nutricionales de las plantas de acuerdo a la planificación. La concentración de la solución en el gotero debe ser igual a la suma de la salinidad que cada fertilizante inyectado al sistema y debe ser la prevista por el documento de planificación de la nutrición.

4.1.18. Quitar agrivelo

El agrivelo se remueve cuando las plantas florecen, alrededor de un mes de edad, para que sigan su desarrollo y crecimiento sin dificultad.

Requerimiento de salida: El momento en que se debe quitar el agrivelo es cuando inicia el estado de floración de las plantas, por lo general esto se da a un mes de sembrado o transplantado el almácigo. Hacerlo con el mayor cuidado posible para evitar daños mecánicos en las plantas.

4.1.19. Introducción de las colmenas de abejas

Las abejas son las encargadas de polinizar las plantas, por lo que las colmenas se ponen en el campo cuando las plantas empiezan a florear. Estas colmenas se colocan en los alrededores de la plantación y se retiran una vez que haya terminado el proceso de floración e inicie el de fructificación.

Requerimiento de salida: Las colmenas deben estar distribuidas uniformemente alrededor y dentro de la plantación. Estas deben estar distanciadas entre sí de forma tal que las abejas no tengan que volar más de ciento veinte metros (120 m) para que las plantas sean polinizadas. Deben tener fuentes de agua disponibles a no más de 120 metros de distancia de la colmena. Se deben colocar como mínimo, una colmena por hectárea.

4.1.20. Monitoreo de plagas y enfermedades

El monitoreo de plagas y enfermedades comienza una vez que el cultivo se ha establecido. Se realiza al menos una vez por semana en cada lote sembrado. Se seleccionan 20 puntos de muestreo de tal forma que representen toda el área del lote. Se muestrea la

presencia de: áfidos, ácaros, minador, mosca blanca, lepidópteros, virus, mildiu polvoso y mildiu veloso.

Requerimiento de salida: Debe obtenerse un dato semanal de incidencia y severidad en todos los lotes y en cada uno de los 20 puntos de muestreo, para conocer realmente cual es su estado fitosanitario. Como norma de salida debe escribirse un reporte semanal que indique incidencia y severidad de cada plaga o enfermedad, la situación actual de los lotes con respecto a las plagas y enfermedades, su evolución con respecto a las semanas anteriores y ubicación espacial de la plaga o enfermedad en el lote. En el caso de las plagas, debe indicarse el estado de desarrollo juvenil en que se encuentra.

4.1.21. Planificación de la protección del cultivo

La planificación de la protección del cultivo se hace con base en la lista de agroquímicos autorizados por cada país y por cada cliente, así como también respetando el período de carencia de cada uno de ellos. Se planifica además, debido a que no todas las plagas y enfermedades están presentes durante todo el ciclo del cultivo,

con base en su fenología y edad. También, es importante realizar un estudio sobre el historial de cada lote, con el objetivo de identificar los principales patógenos y el momento más crítico de ataque.

Requerimiento de salida: Debe existir un documento que garantice el cumplimiento de las normas establecidas por el mercado en cuanto al uso de los agroquímicos: autorización por el mercado y período de carencia. Además, dicho documento debe coincidir con los problemas patológicos y entomológicos previstos según la fenología y edad del cultivo y por ende, debe coincidir con la planificación de las siembras y de los suministros. También, dicho documento debe cumplir con las exigencias de la legislación nacional.

4.1.22. Aplicación de plaguicidas y abonos foliares

A través de un "spray-boom" movilizado por el tractor, se realizaron las aplicaciones de productos de tipo foliar de acuerdo a la planificación elaborada con base en el resultado del monitoreo.

Requerimiento de salida: La cobertura debe ser del 100% del área foliar y cumpliendo con los estándares establecidos por la empresa y las casa productoras de agroquímicos, en cuanto a número de gotas por pulgada cuadrada de hoja para cada tipo de plaguicida. Depende también del objetivo de la aplicación y del tipo de producto aplicado.

4.1.23. Pronóstico de cosecha

Se seleccionan 75 puntos de muestreo al azar en el lote, y en cada punto se marcan dos (2) metros lineales de cama y se cuentan el número de frutos en ese metro y el calibre de cada uno.

Requerimiento de salida: Debe realizarse un reporte escrito preciso que informe a la gerencia las cantidades y calibres de fruta que van a salir de cada lote con el fin de planificar los procesos e insumos en la planta de empaque.

4.1.24. Pronóstico de punto de corte

Se llega a punto de cosecha de cada variedad por medio de la utilización de un refractómetro de mano para medir los grados

brix. Se muestrean frutos de cada lote y con base en los datos obtenidos del porcentaje de sólidos solubles y la característica de cada variedad se decide cuándo se cosecha el lote.

Requerimiento de salida: La información obtenida se utiliza para la formulación de un reporte escrito representativo, preciso y exacto que informe a la gerencia el estado de madurez y fecha de cosecha de los lotes.

4.1.25. Cosecha

El fruto con el tamaño y madurez deseada es cosechado de la planta y agrupado en las entre-calles de las camas para que luego sea colocado en carretas forradas con espuma, las cuales son las encargadas de llevarlo a la planta de empaque.

Requerimiento de salida: La fruta cosechada y cargada debe ser manipulada con mucho cuidado para evitar daños mecánicos y se debe cosechar únicamente frutos que tengan la calidad de exportación. En el campo no deben quedar frutos sin cosechar ni frutas que cumplan con las normas de cosecha.

4.1.26. Control de agua con cloro

Se evalúa periódicamente la concentración de cloro en la pila de lavado de la fruta. Para determinar la concentración de cloro, se toman muestras de agua y se evalúa la concentración en partes por millón utilizando un instrumento que determina la concentración del cloro en el agua, y según los valores obtenidos, el instrumento dosifica cuando la concentración ha bajado del ámbito permitido.

Requerimiento de salida: La concentración de cloro debe ser la óptima todo el tiempo mientras se esté realizando el empaque, para garantizar la inocuidad de la fruta. En este proceso se realiza un reporte escrito el cual informa cada hora a la gerencia y al personal encargado acerca de la situación del agua durante el proceso de empaque.

4.1.27. Selección

Hay personas encargadas de seleccionar la fruta al inicio del proceso de empaque. Se descarta la fruta muy pequeña, muy grande, con gusano, con virus, con vejiga, deforme, verde, golpe

fresco, sucio, con quemadura de sol, maduro, herida de corte, pedúnculo pequeño y daño mecánico.

Requerimiento de salida: Todos los frutos seleccionados deben cumplir con los estándares de calidad establecidos por la empresa y los clientes.

4.1.28. Tratamiento post-cosecha con fungicidas

El tratamiento con fungicidas se realiza en dos etapas del proceso de empaque, antes de la selección de fruta, es decir, después del lavado con el cloro y una vez empacadas las frutas. Esta última aplicación se realiza en el corte de pedúnculo y recibe el nombre de "cubrecorte".

Requerimiento de salida: En la primera aplicación cubrir la totalidad de la fruta con el producto con el fin de asegurar una mayor eficiencia del producto. En la segunda aplicación, cubrir la totalidad del corte de pedúnculo, con el fin de evitar la entrada de patógenos durante el transporte.

4.1.29. Segunda selección más empaque

Las frutas pasan por la banda transportadora en donde se realiza un control de calidad y se seleccionan según su calibre y calidad. Posteriormente, la fruta es empacada en cajas según su calibre y las exigencias del cliente. Una vez empacadas, se le pone una etiqueta con la marca y la empresa de donde proviene, y por último dichas cajas se colocan en "paletas", las cuales son almacenadas en la cámara fría para transportarlas posteriormente a los contenedores.

Requerimiento de salida: Del proceso de selección de frutos, deben de seleccionarse únicamente aquellos que cuenten con las características y exigencias de calidad del mercado de exportación. Es importante evitar desechar frutos con las características necesarias y exigidas por el mercado en el momento de la negociación (ver punto 4.1.1). Manipular la fruta de tal forma que los operarios no ocasionen daños mecánicos y colocar las cajas adecuadamente para evitar problemas con las paletas y el transporte.

4.1.30. Control de calidad

Antes de paletizar se toman cajas al azar de acuerdo al sistema de muestreo determinado por la empresa y a cada una de las frutas en las cajas se les mide el peso, los grados brix, grosor y dureza de pulpa utilizando distintos instrumentos que determinan dichas características. También se evalúa el peso en kilogramos de las cajas según su calibre.

Requerimiento de salida: El control debe hacerse con base en los estándares de calidad de la empresa y de los clientes a los cuales se les va a enviar la fruta. Las cajas deben seleccionarse con una frecuencia tal que garantice la representatividad del lote que se está empacando. Se escribe un reporte que sea representativo, exacto y preciso, el cual deja en evidencia el estado de la fruta empacada, y le permite a la gerencia y a los encargados decidir, según el reporte, si se envía o no al exterior.

4.1.31. Paletizado e identificación

Una vez empacadas las cajas, se procede a colocarlas en paletas, las cuales tienen un tamaño del ancho de las tarimas y del alto de los contenedores. Cada paleta está identificada dependiendo del calibre de las cajas que contiene y de acuerdo a los requerimientos y especificaciones del cliente y del país destino.

Requerimiento de salida: Las paletas deben quedar bien firmes y seguras para evitar que se desarmen en el transporte. La identificación de los calibres y especificaciones de los clientes deben quedar visibles tanto en las cajas como en las paletas y de acuerdo a los requisitos de cada país.

4.1.32. Carga y almacenamiento

Las paletas se cargan y se almacenan en la cámara fría hasta ser empacadas en los contenedores y transportadas al puerto.

Requerimiento de salida: Se deben almacenar únicamente las paletas que hayan pasado el control de calidad en cuanto a paletización y empaque se refiere. La distribución en la cámara

fría debe ser tal que facilite la carga de los contenedores según el pedido de los clientes.

4.2 Definición de los procesos de producción de melón y del Factor Crítico para el Éxito (FCE), el requerimiento técnico según la empresa, el Punto Crítico (PC) y la Forma de Control (FC) de cada uno de ellos:

En el siguiente cuadro (cuadro1), se presenta para cada actividad o proceso involucrado en el proceso productivo de melón, su requerimiento técnico según la empresa, su factor crítico para el éxito, su punto crítico y su forma de control.

El requerimiento técnico de cada uno de los procesos, se definió según los manuales y procedimientos de trabajo de la empresa para cada uno de ellos. En el caso que no existiera un requerimiento o manuales de producción claramente definidos para un proceso específico, se crearon en conjunto con el departamento técnico.

Igualmente se definieron los factores críticos para el éxito de cada uno de los procesos. Como su nombre lo dice, los FCE son los factores o necesidades indispensables para que un proceso sea exitoso y cumpla con los requerimientos para poder aceptarlo como finalizado y seguir con el siguiente proceso o actividad.

El punto crítico se refiere al momento en que se debe evaluar el proceso, mientras que la forma de control se refiere al método de evaluación específica de cada uno de los procesos productivos.

Cuadro 1. Factores críticos para el éxito, norma técnica, punto crítico y forma de control de los procesos o actividades para la producción de melón para exportación. Costa Rica 2008.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Negociación con los clientes	Detallar con un documento que indica cuál es la proporción de frutas de cada calibre y las fechas de entrega.	Que la negociación sea clara, precisa y entendida igualmente por ambas partes.	En el momento de la negociación debe de existir uniformidad de criterios entre productor y cliente.	Confrontar los términos de la negociación con los clientes para asegurarse de que ambas partes coinciden con lo establecido en la negociación.
Planificación del Empaque	Debe existir un documento que garantice que todos los elementos de entrada del proceso van a estar 100% disponibles y la planificación y logística de este proceso deben quedar claramente definidos e ir acorde con las exigencias de volumen de fruta para cada fecha de empaque.	Que los suministros e insumos necesarios estén al día y disponibles para el empaque esperado de cada día.	En el momento de planificar siembras, ya que esto determina los momentos de cosecha y empaque de los distintos lotes y por ende los volúmenes de empaque	Confrontar la planificación de empaque coincide con el plan de siembra y la negociación con los clientes.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Planificación Entradas	Debe existir un documento que indica que la planificación de entradas coincide con las fechas y cantidades de insumos, recurso humano, materiales, suministros, etc. necesarios según la planificación de siembras, empaque y transporte. Contemplar también un plan de imprevistos.	Poder garantizar disponibilidad a tiempo para cada lote de todos los insumos necesarios para la producción. Que los insumos sean de la mejor calidad	La planificación de siembra determina el tipo y cantidad de suministro necesario diaria o semanalmente durante la temporada de producción	Confrontar la coincidencia entre las cantidades y fechas de entrega de los suministros con el plan de siembra, empaque y transporte.
Planificación siembra	Debe existir un documento que indique que la planificación de las siembras satisface las exigencias del mercado, según lo establecido en la negociación. Se deben considerar todos los factores que influyan en la duración del ciclo en cada lote y coincidir con las fechas y volumen de entrega para cada cliente.	Poder garantizar que existan los insumos (entre ellos semilla y almácigo) y el personal necesarios y a tiempo para el poder realizar el proceso adecuadamente	La negociación con los clientes, ya que esta determina todas las fechas de entrega, además del volumen, variedad, calibres y calidad en cada una de ellas.	Confrontar que el plan de siembra depende y debe de coincidir con lo negociado por los clientes, en cuanto a fechas y cantidades de entrega por calibre se refiere.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Preparación de terrenos	El terreno debe quedar bien suelto, suave y sin terrones grandes para facilitar la germinación y el desarrollo radical y por ende permitir un adecuado crecimiento.	Que el suelo quede bien suelto y suave.	Antes de finalizada la labor en los lotes respectivos.	Se realiza una evaluación visual del terreno para determinar si el suelo está bien "suelto" o si hace falta otra pasada de rastra o rotador*.
Encamado	Excelente preparación de la cama, con la altura adecuada para permitir el drenaje del agua y el ancho suficiente para que el plástico quede bien colocado.	Camas con la altura y el ancho necesario para una siembra adecuada	Antes de finalizada la labor evaluar las camas.	Se realiza una evaluación visual del estado de las camas de siembra para determinar si cumplen con los requisitos necesarios.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Emplasticado y cintas	Las cintas deben quedar en el centro de la cama de manera que se garantice una distribución uniforme del agua y del fertilizante en las mismas. El plástico debe estar muy bien cubierto por suelo en los extremos, para evitar que el viento lo levante y tape las plantas. Debe quedar en contacto con el suelo y muy tenso.	Que el plástico cubra la totalidad de la cama y que quede "prensado" por el suelo. Las cintas deben de quedar centradas en la cama para asegurar uniformidad	Momento de colocación de las mangueras de ferti-riego y del plástico.	Se realiza una evaluación visual de las camas para determinar la efectividad del emplasticado, al igual que de la forma como se pusieron las cintas.
Desinfección	Debe lograrse una cobertura del fumigante del 100%.	Que el producto se distribuya de forma uniforme en las camas para asegurar su efectividad, al igual que la aplicación se haga a tiempo para evitar problemas por intoxicación o falta de efectividad del mismo	La evaluación del funcionamiento del sistema de riego se realiza previo a la inyección del producto y la proporción de la mezcla se realiza en el momento de inyección al sistema.	Se realiza una evaluación visual del sistema de riego y de las cintas de goteo para asegurarse que el producto se distribuya uniformemente en las camas y en las cantidades adecuadas. Además se realiza una evaluación de la proporción de la mezcla y del momento de inyección en el sistema de riego.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Producción de almácigo	Germinación de un 95% o más y un crecimiento uniforme, con un grosor de tallo de unos 3mm de diámetro, color verde intenso, con tres hojas cotiledonares bien formadas y que las plantas sembradas sean uniformes entre sí en cuanto a tamaño.	Almácigo de excelente calidad y uniforme según especificaciones.	Evaluación del almácigo antes de salir del invernadero hacia el campo para el trasplante.	Se realiza una evaluación de la uniformidad del almácigo, del grosor del tallo y color de las plantas con el objetivo de desechar toda planta que no cumpla con los requisitos
Siembra	La siembra directa debe ser a una profundidad de 2cm. El trasplante debe ser de plantas que cumplan las especificaciones anteriores. La profundidad de trasplante debe ser de 2cm para garantizar un desarrollo acelerado de las plantas, las cuales deben quedar distanciadas a la cinta de riego y descubiertas para que puedan recibir la luz.	Que la semilla se ponga a la profundidad adecuada para su germinación, al igual que la plántula.	Control de cómo es está realizando la labor durante la labor misma. Evaluar la forma como los empleados realizan dicha labor.	Se evalúan periódicamente durante el proceso 5 puntos distintos de las camas, removiendo el suelo para determinar si la siembra se hizo adecuadamente**.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Conteo de plantas	Los resultados deben de ir en un reporte escrito que informe del porcentaje de pérdida de plantas en los lotes.	Garantizar una población del 97%.	Conteo representativo del lote una vez que la semilla ha germinado y las plantas han emergido.	Realizar un conteo de la pérdida de plantas en los lotes, la cual no debe de ser mayor 3%.
Transplante ó re-siembra	La norma de salida del proceso es la misma que la del transplante.	Que el transplante del almácigo no sea muy profundo ni muy superficial y que no esté en contacto con las cintas de riego	Control visual de los trabajadores cuando realizan la labor durante la labor misma.	Se evalúan periódicamente 5 puntos distintos de las camas. Se remueve el suelo para asegurarse que la siembra se hizo correctamente**.
Agravelo	Se debe colocar una vez que la planta ha emergido. Bien sujeto en los extremos con suelo, para evitar que el viento lo levante. Limpio, sin tierra, polvo o residuos de plantas y en buenas condiciones.	Cubrir la totalidad de las plantas con agravelo después del transplante o germinación para evitar la infección por virus.	La labor debe de realizarse una vez que las plantas han emergido o inmediatamente después de realizado el transplante. Se controla cuando se está realizando y una vez terminada la labor.	Se realiza una evaluación visual en todas las camas de la forma en que se puso el agravelo, para asegurarse que éste cubra todas las plantas y evitar problemas provocados por el viento.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Plan de Riego	Todas las plantas deben recibir la misma cantidad de agua, por lo tanto la distribución en las cintas, en las camas y en el lote debe ser uniforme. Todos los goteros deben descargar la misma cantidad de agua.	Riego uniforme , adecuado y a tiempo para todas las plantas	Evaluación durante los distintos turnos de riego. Determinar fallas en goteros y mangueras al observar el estado hídrico (marchites) de las plantas.	Se realiza una evaluación visual de que todas las camas y todas las planta hayan recibido el riego adecuado. Se observa que ninguna de ellas esté marchita***.
Planificación de la Nutrición	Debe existir un documento que garantice la coincidencia de esta planificación con la de siembra y la de necesidades del cultivo según las proporciones de calibres y variedades negociados. Debe formularse de acuerdo a las necesidades de cada lote, variedad y calibre de fruta, según la información de los distintos análisis y extracciones para la planificación de la fertilización.	Que el planeamiento contemple todos los aspectos técnicos necesarios para la planificación de un plan de fertilización y que éste supla las necesidades nutricionales del cultivo en cada etapa fenológica.	Presentación del plan antes de siembra.	Por medio de los análisis de suelos y de extracción por calibre se controla que exista concordancia entre el plan de fertilización y las necesidades nutricionales del cultivo según su etapa fenológica.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Fertilización	Debe existir una uniformidad en la cobertura del fertilizante, el cual debe suplir las necesidades nutricionales del cultivo según su etapa fenológica. La concentración de la solución en el gotero debe ser igual a la suma de la salinidad de cada fertilizante aplicado.	Que el proceso de fertilización garantice una nutrición óptima según la fenología de las plantas	Medición de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva en el gotero durante los turnos de fertilización.	Se suman los valores de EC de los fertilizantes aplicados y a este valor se le suma la EC del agua para conocer la la EC teórica de la solución en el gotero.
Quitar Agrivelo	El momento que se debe quitar es cuando inicia el estado de floración de las plantas, a un mes de sembrado o transplantado el almácigo. Hacerlo con el mayor cuidado posible para evitar daños mecánicos.	Descubrir las plantas totalmente a la floración.	Controlar la labor visualmente durante el desarrollo de la misma.	Se realiza, según la edad de la planta una evaluación visual de las camas y todas las que están con flor deben estar sin agrivelo.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Introducción colmenas	Las colmenas deben estar distribuidas uniformemente en la plantación. Estas deben estar distanciadas entre sí de forma tal que las abejas no tengan que volar más de ciento veinte metros (120m) para que las plantas sean polinizadas. Debe haber fuente de agua para las abejas.	Que la introducción de las colmenas sea en el momento adecuado y que la distribución de las mismas sea tal que asegure una polinización uniforme y masiva.	Distribución uniforme y a tiempo de las colmenas en el lote una vez iniciado el estado de floración.	Asegurarse visualmente que exista una distribución homogénea en el campo que garantice que las abejas no tendrán que volar más de 120mts para polinizar una planta, es decir, una (1) colmena por hectárea como mínimo.
Monitoreos	Debe obtenerse un dato semanal en todos los lotes Debe realizarse un reporte escrito semanal que indique la situación actual de los lotes evolución de los problemas fitosanitarios y ubicación espacial en el lote de las plagas y enfermedades.	El monitoreo debe representar la condición real y actual de la población de las plagas y enfermedades en el lote.	Realizarse una vez por semana y con una distribución tal que represente la condición actual y real de los lotes.	Supervisión de que se realice a tiempo y que la ruta en los lotes sea siempre la misma y que ésta sea representativa de la situación real del mismo.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Planificación de la protección del cultivo	Debe existir un documento que garantice el cumplimiento de las normas establecidas por el mercado en cuanto al uso de los agroquímicos. Además, dicho documento debe coincidir con los problemas patológicos según la fenología y edad del cultivo, por ende, debe de coincidir con la planificación de las siembras y de los insumos.	Que la plataforma de aplicación responda a las necesidades del cultivo según su edad y estado fenológico, al igual que a las exigencias del mercado.	En el momento de la planificación debe haber coincidencia de los productos autorizados por el mercado y los productos necesarios para un control efectivo de las posibles plagas y enfermedades según la edad del cultivo, con lo planificado.	Revisar que las exigencias del mercado en cuanto al uso de los agroquímicos y las necesidades del cultivo según su edad y estado fenológico, coincidan con la planificación y la plataforma de control de las plagas y las enfermedades.
Aplicaciones foliares	La cobertura debe ser del 100% del área foliar y cumpliendo con los estándares establecidos por cada tipo de plaguicida.	Que llegue la cantidad de producto adecuada a las plantas, al igual que en la forma y el momento adecuados	Control durante la aplicación.	Se colocan papeles hidrosensible en el envés de las hojas, sin que los aplicadores sepan, y después de realizada la aplicación se recogen y se evalúa la efectividad de la misma.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Pronóstico de cosecha	Debe realizarse un reporte escrito preciso que informe a la gerencia las proporciones de cada calibre de fruta que va a salir de cada lote con el fin de planificar los procesos e insumos en la planta de empaque.	Que el proceso sea representativo de las cantidades de cada calibre en el lote y que el dato sea tomado en el momento oportuno	Que se realice en el momento (2 semanas antes de cosecha).	Asegurarse que la cantidad y distribución de los puntos de toma de muestra representen la realidad del lote y que éstas sean tomadas con la anticipación necesaria.
Pronóstico punto corte	La información obtenida se utiliza para la formulación de un reporte escrito representativo, preciso y exacto que informe a la gerencia cada día del estado de madurez y fecha de cosecha de los lotes.	Que la información represente la condición real del lote en el momento adecuado (cada día).	Que se realice en el momento adecuado después de la fecha prevista según la fecha de siembra.	Asegurarse que la distribución de los puntos de muestra sean representativos y que ésta sea tomada en el momento adecuado con instrumentos previamente revisados y calibrados.
Cosecha	La fruta cosechada y cargada debe ser manipulada con mucho cuidado para evitar daños mecánicos y se deben cosechar únicamente frutos que tengan la calidad de exportación.	Que la fruta cuente con los estándares de calidad necesarios y establecidos. Contar con el personal necesario, carretas y tractores necesarios	El estado de madurez de las frutas. Explicarles claramente a los trabajadores cuál es la calidad de la fruta que se desea antes de iniciada la labor.	Realizar inspecciones visuales en el campo de la calidad de la fruta cosechada y del manejo mecánico que se le está dando.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Control agua de cloro	La concentración de cloro debe ser la óptima todo el tiempo mientras se esté realizando el empaque, para garantizar la inocuidad de la fruta. Se realiza un reporte escrito el cual informa acerca de la situación del agua durante el proceso de empaque.	Que la concentración de cloro en el agua de lavado esté entre el rango adecuado durante todo el tiempo que se esté empacando	Hacer las evaluaciones antes de iniciado y durante el proceso de empaque. Conocer previamente cual debe de ser la concentración de cloro en el agua.	Con un medidor de cloro, realizar mediciones periódicas del agua de lavado para asegurarse que el contenido del mismo sea el adecuado todo el tiempo y generar un reporte escrito para la gerencia.
Selección	Todos los frutos seleccionados deben cumplir con los estándares de calidad establecidos por la empresa y los clientes.	Seleccionar únicamente frutos que cumplan con la calidad y exigencias del cliente.	Realizar evaluaciones periódicas durante todo el proceso de empaque, tanto en el momento de selección como cuando se está empacando la fruta.	Realizar inspecciones visuales de la fruta rechazada y la empacada según los estándares de calidad establecidos.
Tratamiento post-cosecha	En la primera aplicación cubrir la totalidad de la fruta con el producto. En la segunda cubrir la totalidad del corte de pedúnculo.	Cubrir uniformemente las frutas con producto y en la concentración adecuada.	Evaluaciones periódicas durante todo el proceso de empaque en el momento en que se realizan las aplicaciones del fungicida.	Evaluar constantemente la concentración y estado del fungicida, así como la cobertura y uniformidad de la aplicación (visualmente).

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Segunda selección más empaque	Deben seleccionarse únicamente frutos que cuenten con las exigencias de calidad del mercado de exportación. Evitar desechar frutos con las características necesarias y exigidas por el mercado. Manipular la fruta de tal forma que no ocasione daños mecánicos, colocar las cajas adecuadamente para evitar problemas con las paletas y el transporte.	Seleccionar únicamente frutos que cumplan con la calidad y exigencias del cliente.	Realizar evaluaciones periódicas durante todo el proceso de empaque, tanto en el momento de selección como cuando se está empacando la fruta.	Evaluación visual del estado de las frutas rechazadas y empacadas, al igual que de la clasificación de las frutas según su calibre.
Control de calidad	Hacer el control basado en los estándares de calidad de la empresa y de los clientes. Las cajas evaluadas se seleccionan de tal forma que garantice la representatividad del lote empacado. Se realiza un reporte escrito que evidencie el estado de la fruta empacada, y así se toma la decisión si se	Verificar que realmente las cajas empacadas y prontas a ser enviadas cumplan con los estándares de calidad establecidos	Realizar evaluaciones de las cajas ya empacadas y paletizadas antes de almacenarlas en el cuarto frío.	Evaluación visual de la calidad de las cajas empacadas y de las paletas almacenadas.

Actividad	Requerimiento Técnico de la Empresa	FCE	Punto crítico	Forma de control
Paletización más identificación	Las paletas deben quedar bien firmes y seguras. La identificación de los calibres y especificaciones de los clientes deben quedar visibles tanto en las cajas como en las paletas y de acuerdo a los requisitos de cada país.	Colocar las cajas adecuadamente en las paletas y la identificación debe de estar visible y contener la información necesaria según lo establecido por los clientes y el país destino	Evaluar el proceso una vez que las cajas se hayan colocado en las paletas y estas estén listas para ser almacenadas.	Evaluación visual del estado de las paletas, de la forma en que se colocaron las cajas empacadas y de la claridad con que se observa las identificaciones.
Carga y almacenamiento	Se deben almacenar únicamente las paletas que hayan pasado el control de calidad en cuanto a paletización y empaque se refiere. La distribución en la cámara fría debe ser tal que facilite la carga de los contenedores según el pedido de los clientes.	Cargar y almacenar las paletas en orden y rápidamente	Contar con el espacio suficiente una vez finalizado el proceso de empaque.	Inspeccionar el orden y acomodo de las paletas en la cámara fría.

* En lo que respecta a la preparación del terreno, la evaluación se podría realizar por medio de aparatos especializados y tecnificados, sin embargo, como las extensiones de la finca son tan grandes, el control debe de hacerse de forma visual y basándose en la experiencia como criterio de decisión. Dependiendo del tipo de suelo, así será la rigurosidad con que se realice la evaluación.

** Debido a que una cama es sembrada por el mismo trabajador, no es necesario realizar evaluaciones en todas las camas. Lo importante es controlar a que el trabajador esté haciendo bien su labor, ya que si lo hace mal en una cama, muy probablemente lo realice mal en las otras que se le asigne. En este caso lo importante es que al trabajador le quede bien claro como debe de hacerse la labor, por lo que la evaluación es un poco exhaustiva al principio y un poco más ligera conforme se repita.

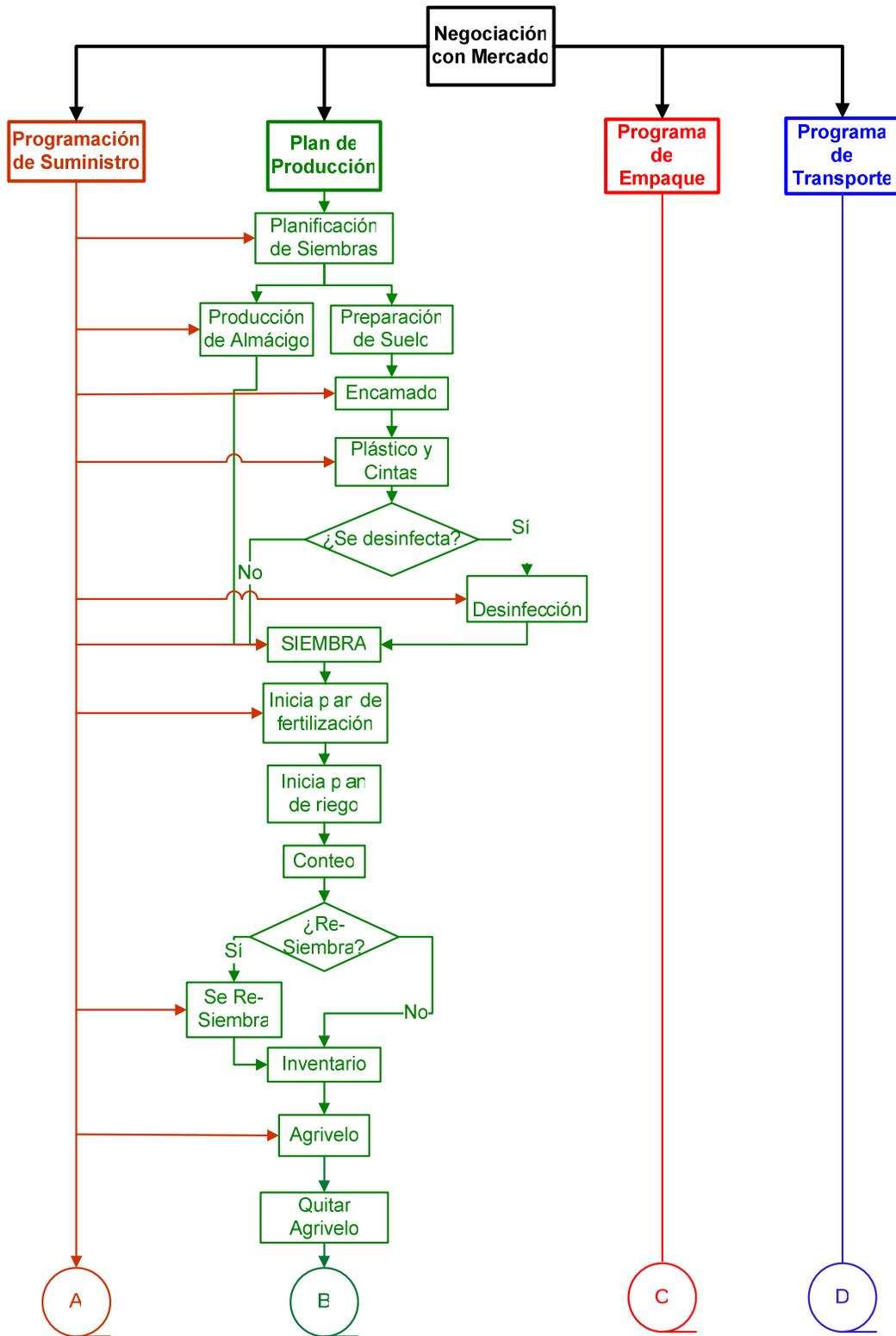
*** La evaluación del riego debe de hacerse de forma visual, debido a que la empresa cuenta con fincas y lotes que tienen extensiones sumamente grandes. El control visual es observar que se haya regado bien y que no haya plantas marchitas. No se le da tanta importancia al hecho que no haya exceso de agua en las camas, debido a que como se siembra en estación seca lo preocupante es que el suelo quede bien húmeda y que las plantas dispongan de una adecuada cantidad de agua y no lo contrario.

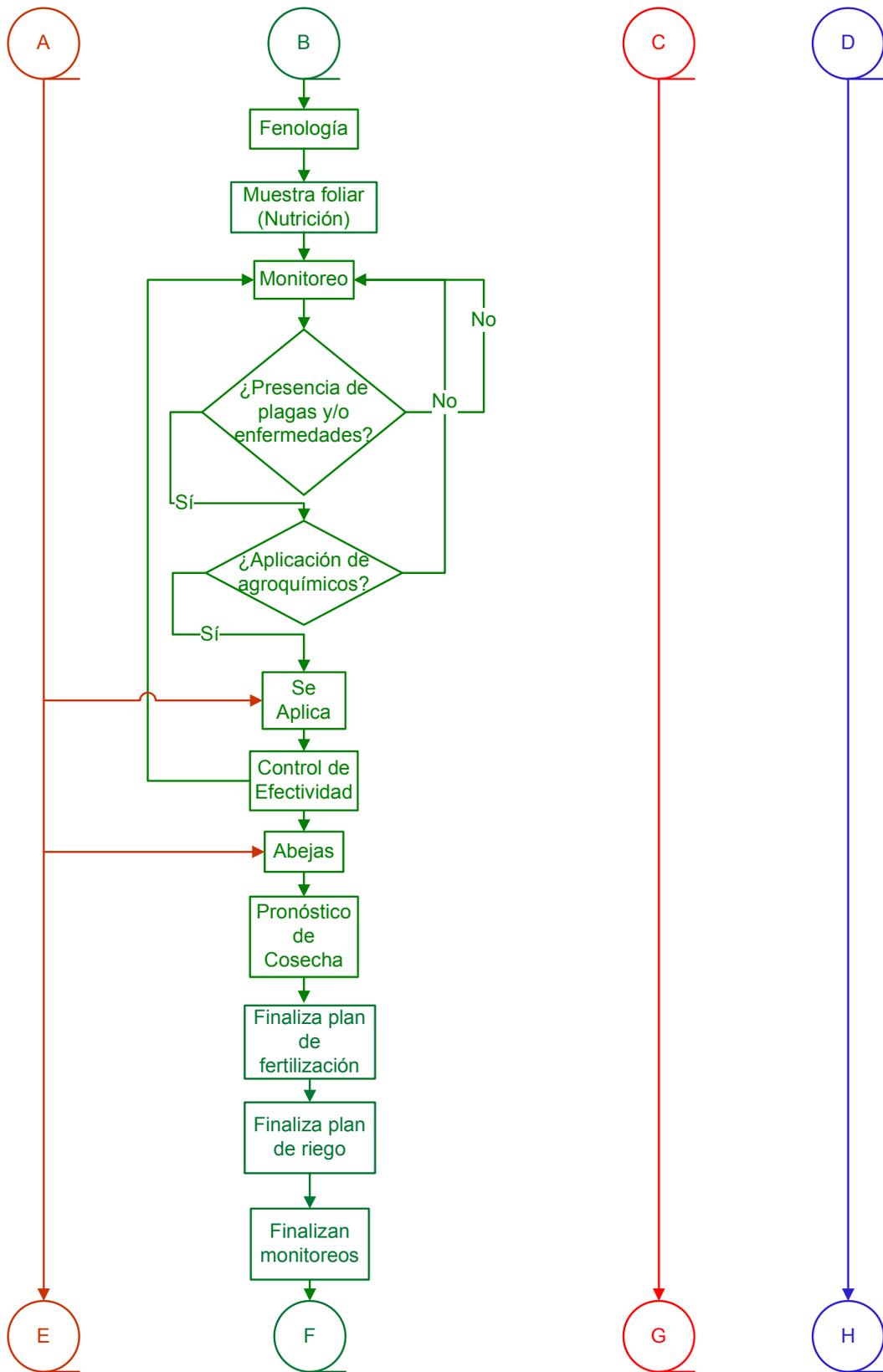
4.3. Diseño del diagrama de flujo de los procesos involucrados en la producción

El sistema de producción de melón y de cualquier otro producto agrícola e industrial, consta de distintos procesos que están relacionados y a veces son interdependientes entre sí, los cuales, en conjunto, permiten la creación de un producto final con ciertas características o normas de calidad específicas.

Este proceso productivo es en realidad un sistema de producción, ya que como todo sistema, todos los procesos y subprocesos están relacionados entre sí y cuando uno de ellos no se cumple o se realiza de una manera inadecuada, todo el sistema productivo se ve afectado. Además, cada uno de ellos, dentro del sistema productivo, tiene un momento específico para ser realizado, así como insumos o materias primas necesarias específicas.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para el proceso o sistema de producción de melón en Costa Rica (figura 1).





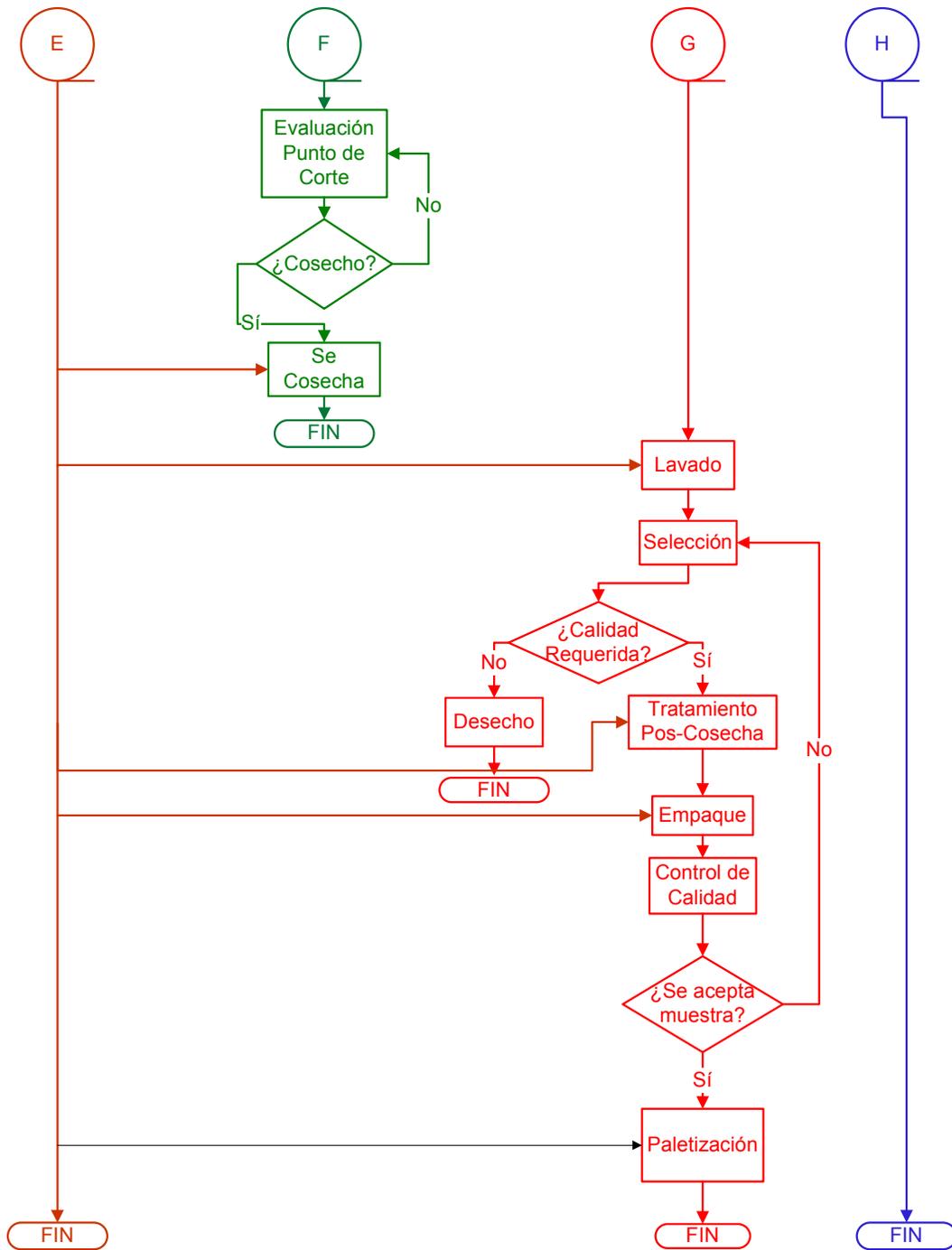
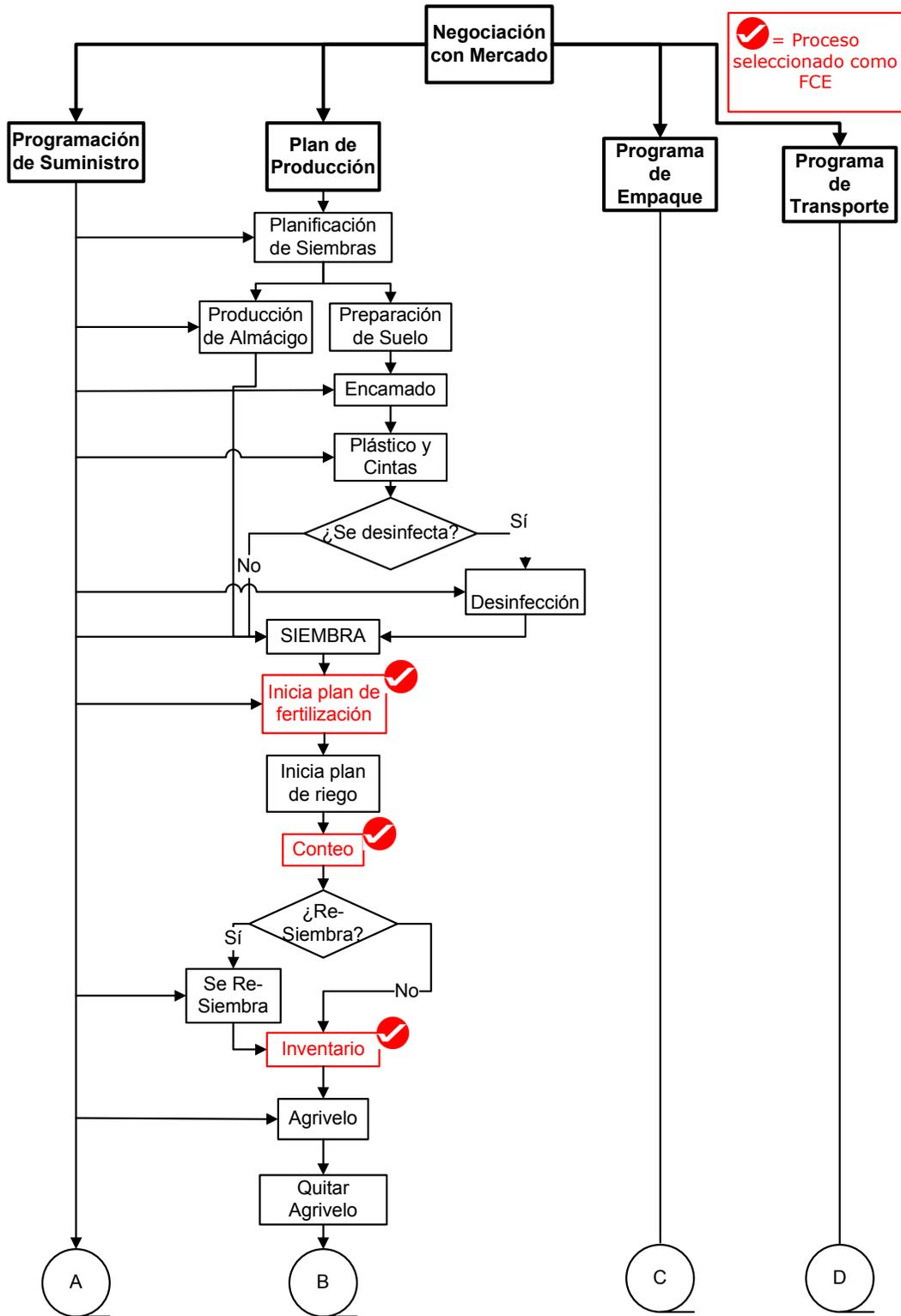
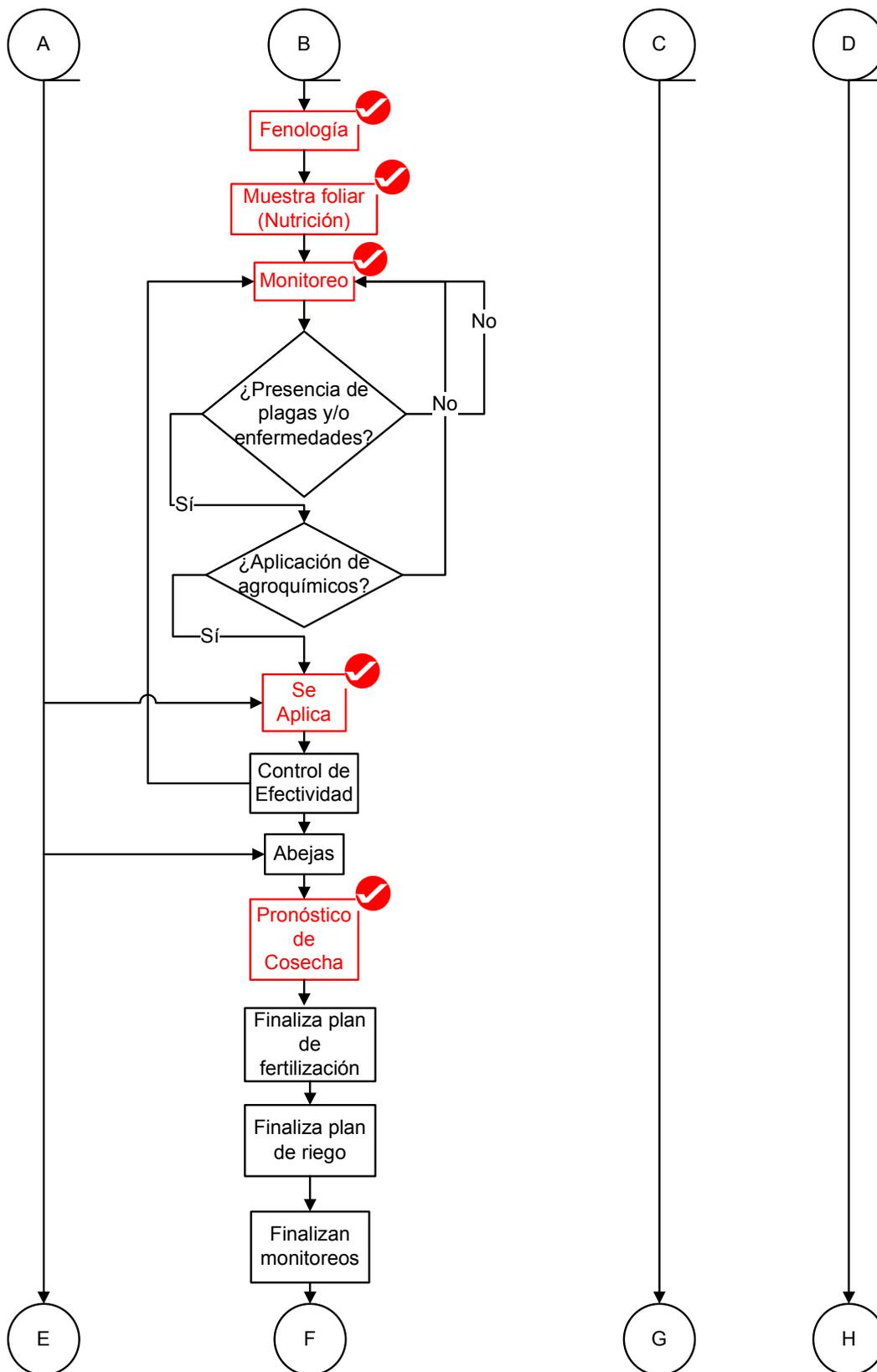


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de melón en la empresa dónde se realizó la práctica. Costa Rica 2008.

Una vez creado el diagrama de flujo del proceso productivo de melón, se procedió a escoger de todos los procesos, cuáles son un Factor

Crítico para el Éxito (FCE) y se especificaron en un nuevo diagrama de flujo, como se observa en la figura 2.





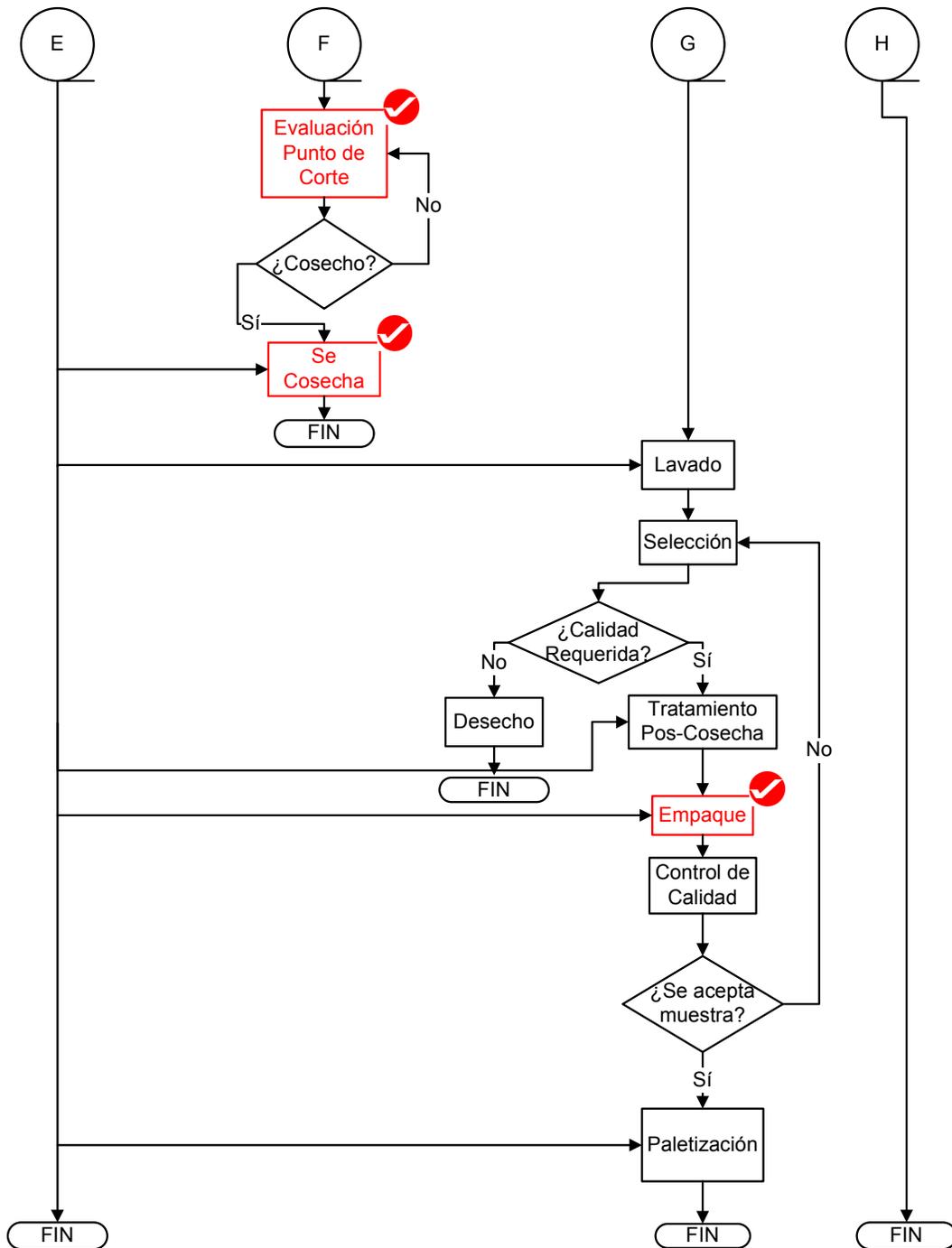


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de melón en Costa Rica contemplando los Factores Críticos para el Éxito (FCE) indicados mediante el símbolo . Costa Rica 2008.

Como se observa en la figura anterior (Figura 2), en rojo y con un signo de "check" están marcados los Factores Críticos para el Éxito

(FCE) de todo el proceso o sistema de producción de melón. Es decir, son los procesos que van a ser evaluados y controlados adecuadamente ya que si no se desarrollan o se cumplen de una manera exitosa todo el proceso de producción se ve afectado.

Una vez descritos los procesos de producción de melón para la empresa, se procedió a escoger, en conjunto con la gerencia y el departamento técnico, de todos los procesos productivos, cuáles iban a ser evaluados en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

4.4 Escogencia de los FCE más importantes, definición de criterios de escogencia.

Como todo producto agrícola, el cultivo del melón tiene características específicas que lo hacen distinto a otros cultivos, estas son la base para la elaboración de los planes de manejo, las labores de campo y del manual de proceso de producción.

Dichas características propias del cultivo, son la base también para la escogencia de los FCE, de las formas (FC) y puntos de control (PC) y evaluación de los mismos, así como de cuáles de estos son los que se deben de incluir en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

Se hizo un análisis de las características del cultivo de melón y se determinó que las variables que influyen en la escogencia de los FCE y de la implementación de estos en el SITEC son:

1- Velocidad de crecimiento: Las plantas de melón crecen a una velocidad alta, por lo que es importante conocer a tiempo cualquier cambio en ellas, para que la reacción del agrónomo se de a tiempo.

2- Restricción en la velocidad de reacción: Debido al crecimiento tan acelerado del cultivo, la velocidad de reacción ante una situación negativa es fundamental. Por tal motivo es necesario contar con la mayor cantidad de información posible que garantice una decisión acertada y mejore la velocidad de reacción.

3- Gran diversidad de plagas y enfermedades: En cada uno de los estados de desarrollo de las plantas la diversidad de plagas y enfermedades es sumamente alta, lo que dificulta su control, por tal motivo, es necesario contar con todas las herramientas necesarias para impedir que éstas se salgan de control.

4- Áreas de siembra: La enorme cantidad de área sembrada en una temporada, dificulta el control de las variables que puedan afectar al cultivo.

5- Inversión alta: Es una inversión monetaria elevada en poco tiempo, lo cual significa un riesgo económico alto para la empresa

6- Exigencias del mercado: Las exigencias en calidad de la fruta y el uso de agroquímicos por parte del mercado, sobretodo son rigurosos en cuanto a los residuos de plaguicidas.

7- Precios en el mercado: Los precios en el mercado son sumamente volátiles, lo cual aumenta el riesgo económico de la empresa y reduce significativamente el espacio para los errores

8- Características fitosanitarias de la zona: La presión de plagas y enfermedades en la zona es elevada, debido a que la actividad lleva varios años desarrollándose, lo cual facilita que se aumenten las poblaciones de las mismas.

Con base en los criterios mencionados en la sección 3.9 de los Materiales y Métodos, se escogieron los Factores Críticos para el Éxito (FCE) (cuadro 2) a evaluar en el sistema de información técnica (SITEC). Los FCE se dividieron en dos tipos: a) Control de Operaciones (CO) definida por Laudon (2004) como *"Supervisa con que eficiencia y efectividad se utilizan los recursos y que tan bien se desempeñan las unidades operativas"* o *"Determina cómo realizar las tareas específicas establecidas por los niveles administrativos altos y medios y establece criterios para realizar la asignación de recursos"* .

b) Desempeño de la Producción (DP), que se define como los indicadores que ayudan a predecir el alcance de las metas y objetivos, es decir, de los FCE de la compañía y detectar la necesidad de cambios en las operaciones, según los conceptos de Chase *et al* (2005).

Para poder escoger los FCE a evaluar en el Sistema de Información Técnica, fue necesario identificar todos los procesos involucrados en el sistema de producción de melón, los cuales fueron obtenidos del manual de procedimientos de la empresa. Posteriormente, a cada uno de ellos se le determinó su Requerimiento Técnico según la empresa, su Punto Crítico (PC) y su Forma de Control (FC) (ver cuadro 1).

En el caso específico del desempeño de producción, hay dos (2) Factores críticos para el Éxito (FCE) que no se mencionan en el cuadro 1 ni en el punto 4.1, los cuales son la Fenología y la Eficiencia. Dichos FCE no pertenecen al manual de producción de la empresa, sin embargo, se considera que éstos son sumamente importantes por lo que se incluyeron en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

4.5 Descripción de los FCE escogidos para el Control de Operaciones (CO) y justificación de su escogencia como procesos indispensables para ser evaluados:

4.5.1 Inventario de plantas: Este factor indica la eficiencia del transplante o de la germinación de las semillas en la siembra directa. Este es el principio del ciclo del cultivo, por lo que un error en esta etapa repercute en todo el desarrollo posterior del cultivo y en que no se pueda cumplir la planificación de ventas, de siembra y de empaque. Además, la empresa ha invertido gran cantidad de dinero en insumos como semilla y agroquímicos, factor humano, entre otros, por lo que si se falla en esta etapa, se está incurriendo en gastos y pérdidas para la empresa. Otro factor importante es que la empresa y el sector melonero utilizan, como índice de eficiencia y de productividad, la cantidad de frutas producidas por planta, con base en datos de producción por hectárea y de densidad de plantas por hectárea, por lo que si no se contabilizan estas pérdidas de plantas, el índice de productividad puede generar información y datos que no son reales, sino se contempla la población real por hectárea.

4.5.2 Aplicación de agroquímicos: Este factor en el proceso productivo es sumamente importante, ya que de ello depende tener controladas las plagas y enfermedades del cultivo. Muchas veces, por condiciones agro-climáticas y por un mal manejo de los operarios, el

producto no llega a la planta como debería, y ésta queda desprotegida, debido a que la efectividad de las aplicaciones y por ende de los productos es prácticamente nula o muy reducida. Esto es algo realmente importante para el cultivo, ya que las plagas y las enfermedades, al igual que el cultivo crecen y se desarrollan con rapidez, así que si una aplicación no se realiza como debe de ser, se corre el riesgo de sufrir pérdidas importantes y perder el control de las mismas.

4.5.3 Fertilización: La nutrición del cultivo es determinante para garantizar su adecuado establecimiento y desarrollo, además de promover y ser un método de defensa contra las plagas y enfermedades. Igualmente, para obtener una alta productividad, buena calidad de fruta y cumplir con las proporciones de calibres de fruta negociados con el mercado, es necesario contar con una plantación que esté realmente bien nutrida. Por estas razones se escogió la fertilización como un factor crítico a evaluar y controlar para garantizar la eficiencia en la producción, ya que de ella depende la nutrición de las plantas. Este aspecto adquiere mayor importancia en la actividad melonera por el hecho de que las fincas y siembras son de una gran extensión, lo que dificulta la uniformidad del riego y por ende de la fertilización, ya sea por pérdida de presión de la tubería, obstrucción de goteros, fugas en las mangueras, problemas

con las tuberías, entre otros. Si esto ocurre, se llega a afectar negativamente la productividad de las fincas.

4.5.4 Cosecha: Al conocer la cantidad de fruta exportable que se quedó en el campo, la gerencia puede tomar la decisión de hacer una segunda o tercera cosecha, lo cual implica mayor venta de fruta y por ende mayores ingresos para la empresa, basándose en la relación ingreso/gasto. Además, sirve como método para evaluar el desempeño de los cosechadores y así mejorar y aumentar la eficiencia del trabajo de los mismos, ya que en este rubro, es decir, en factor humano, la inversión que la empresa hace es muy alta por lo que es necesario que ésta sea lo más eficiente posible.

4.6 Descripción de los FCE escogidos para el Desempeño de Producción (DP) y justificación de su escogencia como procesos indispensables para ser evaluados

4.6.1. Fenología: Debido a la velocidad de crecimiento del cultivo, a la uniformidad genética de las plantas y a las grandes extensiones de la actividad melonera, muchas veces las empresas no pueden saber con certeza si las plantas van creciendo y desarrollándose de la manera y a la velocidad óptima. Esto puede repercutir en el tiempo que disponen los técnicos y la gerencia para implementar una medida correctiva si se llegara a presentar alguna situación negativa.

Sin embargo, si la empresa cuenta con un sistema de monitoreo de la velocidad de crecimiento y del desarrollo de las plantas, a través de mediciones semanales de la longitud del tallo y de la guía principal de la planta, se va a poder reaccionar a tiempo ante cualquier eventualidad y realizar acciones correctivas que permitan hacerle frente a dichas eventualidades. Es importante mencionar que la fenología es influenciada por todos los factores de la producción, por lo que esto nos da una razón más para escogerla como un FCE , ya que la única forma de saber si un lote o finca está creciendo y desarrollándose como debe hacerlo, según sus características agroecológicas, es a través del monitoreo de la fenología de las plantas, de lo contrario, se pueden tener diferencias entre lotes o fincas y no se sabrá con certeza si es debido a algún factor externo o si realmente ese es el comportamiento normal del cultivo.

4.6.2. Nutrición: Este factor es muy similar al de fertilización, porque depende de él que haya un adecuado desarrollo de las plantas y una alta productividad, al igual que alcanzar la calidad deseada. Si se conoce realmente cuál es el estado nutricional de las plantas, se va a poder realizar mejoras o correcciones con el tiempo necesario para que éstas tengan algún efecto en el cultivo.

La mayoría de las empresas, no sólo meloneras sino agrícolas en general, se guían por los síntomas de deficiencia del cultivo. Sin

embargo, en cultivos de ciclo muy corto como el melón, cuando las plantas llegan a mostrar síntomas de deficiencia, la situación ya es muy grave y no siempre se puede llegar a corregir, máxime con la velocidad de crecimiento del melón.

4.6.3. Plagas y enfermedades: Los problemas fitosanitarios del melón son varios. Además, la zona presenta un clima que estimula un acelerado crecimiento de las poblaciones de patógenos, sobretodo por las temperaturas altas. En la zona existe gran cantidad de empresas y fincas dedicadas a la producción de melón durante la temporada, por lo que la presión de inóculo es alta, además de que existen restricciones en el uso de agroquímicos por parte de los clientes y de los países destino de la fruta.

Por estas razones es que se escoge el monitoreo de plagas y enfermedades como un factor crítico en el proceso productivo de melón, ya que si no se controlan adecuadamente y en el momento preciso, las poblaciones crecerían en una forma exponencial, amenazando el cultivo y dificultándose su control. Además, la restricción en el uso de los agroquímicos obliga a hacer uso de herramientas alternas, las cuales muchas veces son efectivas únicamente si las poblaciones de las plagas y las enfermedades son bajas. En conclusión, es necesario controlar y monitorear no sólo las poblaciones de las plagas y de las enfermedades, sino también su

evolución en el tiempo y espacio, para lo cual, la herramienta efectiva es su monitoreo.

4.6.4. Pérdidas en campo: El proceso de producción de melón inicia con la negociación entre los productores y los clientes o compradores. En esta negociación se acuerda la cantidad de fruta que se debe entregar, así como la proporción de calibres de la misma. Ahora bien, la única forma de poder producir melones y cumplir con lo negociado es a través de las plantas, por lo que se conoce realmente cuál es el inventario de plantas en el campo o el porcentaje de pérdida de las mismas, se podrá saber si será posible cumplir con los volúmenes de fruta negociados.

Esto es importante en el mercado de exportación. Si no se va a poder cumplir con lo negociado, el productor debe comunicárselo al cliente para que él realice todos los movimientos o actividades necesarias para conseguir la fruta y no quedar mal con sus respectivos clientes. Sin embargo, esta es una práctica muy poco común en las empresas exportadoras, lo cual afecta negativamente la relación y la confiabilidad de los clientes con los productores o proveedores. La única forma de saber aproximadamente qué cantidad de volumen de fruta va a llegar a la planta empacadora de un respectivo lote o finca es sabiendo cuántas plantas están creciendo en el campo.

4.6.5. Pronóstico de cosecha: Este factor del éxito está estrechamente relacionado con el de pérdida de plantas. Son estos dos factores los que le indican a la gerencia y a los encargados del empaque qué cantidad de fruta del campo pueden esperar. Esta información, no sólo mantiene a los clientes informados sobre los volúmenes de entrega, sino que también facilita la planificación del empaque.

4.6.6. Pérdida en empaque: La pérdida en empaque tiene varias funciones. Una de ellas es diagnosticar las pérdidas por procesos y subprocesos y sus causas. Se le informa a la gerencia y a los técnicos cuáles son los principales motivos de pérdida en cada finca o lote, con lo cual se puede reaccionar a tiempo e implementar acciones correctivas para prevenir dichas pérdidas en los otros lotes subsiguientes de siembra o de menor edad. Si no se contara con esta información, no habría forma de saber qué es lo que está pasando en el campo y por qué se está rechazando la fruta, lo que haría imposible realizar alguna acción correctiva y disminuir las pérdidas.

Como segunda razón, está el hecho de que la gerencia y la parte administrativa, utilizando esta información, pueden conocer realmente cuáles son las pérdidas de la empresa para afinar sus finanzas e índices de eficiencia. De lo contrario, se está trabajando

con números y panoramas engañosos que ponen en riesgo a la empresa.

4.6.7. Eficiencia: La eficiencia es una forma de conocer la relación entre la cantidad de insumo o de recurso humano utilizado en el proceso productivo, que produjo una cantidad X de fruta. Por medio de estos índices, la empresa puede llegar a darse cuenta de si la eficiencia de un lote o de un factor de producción ha bajado para tomar las medidas necesarias y mejorar esos índices y ser más eficientes.

Realmente es un método de alarma que informa sobre la eficiencia de los lotes o fincas y si éstas se mantienen en el ámbito o parámetro establecido como el correcto.

Para efectos del trabajo, se determinó la eficiencia de los elementos aplicados en forma de fertilizantes, a saber, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, sobre la producción total de fruta por área y sobre la producción de sólidos solubles (grados brix) los cuáles determinan en gran medida la calidad del producto final.

4.7 Descripción de las consecuencias que tendría no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los Factores Críticos para el Éxito (FCE) seleccionados en el proceso de producción de melón en Costa Rica.

Cada proceso seleccionado como un FCE, como su nombre lo dice, tiene consecuencias sobre la producción si no se logra o no se alcanza el requerimiento técnico de la empresa para cada uno de ellos (Cuadro 1).

El Cuadro 2 presenta las consecuencias que tendría no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los procesos del Control de Operaciones (CO), mientras que en el Cuadro 3, se presentan las consecuencias para los procesos del Desempeño de la Producción (DP).

Cuadro 2. Análisis de las consecuencias de no alcanzar el requerimiento técnico de la empresa para los FCE del Control de Operaciones (CO) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.

FCE	Consecuencia que tendría no alcanzar el requerimiento técnico para cada FCE.
Control de Operaciones (CO)	
Inventario de Plantas	No se conoce realmente cuál es la población de plantas en los lotes y por ende no se puede predecir con certeza la cosecha ni obtener índices de productividad o económicos reales.
Aplicación de agroquímicos	Se corre el riesgo de no controlar adecuadamente una plaga o enfermedad y de no utilizar los fertilizantes foliares adecuadamente. Además que se está perdiendo dinero.
Fertilización	Si la planta no se fertiliza como se debe y con todos los cuidados y requisitos necesarios, no se alcanzará la producción ni calidad de fruta esperada, además de que aumenta el riesgo de un ataque de plagas y enfermedades.
Cosecha	La planificación de la segunda cosecha se hace de forma incierta, sin datos reales que la respalden. Se evita dejar fruta de buena calidad en el campo y enviar de mala calidad a la planta de empaque, con lo que se evita también invertir en algo que se va a desechar.

Cuadro 3. Análisis de las consecuencias de no alcanzar los FCE del Desempeño de Producción (DP) escogidos para el cultivo de melón. Costa Rica, 2008.

Desempeño de Producción (DP)	
Fenología	Se trabaja con un desarrollo de las plantas que no se sabe si es el adecuado y no permite que se realicen labores correctivas en el momento correcto, lo cual puede perjudicar la producción, la planificación del empaque y de los suministros. No permite que la empresa conozca si realmente le va a cumplir a los clientes con las especificaciones de fecha de entrega y proporción de calibres establecidos.
Nutrición	Al no conocer el estado nutricional de las plantas, no es posible realizar acciones correctivas cuando las amerita, por lo que hace a las plantas más propensas al ataque de patógenos y se corre el riesgo de no cumplir con los calibres, la calidad y cantidad de fruta a los clientes.
Plagas y Enfermedades	No permite saber cual es el estado real de las poblaciones de los patógenos, no se sabe con certeza si los agroquímicos utilizados funcionan correctamente, se corre el riesgo de no alcanzar la calidad y cantidad de fruta negociada y facilita el movimiento y colonización de los patógenos en otros lotes.
Pérdidas en campo	No se conoce cual es la cantidad real de plantas en el campo, por lo que no se puede saber con certeza cuanta fruta hay, no se puede planificar empaque ni saber si se va a cumplir con la demanda de fruta de los clientes.
Pronóstico de cosecha	No se puede planificar empaque con datos de producción reales ni informarle a los clientes si se va a poder cumplir con lo establecido en la negociación.
Pérdidas Empaque	No se puede conocer con certeza cuales fueron las causas reales de pérdida y por ende imposibilita a la gerencia y al departamento técnico realizar acciones correctivas en los demás lotes.
Eficiencia	A la gerencia y al departamento técnico se le hace imposible conocer si los insumos y entradas del sistema son eficientes en la producción de fruta, por lo que no permite realizar acciones correctivas cuando es necesario.

4.8 Elaboración de las herramientas de recolección de la información en el campo, de las hojas electrónicas y del formato o cuerpo del Sistema de Información Técnica (SITEC)

Para todos los Factores Críticos para el Éxito (FCE) seleccionados, se elaboraron TIC (Tecnología de Información Comunicación) para facilitar la toma de datos del campo y permitir la documentación que permita ingresar la información en el Sistema de Información Técnica (SITEC) (ver anexos). Para facilitar y agilizar el flujo de la información, ambas hojas, la de recolección de datos y la electrónica del SITEC, poseen el mismo formato por lo que su presentación se abordará de manera conjunta.

La hoja electrónica tiene una enorme importancia, ya que ésta convierte el dato obtenido del campo en información mediante la elaboración de un cuadro, un dato procesado o un gráfico, y es mediante el uso y análisis de esta información, que la empresa puede tomar decisiones (ver anexos).

En el caso de la elaboración del Sistema, este posee una hoja de portada con el nombre de la empresa, la fecha de la temporada melonera, nombre del SITEC (Sistema de Información Técnica) y un botón de ingreso al sistema.

Una vez que se ha ingresado, se observa una pantalla de menú (Figura 3), la cual contiene fotos con los sellos de la Universidad de Costa Rica y de la empresa, además de una serie de botones, para los FCE seleccionados, divididos en dos columnas según su función: una es la de Control de Operaciones (CO), la cual contiene botones de ingreso a las páginas de aplicaciones, cosecha, fertilización e inventario de plantas; mientras que la de Desempeño de Producción (DP) contiene botones de ingreso a las hojas de fenología, pérdidas en campo, nutrición, plagas y enfermedades, pronóstico de cosecha, pérdidas en empaque y eficiencia (Figura 3).



Figura 3. Pantalla del Menú Principal del Sistema de Información Técnica para el cultivo de melón de exportación.

A continuación, se presentan dos (2) mapas del Sistema de Información Técnica (SITEC) que facilita la comprensión de cómo es que éste funciona.

El primer mapa es de los Factores Críticos para el Éxito (FCE) del Control de Operaciones (CO) (figura 4), mientras que el segundo mapa, es de los Factores Críticos para el Éxito (FCE) correspondientes al Desempeño de Producción (DP) (figura 5).

Mapa del Control de Operaciones (CO)

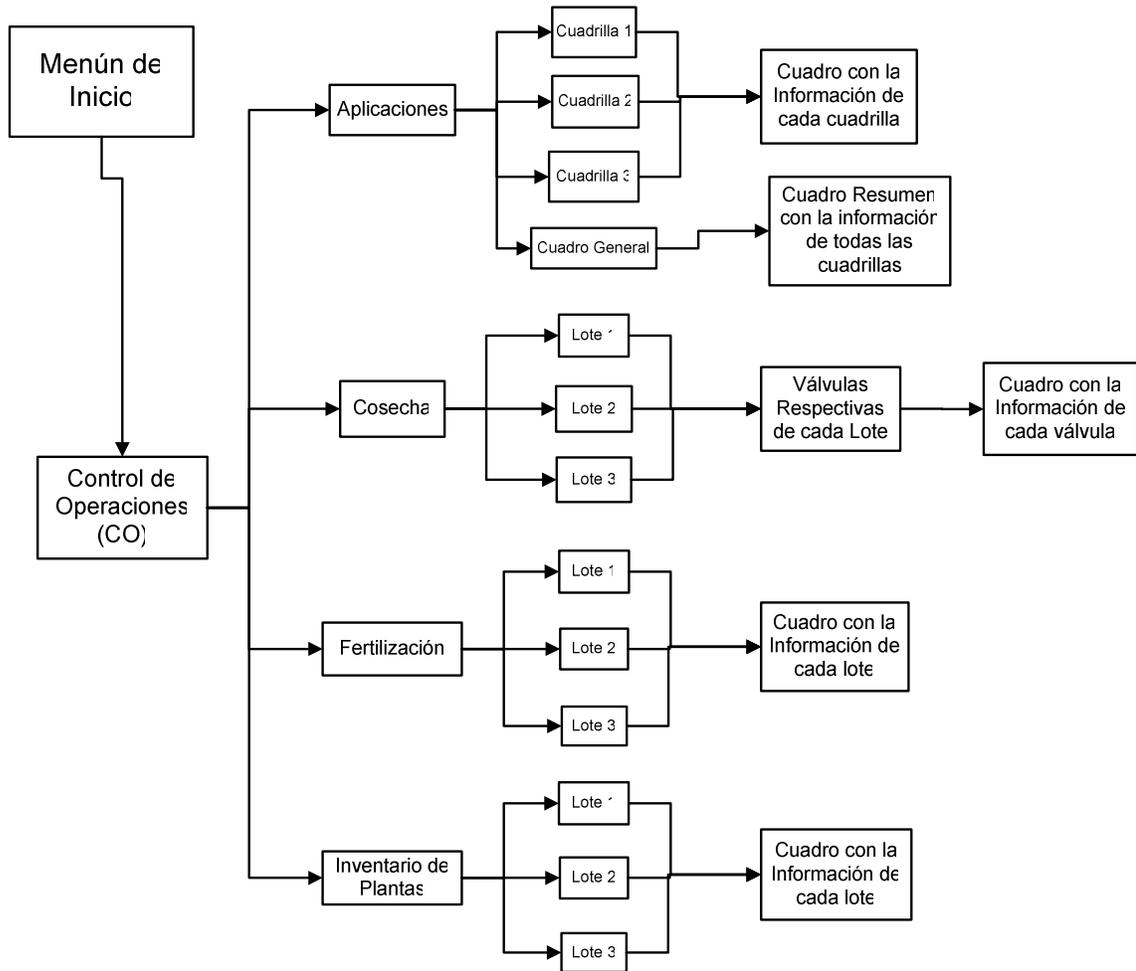


Figura 4. Mapa del funcionamiento del Control de Operaciones (CO) en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

Mapa del Desempeño de Producción (DP)

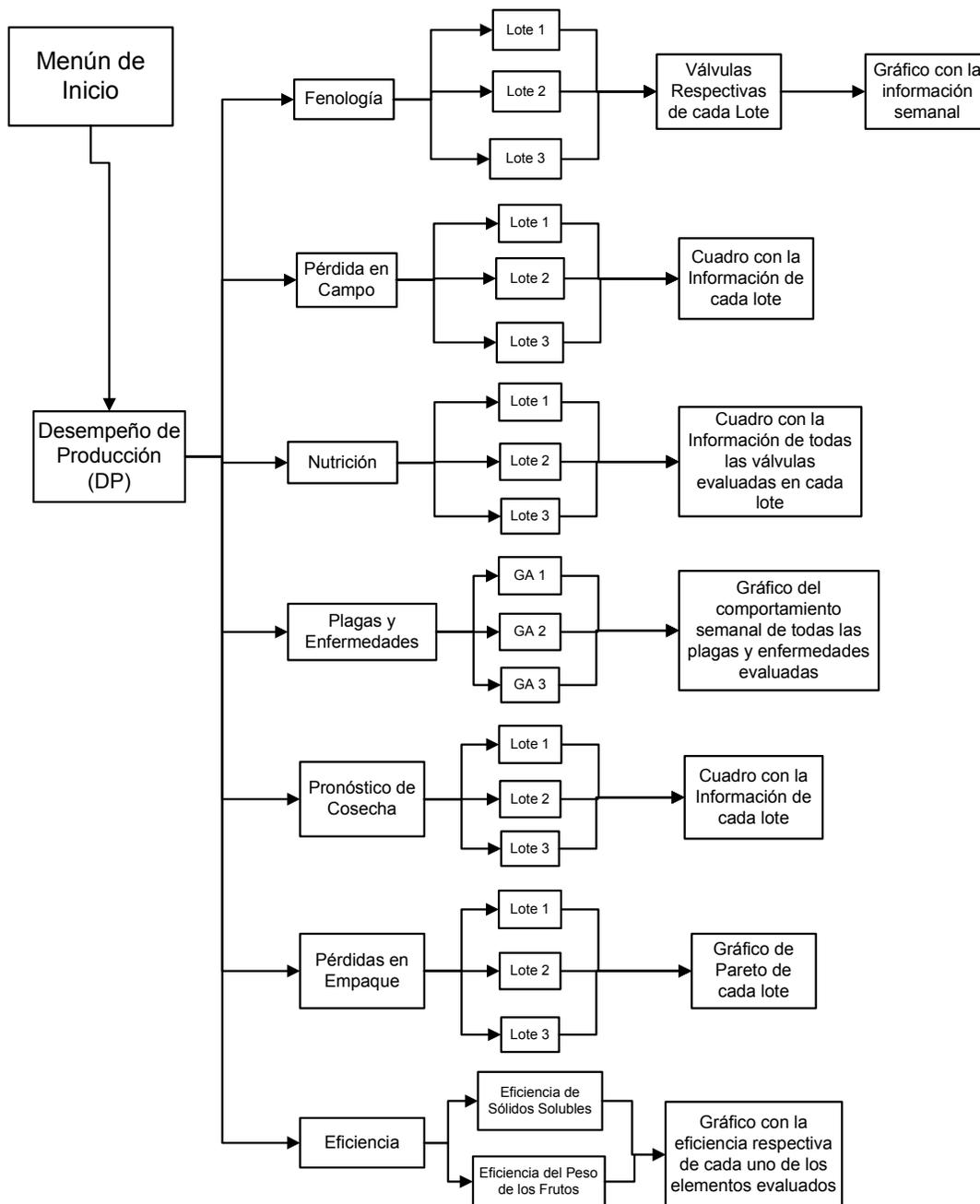


Figura 5. Mapa del funcionamiento del Desempeño de Producción (DP) en el Sistema de Información Técnica (SITEC).

Funcionamiento del Sistema de Información Técnica (SITEC)

Cada botón de la pantalla de menú (Figura 3) dirige al usuario hacia una pantalla que posee un botón para cada lote, de manera que se pueda observar la información y por ende el desempeño de los Factores Críticos para el Éxito de cada uno de ellos (Figura 6).



Figura 6. Pantalla ejemplo sobre cómo ingresar a cada uno de los FCE en el SITEC y a partir de ahí cómo ingresar a cada uno de los lotes evaluados para el cultivo de melón de exportación.

Una vez seleccionado un lote o finca específica para algún FCE en particular que se desee observar (Figura 6), se ve en la pantalla una serie de botones de mando que corresponden a las válvulas que la empresa seleccionó para evaluar (Figura 7), ya que debido a las magnitudes del área, es imposible e impráctico evaluar cada una de las válvulas.

Los criterios de selección de dichas válvulas fueron la experiencia y conocimiento de los lotes, del sistema de producción y de la actividad en general que la empresa tiene y ha acumulado a lo largo de los años, los cuales se basaron a su vez en garantizar representatividad de los lotes y en facilitar las labores por parte de su factor humano.

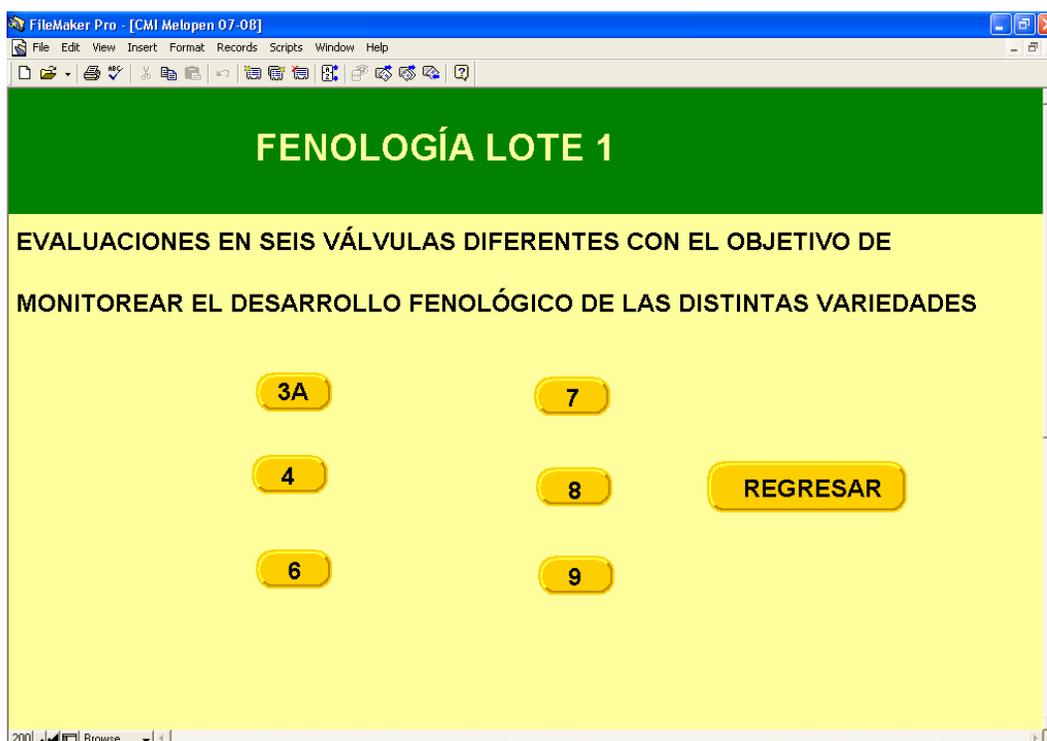


Figura 7. Pantalla ejemplo de cómo ingresar a las válvulas evaluadas de un lote o finca específica dedicada al cultivo de melón para exportación.

Para la evaluación de la fenología (Figura 7) y de algunas otros FCE que lo necesitarán, la escogencia de las válvulas se hizo en conjunto con el departamento técnico y la gerencia.

Se basó en las dimensiones del lote para escoger la cantidad de válvulas a evaluar, es decir, entre más grande el lote, más válvulas para evaluar.

Además, la escogencia se hizo contemplando y evaluando todas las condiciones agroecológicas presentes en el lote, sobretodo en lo que respecta a las características físico-químicas del suelo, ya que como se ha mencionado anteriormente, debido a las grandes dimensiones de los mismos, muchas veces en un mismo lote se pueden encontrar distintas condiciones, las cuales tienen un gran efecto sobre el desempeño del cultivo.

En ciertos casos, los cuales se van a mencionar más adelante, se decide no crear la pantalla con los botones de mando de las válvulas de los lotes, sino que al seleccionar un lote específico, el sistema dirige al usuario directamente hacia la hoja electrónica que presenta los resultados. En estos casos, la misma hoja posee la información dividida por válvula por lo que no fue necesario crear un acceso para cada una de ellas (Figura 8).

NUTRICIÓN FINCA 1

REGRESAR

ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR										
	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Óptimo	4,5 a 5,5	0,3 a 0,8	2,2 a 3	0,35 a 0,8	4 a 5	0,25 a 1	50 a 300	8 a 30	20 a 200	50 a 250
V. 17 (sandía)	6,57	0,53	3,03	0,45	3,7	0,51	212	11	73	68
V. 19	6,58	0,52	3,59	0,58	3,6	1,45	255	11	53	91
V. 30	6,67	0,66	3,01	0,65	3,8	1,07	224	10	50	78
V. 33	6,14	0,68	3,49	0,54	3,3	1,34	221	11	59	79
V. 5	6,73	0,39	2,73	0,59	3	3,12	246	8	77	116
V. 9	6,16	0,42	3,3	0,76	2,8	1,97	228	9	113	116
V. 12	7,02	0,46	2,49	0,7	2,8	2,9	204	8	95	154
V. 17	5,61	0,5	1,3	0,34	2,8	0,68	168	7	72	81
V. 29	6,35	0,47	2,58	0,53	2,9	2,24	226	9	59	101

Figura 8. Pantalla ejemplo de un FCE que contiene en la misma hoja de análisis de la información, todas las válvulas de un lote o finca específica para el cultivo de melón de exportación.

En el caso de las plagas y enfermedades (Figura 9), en lugar de tener una pantalla con las válvulas, lo que se utilizó fue una pantalla con botones que dirijan al usuario hacia un grupo de aplicación específico, ya que la empresa cuenta con varios grupos de aplicación los cuales comprenden un área específica de los lotes o fincas. Esta área corresponde a un grupo de válvulas específicas y siempre se maneja el mismo grupo de aplicación para la atomización y uso de cualquier agroquímico (Ver figura 9).



Figura 9. Caso específico del modo de ingreso y manejo de la información y el SITEC para las plagas y enfermedades del cultivo de melón para exportación.

Se hace de tal forma debido a que los grupos de aplicación son en realidad grupos de válvulas que cuentan con las mismas condiciones y/o características, a saber, las plantas de un mismo grupo tienen la misma edad (las plantas fueron sembradas al mismo tiempo), condiciones de suelo y condiciones agroecológicas, lo que significa que pueden tener problemas patológicos y nutricionales similares. Por lo tanto, se posibilita su manejo común.

4.8.1 Control de Operaciones (CO)

4.8.1.1. Aplicación de agroquímicos

Para controlar esta operación se utilizaron papeles hidrosensibles colocados en el envés de las hojas. Después de una aplicación, en los paneles se puede observar el % del área mojada por el agroquímico, lo cual indica su porcentaje de cobertura en la hoja.

Para ingresar al sistema y poder observar los gráficos o figuras respectivas, el SITEC dirige al usuario, una vez seleccionado el FCE Plagas y Enfermedades, a unas hojas en donde se encuentran listadas todas las cuadrillas de aplicación (Figura 10). Posteriormente, se selecciona la cuadrilla que se quiere controlar por medio de la observación de las calificaciones de cada una de ellas.



Figura 10. Pantalla ejemplo de la manera en que se ingresa en el SITEC para observar las calificaciones de las cuadrillas de aplicación en el cultivo de melón de exportación.

El dato se tabula y se genera un gráfico (Figura 11). Es importante observar en el gráfico la calificación de cada cuadrilla y su evolución o comportamiento en el tiempo, es decir, si su labor mejora, o si el rendimiento es cada vez es menor y con esto se puede unir información importante que ayude a descifrar el porqué del comportamiento en una aplicación específica o en la evolución y comportamiento de su labor.

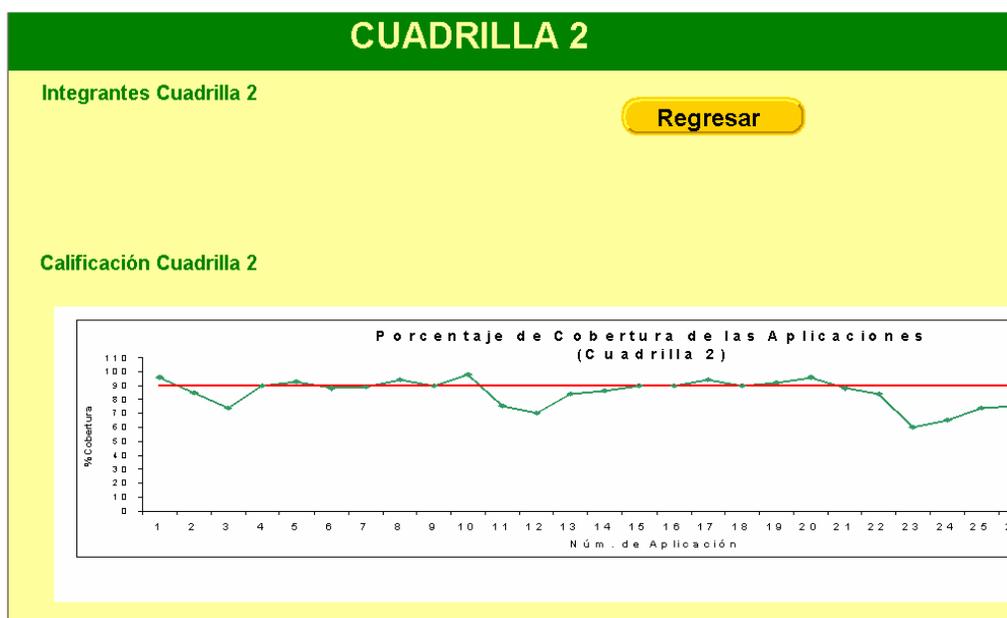


Figura 11. Gráfico que muestra la calificación obtenida por una cuadrilla de aplicación específica para el cultivo de melón de exportación.

Como el gráfico tiene una línea roja que determina el mínimo de cobertura aceptado, esto permite que cuando la calificación es menor que el valor de la línea, se puedan tomar decisiones con respecto a eso, es decir, si se aplica de nuevo o si se hace otra aplicación pronta, etc. Este valor mínimo es de una cobertura del 90%, el cual

se determinó en conjunto con la Gerencia Técnica y el Departamento Administrativo.

Todas las hojas de recolección de datos llevan la siguiente información:

- Fecha
- Número de cuadrilla que aplicó
- Miembros de la cuadrilla
- Lote en el que se hicieron las aplicaciones
- Válvulas aplicadas
- Producto químico que se aplicó
- Edad del cultivo a la hora de realizar la aplicación
- Número de hectáreas aplicadas

Se definió como método técnico, colocar al azar papeles hidrosensibles en el envés de las hojas. Una vez hecha la aplicación, se recogen los papeles y a cada uno de ellos se le asigna una calificación dependiendo del porcentaje de cobertura del producto. Se calcula un promedio entre todos los valores y el número obtenido se ingresa en una hoja de Excel, la cual, de forma automática genera un gráfico (Figura 11). El gráfico posee un valor para todas las aplicaciones de cada cuadrilla en la temporada, de manera que se pueda observar la evolución de su rendimiento. Se toma como valor o calificación mínima aceptable un 90% de cobertura, de manera que la

figura contiene una línea roja horizontal que atraviesa la misma en el valor del 90% para que sirva como límite mínimo aceptable.

4.8.1.2. Cosecha

El sistema de información conduce al usuario, una vez seleccionado el factor de cosecha, a los distintos lotes, y estos a su vez conducen a las válvulas evaluadas en cada uno de ellos (Figura 12). Mediante un gráfico, se presentan los datos de la cantidad de frutos cosechados en la primera, segunda y tercera cosecha.



Figura 12. Pantalla ejemplo sobre la ruta y métodos para llegar a los datos de cantidad de fruta cosechada en lotes y válvulas específicas del cultivo de melón de exportación.

Los datos generados en esta operación producen un cuadro que representa la cantidad total de fruta cosechada en una válvula y lote

específico (Figura 13). Se hace de esta forma ya que lo que se necesita es un dato concreto, no se está evaluando el desempeño o evolución en el tiempo.

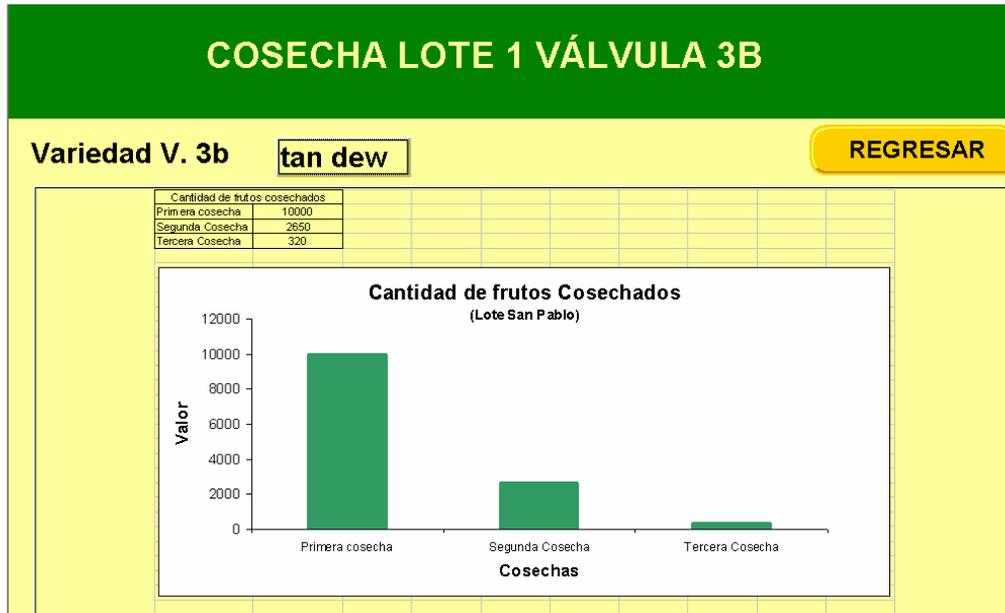


Figura 13. Pantalla con datos de cosecha de frutos de un lote específico en el cultivo de melón de exportación.

No es necesario evaluar todas las válvulas, ya que el proceso de cosecha y transporte es el mismo en el lote. Además, por lo general, el personal no va a variar tan rápidamente, por lo que las correcciones que se hagan van a servir para mejorar los procesos en las demás válvulas del lote.

Esta información es útil en la planta de empaque, ya que se compara con el dato de cantidad de fruta empacada y así se sabe cuánta fruta se rechazó, es decir, se perdió. Estos datos le facilitan a la empresa a

tomar decisiones, por ejemplo, puede ser que el rechazo sea porque los trabajadores de campo no están realizando bien su labor y están cosechando fruta que no es apta, o la fruta se puede estar dañando en el proceso de transporte o de entrada de la fruta a la planta empacadora. Con este tipo de información, la gerencia puede tomar medidas correctivas certeras y mejorar el proceso productivo.

4.8.1.3. Fertilización

La única forma de evaluar si se está aplicando la cantidad adecuada de fertilizante es midiendo la EC de la solución y de la salida en el gotero.

En el SITEC, una vez que se ingresa a las pantallas de fertilización, se observa en la pantalla un botón para cada lote de la empresa (Figura 14). La información se presenta como un cuadro de Excel que se genera por los datos tomados desde el campo (Figura 15).



Figura 14. Pantalla ejemplo del SITEC sobre la ruta de ingreso a la información generada por los datos del control de la fertilización en el cultivo de melón de exportación.

- Suma de la conductividad eléctrica de la cantidad y el tipo de fertilizante aplicado y la del agua.
- Resultado de la conductividad eléctrica de la muestra de agua obtenida de los goteros

Además de la información mencionada anteriormente, la hoja Excel también contiene dos columnas, una con la información de la conductividad eléctrica del fertilizante más el agua y otra con la EC de la muestra de agua tomada en el gotero. Esta información genera una figura con dos columnas, una para la EC teórica y la otra para la EC de la muestra de agua (Figura 15).

4.8.1.4. Inventario de Plantas

Se evalúa la cantidad de plantas presentes en el campo, además de la cantidad de pérdida y el porcentaje de pérdida. Así la gerencia, al conocer el inventario de plantas puede estimar el número de frutas y, al conocer el porcentaje de pérdida, puede planificar mejor la planta de empaque, hacer análisis económicos y financieros más confiables y reales, comunicarse e informarle a los clientes la situación del pedido de fruta en ese momento, y tomar decisiones importante basados en el porcentaje de pérdida y porcentaje de población real en el campo.

Para ingresar a las hojas que contienen la información, en la pantalla menú del SITEC se selecciona la opción correspondiente al inventario de plantas y éste conduce al usuario a una página en donde se encuentran listados los lotes de la empresa que se desean evaluar. (Figura 16).



Figura 16. Pantalla ejemplo sobre la ruta a seguir para poder observar los datos del inventario de plantas en los distintos lotes de producción de melón para exportación.

INVENTARIO PLANTAS LOTE 1	
Fecha de evaluación Lote 1	<input type="text"/>
Inventario Lote 1	<input type="button" value="Regresar"/>
Punto de evaluación	Cantidad de plantas perdidas
1	12
2	11
3	4
4	7
5	5
6	8
7	9
8	16
9	20
10	13
11	2
12	3
13	4
14	8
15	8
16	9
17	10
18	5
19	12
20	13
Promedio	8,85
% Pérdida total	

Figura 17. Pantalla ejemplo con datos de pérdida de plantas en el campo y el porcentaje que representan dichas pérdidas de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.

Por su parte, la hoja de recolección de datos en el campo, contiene la siguiente información:

- Nombre del lote
- Fecha de evaluación
- Fecha de siembra
- Válvulas correspondientes a dicho lote de siembra
- Espacio para ingresar en los diez puntos de muestreo
- Espacio para ingresar la cantidad de plantas muertas
- Cantidad de plantas que deberían de haber.

4.8.2. Desempeño del Cultivo

4.8.2.1 Fenología

Las evaluaciones fenológicas se hicieron midiendo la cantidad de nudos y la longitud de la guía más largo, esto debido a que es en esta guía y en sus nudos, donde se producen los frutos, por lo que es necesario conocer su desarrollo para y predecir la cantidad y momento de producción.

La hoja de recolección de información del campo requiere la siguiente información:

- Fecha de la primera evaluación
- Edad del cultivo
- Lote
- Válvula
- Encargado
- Variedad

Como información técnica, en la hoja se ingresan datos cada siete (7) días, los cuales están como días después de la siembra (DDS). Se toman cinco (5) puntos de evaluación, los cuales son siempre los mismos, y a estos se les mide el número de nudos de la guía principal

y el diámetro del fruto cuando lo amerite. Esto se hace para cada válvula seleccionada por lote.

En lo que respecta al SITEC y a las hojas electrónicas, en el sistema (Figura 18) se selecciona el lote y la válvula que se desea observar o a la que se le desea ingresar información. Lo que se observa en la pantalla es una figura que muestra el número de nudos de la guía más larga, otra con el diámetro del fruto y otra con la velocidad de crecimiento de la guía, en donde en cada una se observa una línea roja con la información de la temporada anterior y otra azul que se genera con los datos de esta temporada. Estos datos corresponden a la moda de los cinco (5) puntos de evaluación.



Figura 18. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir en el SITEC para observar el desempeño de la fenología en el cultivo de melón de exportación en un lote y válvula específica.

4.8.2.2. Pérdidas en campo:

La evaluación y razones de la selección del método de evaluación de las pérdidas en campo son las mismas que las del inventario de plantas.

La hoja, la información y el modo de utilizar el SITEC (Figura 20) para el uso de esta hoja es la misma que en el caso de la de inventario de plantas. La diferencia está en que este FCE se evalúa de dos a tres días después de haber realizado el transplante o de haber germinado la semilla. Mientras que en el caso del inventario de plantas, la evaluación se realiza un mes antes de cosecha, para conocer realmente cual es la población del lote y con ello planificar empaque y entrega de producto con los clientes.

PÉRDIDAS EN CAMPO

Header

**CANTIDAD DE PLANTAS POR LOTE DESPUÉS DE LA SIEMBRA Y LA RE-SIEMBRA.
INVENTARIO REAL EN CAMPO Y PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PLANTAS.**

Lote 2

Lote 6

Lote 2

Lote 7

Lote 3

Lote 8

Lote 4

Regresar

Figura 20. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir para ingresar a las pantallas que muestran la información de pérdidas en el campo en el cultivo de melón de exportación.

4.8.2.3. Nutrición

La muestra foliar es la hoja más joven que esté completamente desarrollada. El resultado brindado por el laboratorio se ingresa en una tabla de Excel y se compara con los valores de nutrientes óptimos reportados por la literatura.

Para poder observar los datos de los análisis foliares, el usuario del SITEC ingresa, en el menú principal, al FCE Nutrición. Posteriormente, se selecciona un lote respectivo para observar el cuadro que muestra los resultados de los análisis (Figura 21).

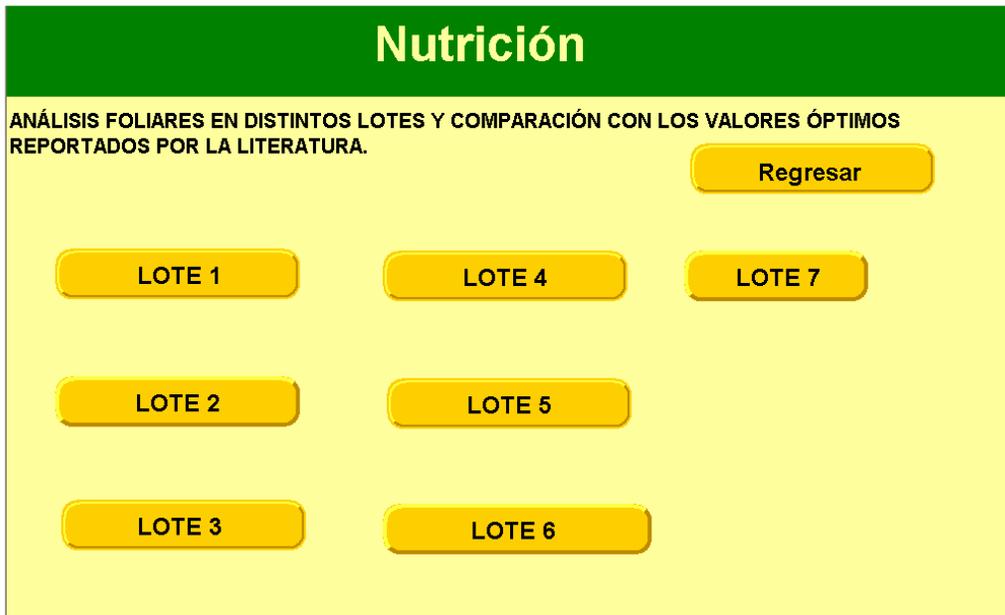


Figura 21. Pantalla ejemplo del método o ruta de ingreso en el SITEC para observar los datos de los análisis foliares de los distintos lotes en el cultivo de melón para exportación.

Se crea un cuadro en una hoja electrónica (Figura 22) ya que el programa permite identificar con facilidad, por medio de un formato condicional con colores, si los valores de las muestras foliares se encuentran en un rango adecuado o no, lo cual facilita la interpretación del mismo.

NUTRICIÓN FINCA 1

REGRESAR

ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR										
	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Óptimo	4.5 a 5.5	0.3 a 0.8	2.3 a 3	0.35 a 0.8	4 a 5	0.25 a 1	50 a 300	8 a 30	20 a 200	50 a 250
V. 17 (sandía)	6.57	0.53	3.03	0.45	3.7	0.51	212	11	73	68
V. 19	6.58	0.52	3.59	0.58	3.6	1.45	255	11	53	91
V. 30	6.67	0.66	3.01	0.65	3.8	1.07	224	10	50	78
V. 33	6.14	0.68	3.49	0.54	3.3	1.34	221	11	59	79
V. 5	6.73	0.39	2.73	0.59	3	3.12	246	8	77	116
V. 9	6.16	0.42	3.3	0.76	2.8	1.97	228	9	113	116
V. 12	7.02	0.46	2.49	0.7	2.9	2.9	204	8	95	154
V. 17	5.61	0.5	1.3	0.34	2.8	0.68	168	7	72	81
V. 29	6.35	0.47	2.58	0.53	2.9	2.24	226	9	59	101

Figura 22. Método de evaluación y control de la nutrición del cultivo de melón para exportación.

En este caso, no existe una hoja de recolección de datos en campo, ya que lo que se hace es tomar muestras foliares, enviarlas al laboratorio y los resultados son ingresados en la hoja electrónica correspondiente que se encuentra en el SITEC (Figura 22).

La hoja electrónica (Figura 22), esta posee, una fila que enumera los nutrientes evaluados en el laboratorio, al igual que los valores óptimos de cada uno de ellos. Más abajo, en otra fila, se encuentran los valores reportados por el laboratorio para cada elemento y para cada válvula evaluada del lote. La hoja de Excel, automáticamente coloreo de rojo las celdas que poseen un valor inferior al óptimo.

4.8.2.4. Plagas y enfermedades

La información obtenida de los monitoreos hechos en el campo, se ingresa en unos cuadros los cuales generan un gráfico. De esta forma, se puede observar con facilidad el comportamiento y evolución de las plagas y enfermedades, así como facilitar la toma de decisiones, y poder conocer con certeza si un plaguicida es efectivo o no.

Por medio de los mapas fabricados en Arc View[®], se puede observar las zonas del lote en donde se concentran los patógenos y con base en ello tomar decisiones para su control (Figura 23).

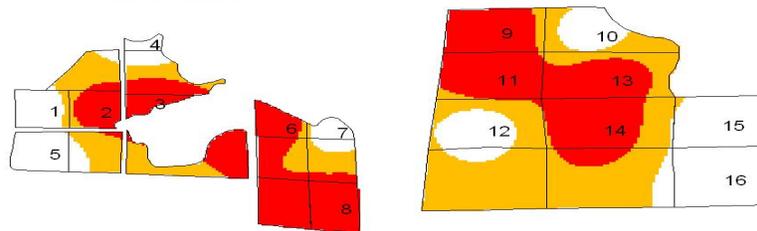


Figura 23. Mapa de la distribución del minador en dos lotes distintos pertenecientes al mismo grupo de aplicación en el cultivo de melón para exportación. El color rojo indica altas poblaciones de una plaga específica. Los colores naranjas y blanco indican bajas poblaciones o presencia nula respectivamente.

Todas las enfermedades y plagas escogidas para ser evaluadas, corresponden a patógenos importantes y problemáticos para el cultivo. Además se tienen registros de temporadas anteriores, en la zona, los cuales confirman su presencia y cuidados respectivos.

Tanto el monitoreo como las aplicaciones de agroquímicos se realizan con base en los distintos grupos de aplicación de los lotes. El sistema contiene una pantalla con los botones de los distintos grupos de aplicación de cada uno de los lotes. El SITEC muestra (Figura 24) una pantalla que representa el comportamiento poblacional de las plagas y enfermedades. En esta pantalla se incluye también las válvulas a las cuales dicho grupo de aplicación pertenece. Dicha figura se origina a partir de un cuadro de Excel el cual posee los datos que vienen del campo (Figura 24).

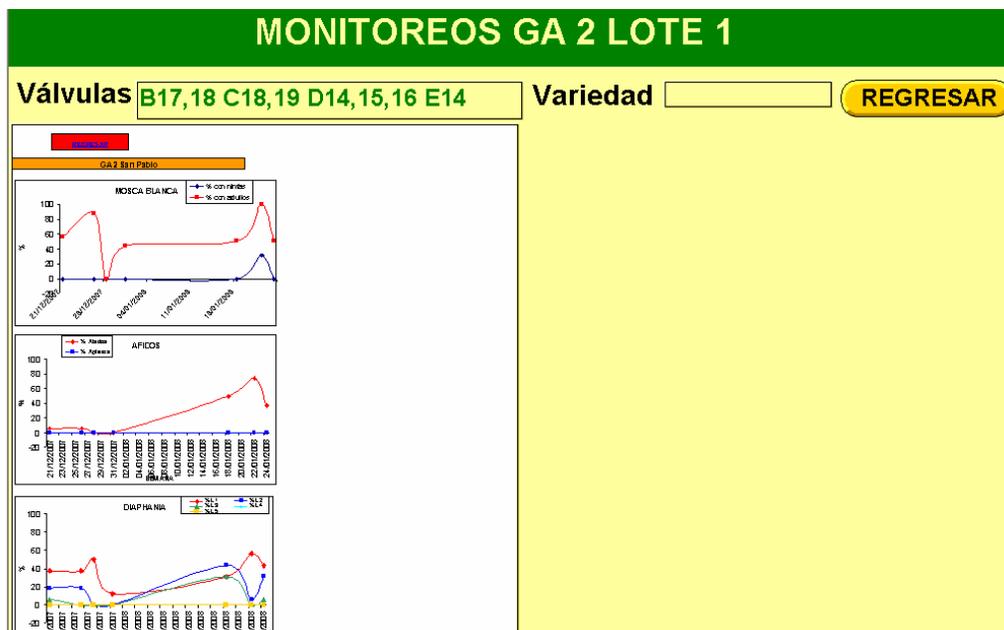


Figura 24. Pantalla del SITEC que muestra los gráficos del comportamiento de las distintas plagas en un grupo de aplicación específico para el cultivo de melón de exportación.

Las hojas de recolección de la información en el campo, contienen como información fija la fecha del monitoreo, el grupo de aplicación, las válvulas que corresponden a dicho grupo y el encargado del

monitoreo. En cada punto de evaluación se revisa la condición de la población de todas las plagas y enfermedades, a saber, áfidos, mosca blanca, Diaphania, Spodoptera, Lyriomiza, Mildiu Polvoso, Mildiu Velloso y virus.

Como herramienta adicional, los datos son ingresados también en un programa llamado Arc View®, el cual es utilizado para producir un mapa (Figura 23) que muestra la situación poblacional de los patógenos en dicho grupo de aplicación. Sin embargo, por razones prácticas, la empresa decidió no incluir estos mapas en el SITEC, ya que como se produce uno por monitoreo y por patógeno evaluado, la empresa consideró que la información es excesiva. En otro archivo, el técnico puede consultar el mapa y utilizarlo como una herramienta adicional para la toma de decisiones.

4.8.2.5. Pronóstico de cosecha

La información obtenida de las evaluaciones en el campo es ingresada en un cuadro. Este contiene distintas columnas con distintos tipos de información.

La hoja de recolección de la información del pronóstico de cosecha, contiene los datos de la cantidad de frutas de cada calibre por metro

lineal. Como información complementaria, contiene el nombre del lote, fecha de evaluación, fecha de cosecha, variedad y encargado.

En el SITEC, se muestra una pantalla (Figura 25) con los botones pertenecientes a cada lote de la empresa y cuando se ingresa en alguno de ellos, se observa una hoja electrónica (Figura 26) que contiene la siguiente información: número de válvula, área, variedad, cantidad de fruta por calibre (calibres evaluados: 5,6,7,8,9,10,12), total de frutos, frutos por planta, cajas por hectárea, total de cajas y toneladas por hectárea. Estos 5 últimos aspectos son generados automáticamente por la hoja electrónica.



Figura 25. Pantalla ejemplo que muestra la ruta a seguir en el SITEC para observar los datos de pronóstico de cosecha en un lote específico para el cultivo de melón de exportación.

PRONÓSTICO DE COSECHA LOTE 2

REGRESAR

Válvula	Área	Variedad	Calibres de Empaque								Total Frutos	Frutos/ planta	Total cajas	Cajas/ ha	
			5	6	7	8	9	10	11	12					
18	2.3	Blanco	28000	30000	25000	2500	5000	1250	1300	500	93550	10	15324	6663	
13	2.8	Tan Dew	17000	34000	42000	23500	5000	2000	1000	850	125350	16	18921	6757.7	
6	1.3	Tan Dew	12000	22000	26500	12350	8000	1360	850	420	83480	5	12533	9641	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
											0	# iD IV /0 !	0	# iD IV /0 !	
Área Total	6.4										Totales	302380	86	46779	7309.2

Figura 26. Pantalla con los datos de pronóstico de cosecha de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.

4.8.2.6. Pérdida de empaque

Las pérdidas en empaque se cuantifican de dos formas. Una es la cantidad de fruta perdida en donde la información se digita en un cuadro en el cual cada fila es para un lote específico, así se facilita el análisis y observación de la misma (Figura 27).

PÉRDIDAS PLANTA EMPAQUE LOTE 1

ANÁLISIS DE PARETO

REGRESAR

Válv.	Motivo de rechaz	Cantida	Porcent	Acumulado
4	Quema de sol	10	20	20
4	Daño por gusano	9	18	37
4	Maduro	8	16	53
4	Verde	6	12	65
4	Melón deforme	5	10	75
4	Melón pequeño	4	8	82
4	Melón grande	3	6	88
4	Golpe fresco	2	4	92
4	Herida de corta	2	4	96
4	Suciedad	1	2	98
4	Pedúnculo pequeño	1	2	100
4	Mancha de agua	0	0	100
4	Virosis	0	0	100
4	Otros	0	0	100

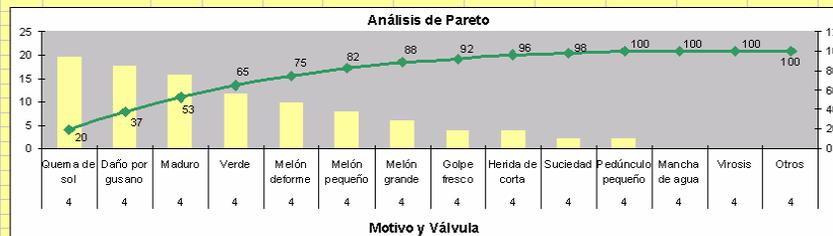


Figura 27. Análisis de Pareto en el SITEC de las pérdidas en empaque de un lote específico para el cultivo de melón de exportación.

La otra forma es por medio de un análisis de Pareto (Figura 27), el cual determina el porcentaje de pérdida correspondiente a cada motivo. Así, se pueden tomar decisiones rápidas y con un mayor grado de confiabilidad con respecto a las acciones correctivas que hay que realizar, ya sea en el campo o en la planta empaadora.

Además, utilizando este sistema de Pareto, la Gerencia y el Departamento Técnico puede conocer con certeza el motivo de la pérdida que está causando los mayores problemas y así corregirlo, es decir, atacar los problemas del mayor al menor.

Al igual que en el caso anterior, el botón que corresponde a la pérdida de empaque en la pantalla menú o pantalla principal,

conduce a una pantalla con botones pertenecientes a cada uno de los lotes de la empresa (Figura 28).



Figura 28. Pantalla que muestra la forma de ingreso en el SITEC para observar los datos de pérdidas en empaque en un lote específico para el cultivo de melón de exportación.

Al seleccionar un lote específico, el programa se dirige hacia una pantalla que contiene un análisis de Pareto en forma de figura, además de un cuadro que contiene cada uno de los motivos de rechazo en empaque ordenados de mayor a menor según la cantidad de fruta de cada uno de ellos (Figura 27). Además, el cuadro también muestra otras dos columnas, una con el porcentaje que representa esa cantidad del total y otra con los valores de porcentaje acumulados.

En la hoja de campo para la toma de datos, en este casos sería en la planta de empaque, existe una columna con todos los motivos de

pérdida a evaluar y se anota a la par de cada uno cuántas frutas se contabilizaron con dicho problema. Luego se ingresa la información en las hojas electrónicas y se produce el cuadro y el Pareto correspondiente.

4.8.2.7 Eficiencia

En este Factor Crítico para el Éxito no es necesario tomar datos de campo, sino más bien se utiliza información que ha sido creada y analizada previamente.

En la hoja electrónica, por medio de una fórmula, se crea un índice el cual relaciona la cantidad de fertilizante aplicado con la cantidad de fruta producida. Es similar para obtener un índice de los sólidos solubles promedio en un lote específico. La hoja muestra (Figura 29) el valor del índice de eficiencia para la cantidad de fruta producida y para los sólidos solubles totales.

Para simplificar las labores, y como la cantidad de información generada es realmente poca, se crea una hoja electrónica la cual genera un gráfico que nos muestra los valores de dos o más lotes al mismo tiempo.

Por la razón mencionada anteriormente, a la hora de seleccionar la opción de índices de eficiencia en el SITEC, este nos conduce a una pantalla con dos botones, uno para los índices correspondientes a la producción total de frutas y el otro para los índices de la producción de sólidos solubles (Figura 29). Cada uno de estos botones dirige al usuario hacia una pantalla que contiene la hoja electrónica con la información correspondiente a cada lote.



Figura 29. Pantalla que muestra las dos opciones en que se evalúa la eficiencia en el cultivo de melón de exportación.

Se miden estos dos parámetros debido a que, la empresa lo que produce son frutos, esa es su fuente de dinero, por lo que es importante determinar que porcentaje de los insumos invertidos en la producción se traducen o transforman realmente en frutos.

Por otro lado, la calidad del fruto depende mucho de la cantidad de sus sólidos solubles, y esta producción se logra por medio de la fertilización y de la distribución adecuada de los fotoasimilados. Por tal motivo es que se decide cuantificar también que porcentaje o cantidad de los insumos invertidos se transforman en sólidos solubles reales, es decir, al igual que con los frutos, se quiere determinar que porcentaje de los insumos se transforman en dinero (frutos y sólidos solubles), como se observa en la figura 30.

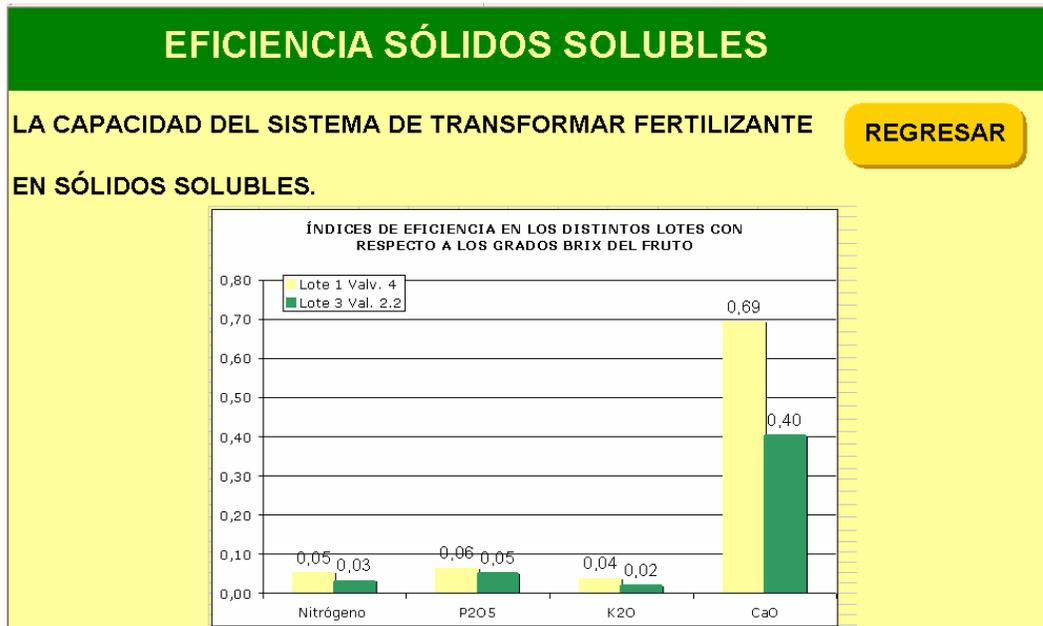


Figura 30. Índice de eficiencia correspondiente a los sólidos solubles producidos por las plantas en dos lotes distintos.

La Figura 31 muestra la eficiencia con que la empresa logró traducir el insumo fertilizante en fruta, más específicamente, en gramos de fruta.

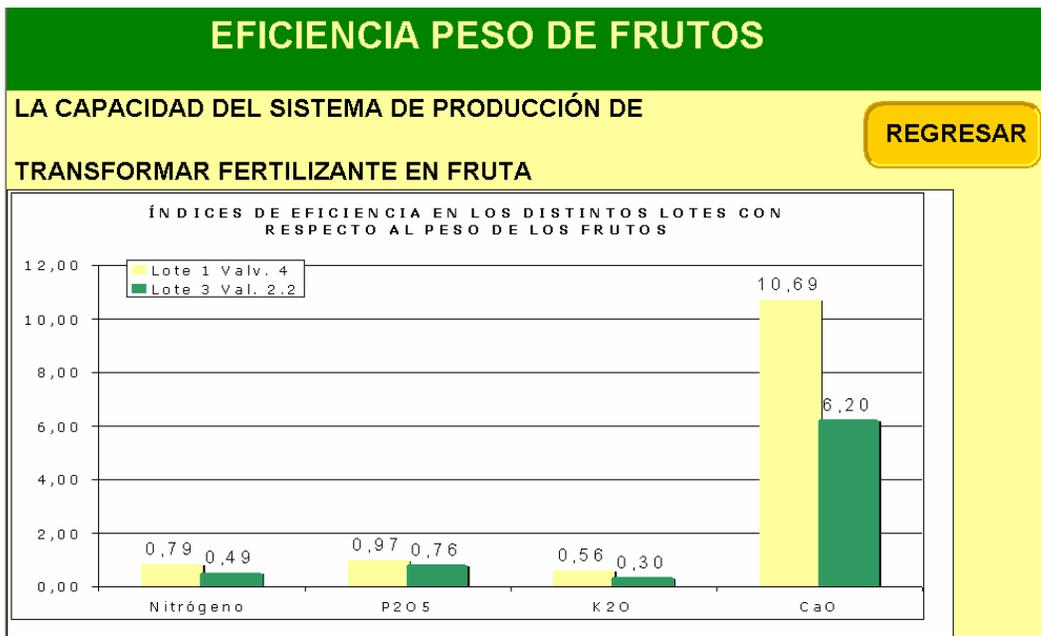


Figura 31. Índice de eficiencia correspondiente al peso de los frutos producidos en los distintos lotes.

4.9 Dinámica en la toma de decisiones de la empresa.

A cada uno de los Factores críticos para el Éxito (FCE) se le hizo un diagrama de flujo para así tener un manual que facilite la toma de decisiones cada vez que se evalúa un FCE o se controla una operación específica.

Se seleccionaron las razones o puntos técnicos que podrían estar ocurriendo para que no se cumpla un FCE específico, posteriormente, dichos criterios se ordenaron según la prioridad o importancia de cada uno de ellos.

Si no se cumple un FCE o éste no está funcionando de la mejor manera, el Departamento Técnico debe revisar inmediatamente el punto uno de la dinámica de la toma de decisiones de ese FCE específico. Si este punto uno funciona adecuadamente, es decir, no hay ningún problema o ningún aspecto negativo con el mismo, se procede a revisar el punto dos, y así sucesivamente hasta que se llegue a la raíz y al causante del problema.

El objetivo de crear diagramas para la dinámica de la toma de decisiones es estandarizar los procedimientos para el Departamento Técnico, evitar decisiones erróneas por omisión y agilizar las acciones correctivas respectivas para cada uno de los FCE, máxime que la información necesaria para tomar las decisiones se encuentra en el SITEC.

Además, de esta forma la empresa se asegura que las decisiones que se tomen para corregir cualquier problema o situación en particular son las correctas y estén basadas en un análisis seguro y confiable previamente hecho por la Gerencia y el Departamento Técnico, lo cual es una herramienta importante de utilizar en un cultivo tan acelerado y veloz como lo es el de melón.

4.9.1. Diagramas de flujo para la toma de decisión de los FCE correspondientes al Control de Operaciones (CO).

4.9.1.1. Aplicaciones de Agroquímicos

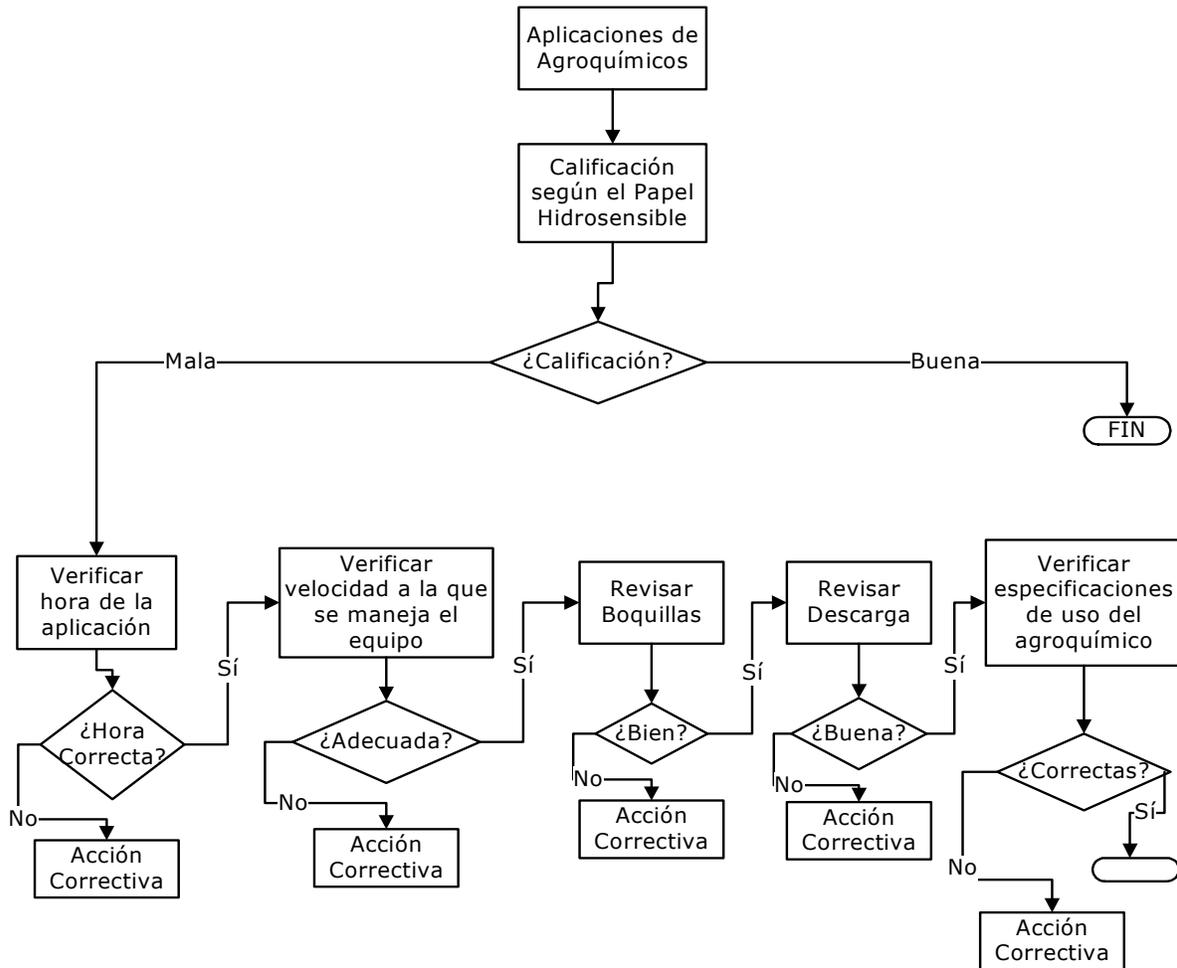


Figura 32. Diagrama de la Dinámica de la toma de decisiones para la aplicación de agroquímicos para el cultivo de melón de exportación.

4.9.1.2. Cosecha

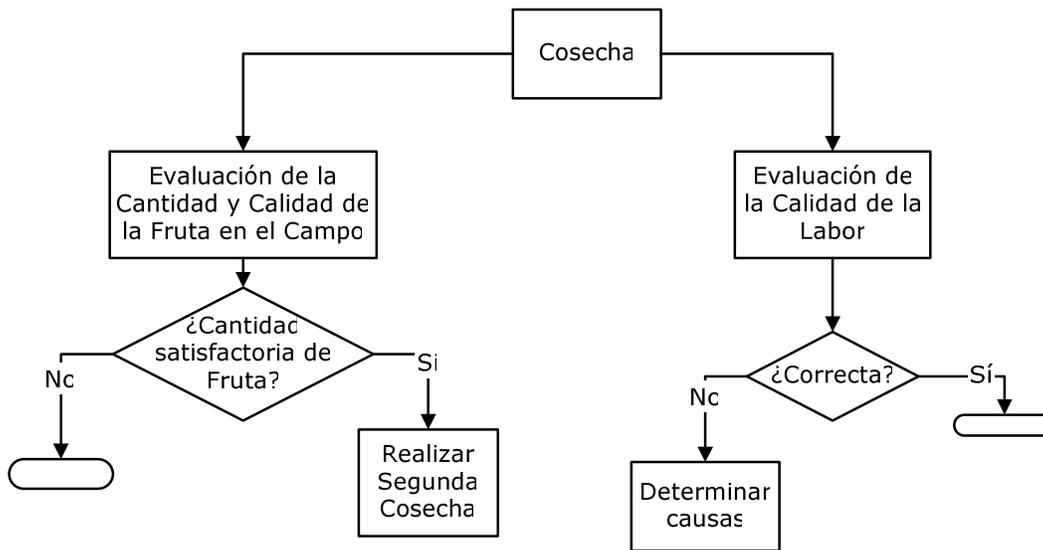


Figura 33. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control de la cosecha para el cultivo de melón de exportación.

4.9.1.3. Fertilización

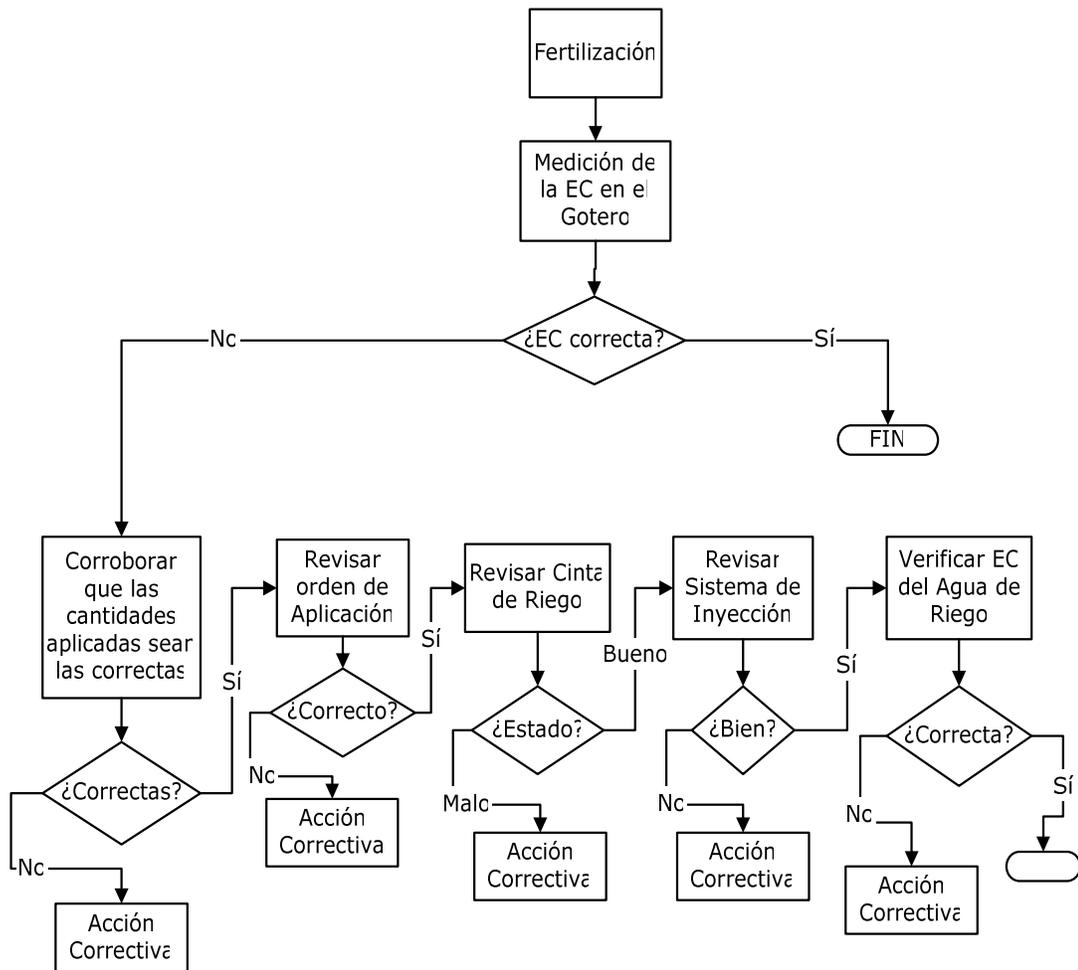


Figura 34. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control de la fertilización en el cultivo de melón de exportación.

4.9.1.4. Inventario de Plantas

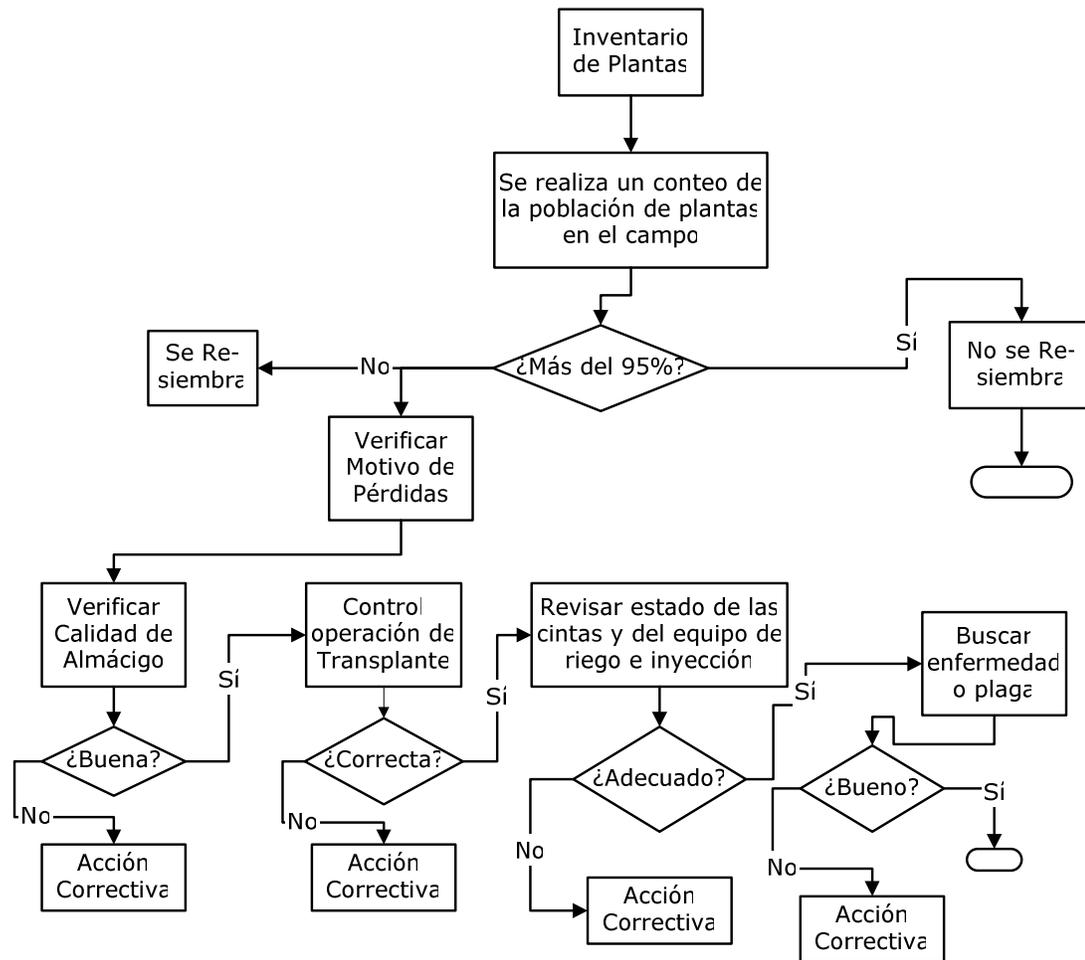


Figura 35. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el control del inventario de plantas en el campo para el cultivo de melón de exportación.

4.9.2 Diagramas de flujo para la toma de decisión de los FCE correspondientes al Desempeño del Cultivo (DC).

4.9.2.1 Fenología

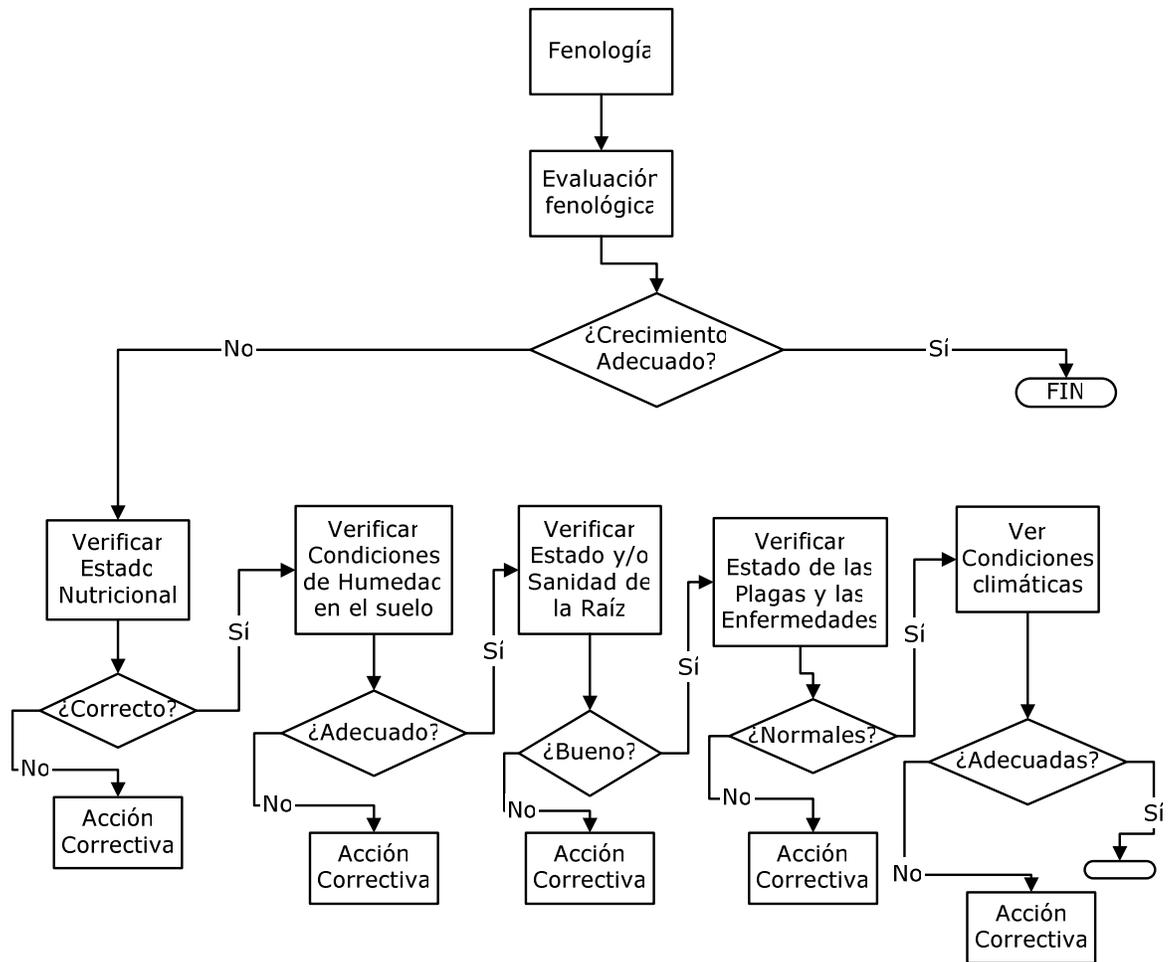


Figura 36. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la fenología para el cultivo de melón de exportación.

4.9.2.2. Nutrición

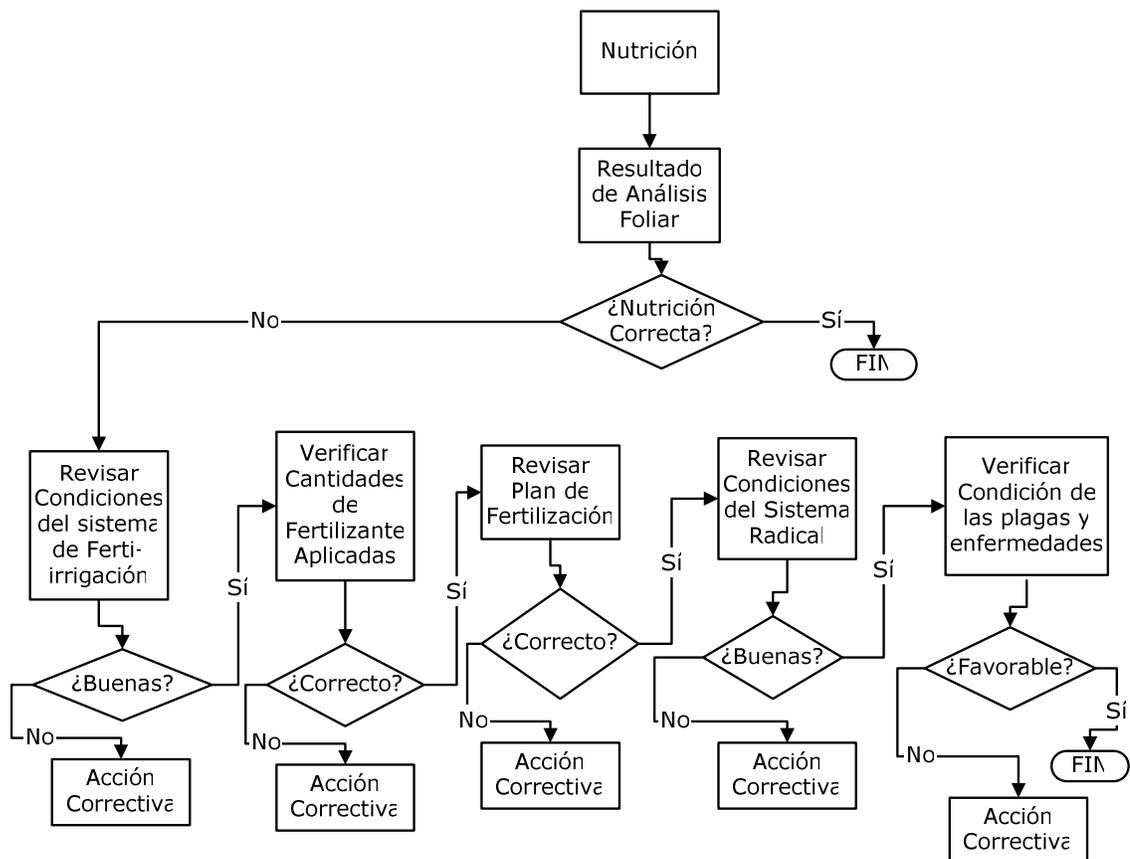


Figura 37. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la nutrición en el cultivo de melón de exportación.

4.9.2.3. Plagas y Enfermedades

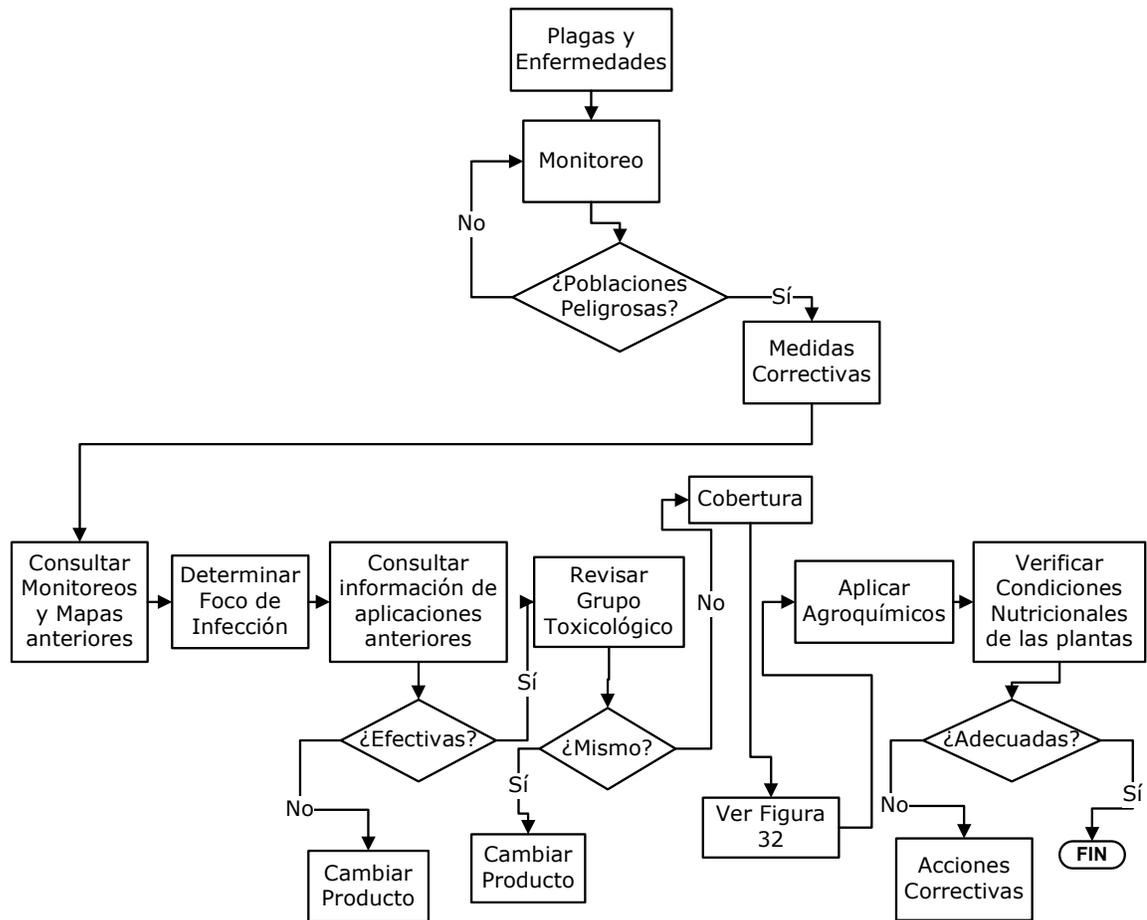


Figura 38. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de las plagas y enfermedades en el cultivo de melón de exportación.

4.9.2.5. Pronóstico cosecha vs. estimado de producción.

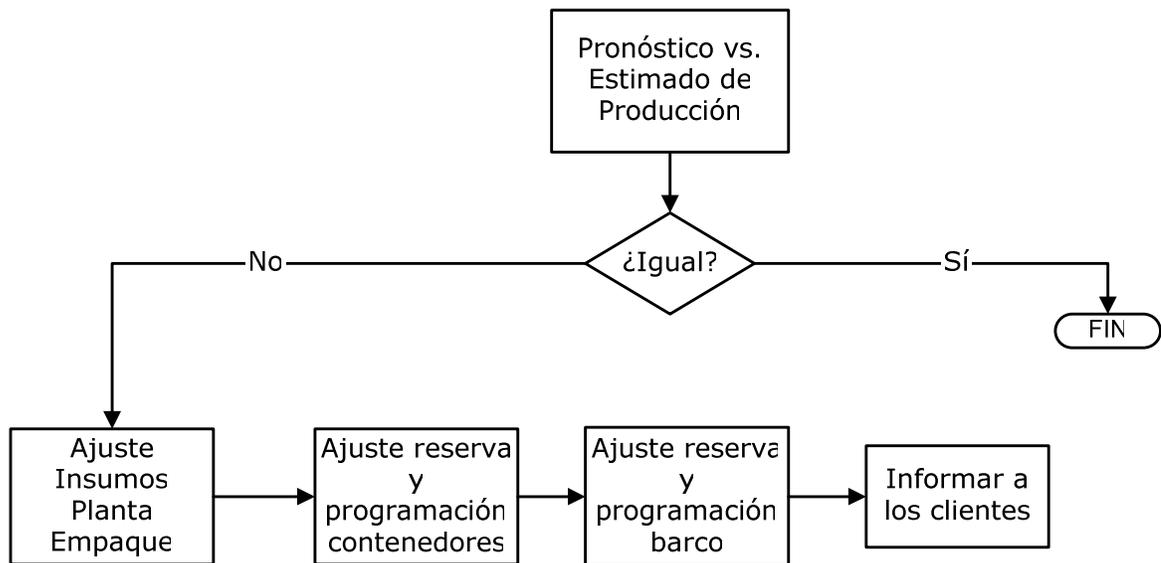


Figura 40. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para la comparación entre el pronóstico de cosecha y el estimado de cosecha, en el cultivo de melón de exportación.

4.9.2.6. Pérdidas en Empaque

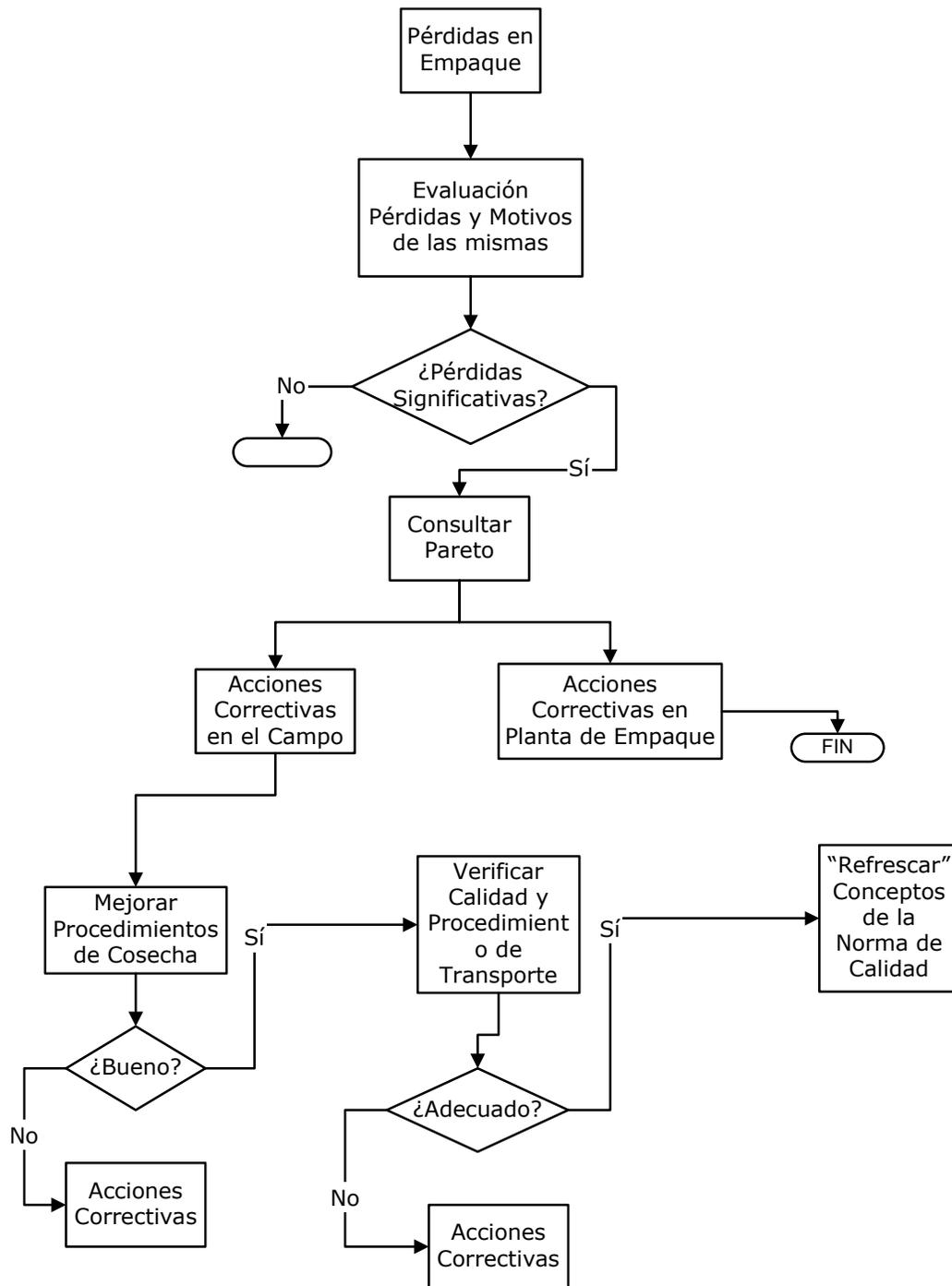


Figura 41. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de las pérdidas en empaque en el cultivo de melón de exportación.

4.9.2.7. Eficiencia

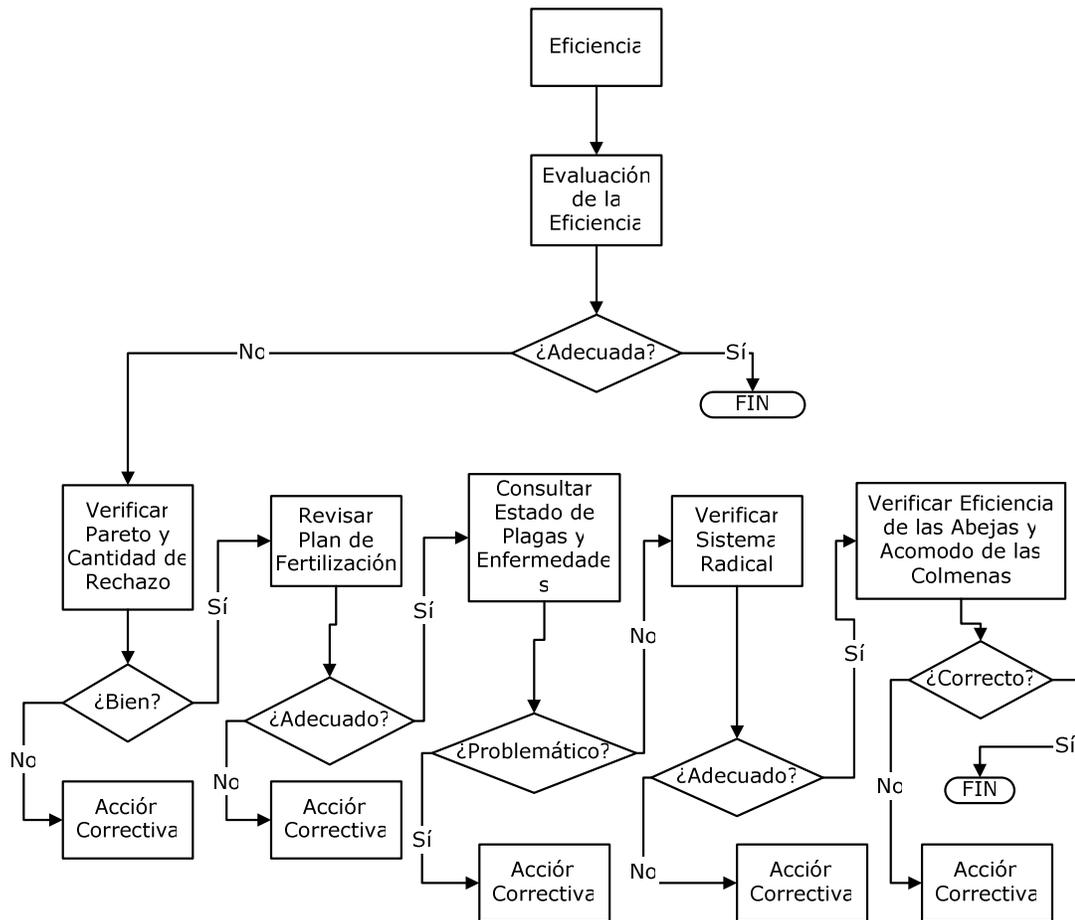


Figura 42. Diagrama de la dinámica de la toma de decisiones para el desempeño de la eficiencia en el cultivo de melón de exportación.

4.10 Dinámica del flujo interno de la información y de la custodia de la información.

Las hojas de recolección de la información se entregan a los trabajadores encargados de realizar las evaluaciones en el campo.

Una vez que se tiene la información debidamente recolectada, las hojas se entregan al agrónomo encargado de la administración del SITEC. Él es el encargado de supervisar la forma cómo se toma los datos en el campo y de revisar y validar la información proveniente del campo y autorizar el ingreso de la misma al SITEC.

La información pasa al encargado de digitar e ingresar los datos al sistema. Esto debe de hacerse antes de las 5 de la tarde de cada día. Esta hora fue acordada por la Gerencia como la hora límite para ingresarla. Después de las 5 p.m. tanto el Departamento Técnico como la Gerencia consultan el SITEC para saber el estado actual del cultivo en el campo, y para programar las decisiones y labores necesarias según lo que el sistema les indique.

Si se observa algún FCE que pertenece a la sección de Control de Operaciones (CO), el gerente administrativo hace un Círculo de Calidad con los encargados de la labor para hacer mejoras en dicho aspecto, mientras que si muestra algún FCE perteneciente al

Desempeño del Cultivo (DC), se toman las decisiones necesarias para implementar mejoras en el cultivo.

Como se dijo anteriormente, antes de que se digite la información, el agrónomo encargado de administrar el sistema la revisa y decide si ésta se ingresa, con el objetivo de ingresar únicamente datos reales y coherentes, es decir, asegurar que se cumpla con el concepto de "calidad de la información".

Por tal motivo, si no se revisa la información, se puede estar trabajando con información falsa que promueva la toma de decisiones equivocadas por parte del Departamento Técnico y de la Gerencia, ya que siempre hay que considerar el error humano en cualquier proceso, actividad o labor.

4.10.1 Custodia de la Información

El programa y las hojas electrónicas correspondientes, se encuentran en la red interna de la empresa, sin embargo, sólo se puede ingresar al sistema por medio de una computadora que está a cargo del Técnico en Computación, con el fin de evitar errores, confusiones, mal uso o fugas de información, ya que esta información tiene mucho valor para la empresa y forma parte de su capital, por lo que es necesario y obligatorio cuidarla y custodiarla como se debe.

Por tal motivo, es que se debe, para ello, tener un respaldo del SITEC, el cual debe actualizarse diariamente, se hace un disco espejo del disco en donde se encuentra guardado el sistema y las herramientas necesarias para su funcionamiento.

La custodia de la información y el flujo interno de la misma, se muestra en la figura 43.

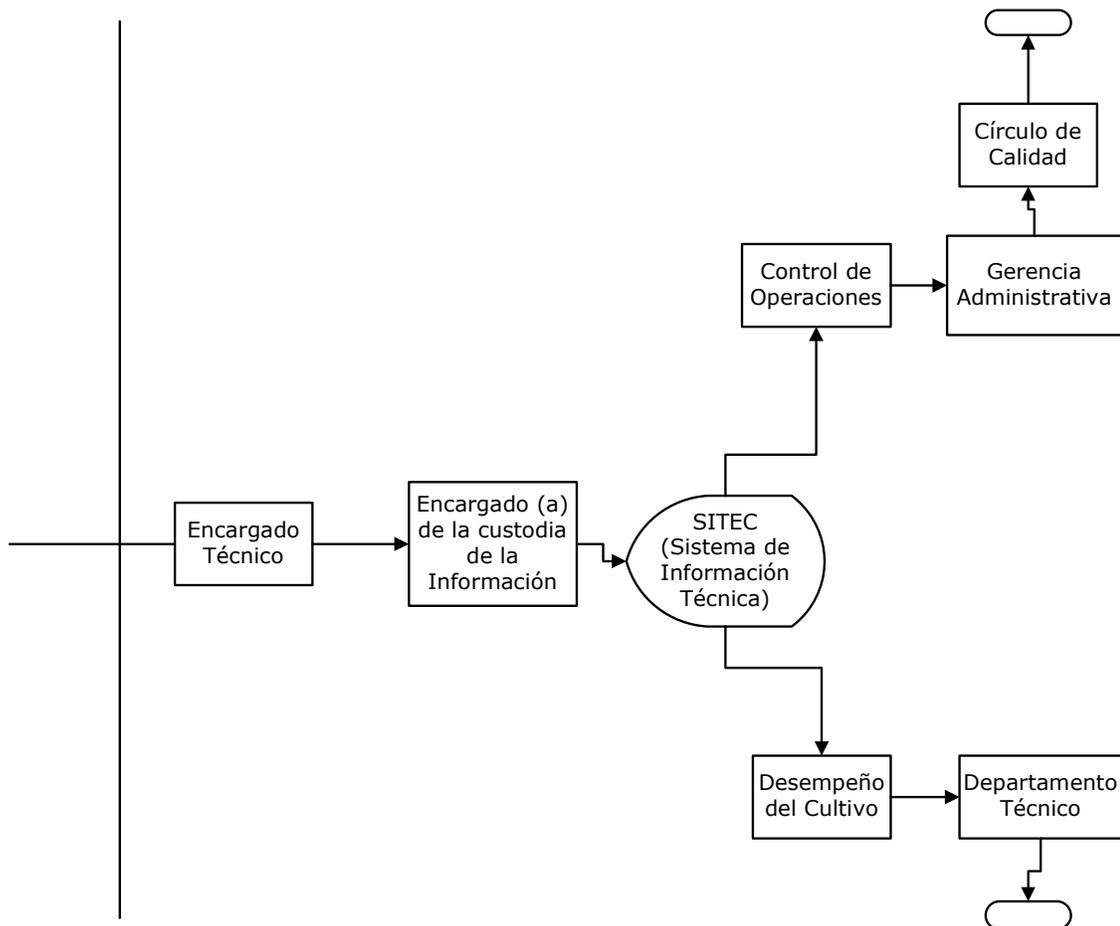


Figura 43. Diagrama de la custodia de la información y flujo interno de la misma en una empresa productora de melón para exportación.

4.11 Resultados de la operación del sistema, observaciones, ajustes, efectividad, limitantes y utilidad.

4.11.1 Calidad de la información

Hubo problemas con la calidad de la información, ya que en ciertas ocasiones el sistema de información y las hojas electrónicas estaban hechos para que se ingresara la información de un lote, finca y/o válvula específica con sus respectivas variedades, y en el curso de la temporada esto cambiaba por lo que había que volver a hacer las hojas correspondientes. Este tipo de inconveniente provocó una pérdida enorme de tiempo ya que muchas veces no se podía avanzar debido a diferencias entre la información del campo y las herramientas del sistema de información.

También, con respecto al punto anterior, en el caso específico de la información de la fenología del cultivo, tanto la curva patrón del año anterior como la hoja para la toma de datos, estaban hechas para realizar evaluaciones cada siete días, es decir, semanales, sin embargo, esta temporada la empresa tomó la decisión de realizarlas cada cinco días por lo que no hubo concordancia entre la información de campo y las herramientas del sistema. Hubo que adecuar la información para que ésta coincidiera y existiera uniformidad con la de la temporada anterior.

En lo que respecta al inventario de pérdidas, la empresa tenía un sistema de medirlo en el campo y de solventar el problema de la pérdida de plantas, sin embargo, esto no se comunicó y se hizo un sistema de toma de datos que no era compatible con el de ellos, por lo que no se pudo contar con esa información durante la temporada del presente año.

No se pudo monitorear o controlar si realmente a la planta le estaba llegando la cantidad de fertilizante que le correspondía, es decir, no se pudo evaluar la fertilización. Esto debido a la forma en que se hacen las fertilizaciones en la empresa ya que el agua corre por la tubería y en una zaranda, se va depositando el fertilizante. El problema con esto es que no todo el fertilizante se pone al mismo tiempo, por lo que no se puede medir la EC correspondiente, sino que, se va poniendo uno a uno cada tipo de fertilizante mientras el agua corre a través de la tubería y cada uno tiene una EC distinta. Si se pusiera todo el fertilizante al mismo tiempo, por ejemplo, si se mezclara en una tanqueta, respetando la compatibilidad entre las fuentes, antes de inyectarlo al sistema, se sumaría la EC del agua de la mezcla y se tomaría el dato, el cual va a ser corroborado en los goteros de las cintas de riego.

Es importante mencionar la inconsistencia en el Departamento Técnico y la Gerencia General, ya que no tienen claros los manuales de producción de la empresa, lo cual queda demostrado en el punto mencionado anteriormente sobre la fertilización, ya que la metodología de evaluación de la EC y del modo de evaluar la eficiencia de los fertilizantes se hizo en conjunto con dichos departamentos, lo cual evidencia que ellos no conocen realmente los procesos productivos de su empresa.

Por tal motivo, es necesario repasar dichos manuales de producción antes del inicio de la temporada melonera, tanto los gerentes como los técnicos y encargados de finca, para que estos últimos puedan transferir dicha información a los trabajadores de la empresa, y así exista una concordancia en cómo deben hacerse todos los procesos productivos entre todos los involucrados del proceso productivo.

4.11.2 Ubicación geográfica del proyecto

Es importante mencionar, que por la ubicación geográfica de la mayoría de las empresa agrícolas del país, éstas, si desean contratar y contar con los servicios de un técnico o una empresa que les diseñe y maneje un Sistema de Información Técnica (SITEC), deben contemplar en la negociación y en los costos del mismo, que dichas personas encargadas del sistema no pueden estar trabajando desde

San José e ir y copiar el trabajo hecho durante la semana en el sistema de cómputo de la empresa, ya que se puede perder, tanto la información que se había digitado como parte del trabajo de los encargados del Sistema de Información. Por tal motivo, se recomienda que las personas encargadas de manejar y diseñar el SITEC trabajen únicamente en las computadoras de la empresa, lo cual significa que deben de estar por lo menos dos (2) días de la semana en la zona en donde se encuentra ubicada la empresa a la que se le está instalando un Sistema de Información Técnica.

En la empresa y en la zona se dan constantes cambios de voltaje de la electricidad, en donde hubo ocasiones que por estos motivos, el sistema de cómputo falló y se perdió parte del trabajo realizado.

4.11.3 Resistencia al cambio y comunicación interna

Hubo una gran resistencia al cambio por parte de la empresa, es decir, a cambiar el funcionamiento normal de la toma de decisiones al cual estaban acostumbrados. Se presentó una gran resistencia al uso del sistema técnico de información. La información técnica fluía al gerente general y de él a los operarios y técnicos, cuando en realidad son los técnicos los que le deben de informar al gerente cómo se encuentra el cultivo con base en las observaciones y análisis de la información del sistema técnico.

La implementación de un sistema de información técnica no soluciona el problema de comunicación en las empresas en donde si lo hay, ya que si no se rompe la resistencia al cambio, es decir, si no se rompe la resistencia al uso del sistema por parte de la gerencia, los técnicos y los mandos medios, el problema de comunicación persiste en la empresa.

Para ello, no sólo hay que conocer la forma en que funciona el sistema, ni saber cómo manipularlo, sino que hay que además, hay que cambiar también paradigmas que se tienen sobre el proceso productivo en general, ya que el sistema demanda implementar y realizar prácticas novedosas sobre el manejo técnico del cultivo, así como tomar información del campo que no se acostumbra o acostumbraba a tomar anteriormente.

4.11.4 Ventajas del uso y consecuencias de no utilizar el Sistema Técnico de Información (SITEC) durante el proceso productivo.

Se utilizó el SITEC para documentar el estado nutricional del cultivo por medio de los análisis foliares. Al inicio de la temporada se observó una deficiencia de magnesio (Mg) y de calcio (Ca) las cuales se corrigieron inmediatamente. Al observar en el sistema el plan de fertilización, la empresa se dio cuenta que los aportes de calcio

podrían estar o ser un poco tardíos por lo que se procedió a corregir dicha situación en las siembras posteriores y se mejoró el estado nutricional de las mismas.

Se observó por medio del Sistema de Información Técnica cómo la curva de fenología de la temporada 2008, fue más acelerada que la de la temporada anterior, por lo que es necesario realizar ciertos ajustes para las siembras posteriores con el fin de exigirle al cultivo su máximo potencial.

Cómo consecuencia de no utilizar el sistema de información y por no evaluar la fenología del fruto adecuadamente, la empresa no pudo darse cuenta de que los calibres de los frutos no eran los que se había negociado con el cliente. Por tal motivo, no se pudo gestionar la calidad total de la empresa. Si se hubieran hecho dichas evaluaciones y las observaciones respectivas en el sistema para conocer el comportamiento real de los frutos, el problema de los calibres se hubiera corregido a tiempo sin tener repercusiones negativas, cómo pérdidas en planta de empaque de producto que no cumple con las exigencias y/o características que el mercado exige.

Según observaciones realizadas durante la temporada y según información obtenida a través del proyecto, se concluyó que la pérdida más importante para las empresas productoras de melón,

está relacionada con el punto de inventario de plantas. La mayoría de las empresas de la zona manejan un índice de producción de 0.8 melón por planta, pero cuando se analizó realmente la producción de los lotes, se obtuvieron valores de no menos de 6 melones por metro cuadrado, es decir, 1.5 por planta, por lo que dicho índice tan bajo es debido a la muerte de plantas, es decir, al haber menos plantas en el lote, hay que repartir las frutas producidas por las plantas que sobrevivieron entre todas, las que sobrevivieron y las que no, lo cual disminuye enormemente el índice de producción.

A manera de ejemplo, en un lote de una hectárea se tienen aproximadamente 22.500 plantas, si tenemos un inventario de 85% de las plantas, es decir, una pérdida del 15%, lo cual es un valor común en la empresa, quiere decir que realmente la empresa cuenta con un total de 19.125 plantas. Ahora bien, si a esas 19.125 plantas menos se le multiplican los 1,6 frutos, se obtiene un total de **5.400** y si a eso se le multiplica las 500 hectáreas de la empresa obtenemos un total de **2.700.000** frutos perdidos y si cada fruto cuesta **\$0.10**, la empresa está perdiendo un total de **\$270.000**. Esto sólo en frutos, sin embargo, hay que sumarle todo el dinero invertido en el proceso de producción, lo cual aumenta significativamente la cantidad de dinero perdido.

5. Conclusiones

Por medio del presente trabajo, y de la experiencia generada a través del mismo sobre la actividad de producción de melón en Guanacaste, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Es imprescindible que toda empresa agrícola, si quiere ser eficiente y competitiva, **tenga un sistema de información que le ayude a tomar decisiones** certeras basadas en datos reales provenientes del campo.
2. Toda actividad agrícola, al ser una actividad biológica, está influenciada por una enorme cantidad de variables, las cuales, en la mayoría de los casos, no se pueden controlar. Por tal motivo, la única forma de anticiparse a los cambios en el entorno que puedan afectar el desempeño y producción de las plantas, es a través de sistemas de información que alerten a tiempo al departamento técnico y a la gerencia para que puedan actuar a tiempo y eficientemente.
3. La eficiencia y competitividad de las empresas depende de muchos factores, entre los cuales está la disminución de los costos de producción, la cual se puede lograr únicamente con el

análisis detallado de la información, ya que a través de ella, no sólo se puede disminuir el uso de insumos agrícolas, sino que también se pueden identificar áreas y procesos en donde se pueda innovar, para hacerlo más eficiente, o para disminuir los costos del mismo.

4. Durante el proceso de realización del trabajo, específicamente en la etapa de indagación y consultas a la empresa sobre la descripción y requerimientos técnicos de sus procesos productivos, se llegó a la conclusión que éstos no estaban bien detallados, ni los procedimientos, momentos y parámetros de control de los mismos. Esto es algo indispensable en toda actividad industrial, más en una actividad agrícola por su componente biológico y tal vez más en la actividad melonera, en donde las áreas de siembra son sumamente extensas y se dificulta enormemente el control de los procesos, además que la inversión y el riesgo de la actividad melonera la convierten en una industria de controles estrictos y eficientes.

5. Es necesario que la empresa elabore herramientas y metodologías prácticas de medición y control de más Factores Críticos para el Éxito (FCE) en el proceso de producción de melón, esto con el objetivo de tener controlado la mayor cantidad de procesos posibles y así poder determinar con

información y datos confiables si un específico se hizo adecuadamente o no, ya que muchos de ellos se evalúan de forma visual, lo cual es un método subjetivo y poco confiable. (“Lo que no se mide no se puede mejorar”).

6. Por último, cuando se trabaja en una actividad agrícola, en la gran mayoría de los casos, se trabaja con productos perecederos, por lo tanto, el mercado se convierte en el aspecto más importante del proceso productivo. Si se parte de la premisa de que hay que producir para el mercado, nunca tener que buscar mercado para la producción, es imprescindible que los clientes (mercado) estén satisfechos con el producto que se les entrega, en cuanto a calidad y consistencia. La única forma de cumplir con estos dos aspectos, es a través de los sistemas de información que le permitan a la empresa de antemano, saber cómo está su producto en el campo, cuál es la calidad esperada y si éste va a salir a tiempo o no. De esta forma, es poco probable que se incumpla con los compromisos y así la empresa se asegura un puesto en el mismo y más importante aún, se genera una relación de confianza y dependencia entre ambos.

6. Bibliografía

- Cappella, E. 2002. Agromática. Notas técnicas para apoyo al estudiante. 8ª ed. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 347 pp.
- Chacón, F.; Monge, R. 2002. Costa Rica Digital. Cerrando la brecha digital en Costa Rica. Acceso y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's). San José, Costa Rica. CAATEC. 50p.
- Davis, G.; Casady, W. y Massey, R. 1998. Precision agriculture: an introduction.
<http://muextension.missouri.edu/xplor/envqual/wq0450.htm>
- Díaz, J.R. 2005. Los factores críticos de éxito: Una herramienta esencial para la dirección por objetivos.
<http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/loesencial.htm>
- Drucker, P.F. 2003. La información que los directivos necesitan realmente. In. Cómo medir el rendimiento de la empresa. Harvard Business Review. Barcelona, España. 245 pp.
- Durán, A.; Mora, D. 2004. Mejoramiento y competitividad técnica de las empresas productoras de productos agrícolas no tradicionales para la exportación en Costa Rica. Revista de Agricultura Tropical 34: 01.
- Durán, A.; Gonzáles, M.I.; Mora, D. 2005. Desarrollo de un sistema para cuantificar y analizar la competitividad técnica de las empresas exportadoras. Revista de Agricultura Tropical 35: 51-60.

Figuerola, L.R.; Pomareda, C.; Sánchez, J.A.; Pérez, J.M. 2001. La Agricultura de Alto Valor Agregado: Motor de la Competitividad Centroamericana. In. Competitividad Empresarial en Centroamérica. Ed. Alberto Trejos, Arturo Condo. INCAE, CLACDS. Alajuela, Costa Rica. 419 pp.

Küllmer, V 2001. Factores críticos de éxito.

http://www.asimet.cl/pdf/Enapyme%202001/Factores_critico_de_exito_para_la_Pyme_Industrial.pdf

Laudon, J.P.; Laudon, K.C. 1996. Administración de los Sistemas de Información. Organización y Tecnología. Trad. al español por J. Rodríguez Rodríguez. Prentice Hall Hispanoamericana, Méjico. 525,527p.

Laudon, J.P.; Laudon, K.C. 2004. Sistemas de Información Gerencial. Administración de la Empresa Digital. Trad. al español por A. Núñez Ramos. Pearson Prentice Hall, Méjico. 534 pp.

López, J.L. 1999. Calidad alimentaria: Riesgos y controles en la agroindustria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 316 pp.

Mesén, V. 2007. Los activos biológicos. Revista TEC Empresarial. 1:3.

NC State University. 2000. Precision Agriculture: a comprehensive approach.

<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/agmachie/precision>

Prahalad, C.K. 1997. Replanteando la competencia. Estrategias para el crecimiento. In. Repensando el futuro. Ed. Rowan Gibson. Grupo editorial Norma. Bogotá, Colombia. 319 pp.

Raymond, H.A. 1986. Administración en la tercera ola. Los contornos competitivos. Compañía editorial continental, S.A. Méjico. 292 pp.

Rodríguez, M.; Torres, M. 2003. La competitividad agroalimentaria de los países de América Central y el Caribe en una perspectiva de liberalización comercial. CEPAL-ECLAC. Santiago de Chile. Serie Desarrollo Productivo #139. 148 p.

Ruiz-Canela, J. 2004. La gestión por calidad total en la empresa moderna. RA-MA Editorial. 488 pp.

Whelan, B.; McBratney, A. y Boydell, B. 2001. The impact of precision agriculture. Australian Centre for Precision Agriculture.
<http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa/impact.htm>

Yávar, C. 2005. Importancia de las TI (Tecnologías de información) y SI (Sistemas de información) en la producción agrícola.
<http://www.gestiopolis.com/Canales4/ger/delasti.htm>

ANEXOS

ANEXO 1

Anexo 1. Hoja del control de las aplicaciones de agroquímicos en el campo.

ANEXO 2

Anexo 2. Hoja de toma de datos semanales en el campo del comportamiento fenológico del cultivo.

Días Después de la siembra	# nudos tallo principal y/o guía más larga					Diámetro Fruto más Grande				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7 DDS										
14 DDS										
21 DDS										
28 DDS										
35 DDS										
42 DDS										
49 DDS										
56 DDS										
63 DDS										

ANEXO 3

Anexo 3. Hoja de la toma de datos del inventario de plantas en el campo.

Punto de evaluación	Cantidad de plantas perdidas	Porcentaje de pérdida en cada punto
1		0
2		0
3		0
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0
11		0
12		0
13		0
14		0
15		0
16		0
17		0
18		0
19		0
20		0
Promedio	#¡DIV/0!	
% Pérdida total		0

ANEXO 4

Anexo 4. Hoja de control en el campo de la cantidad de frutos cosechados.

Fecha de Cosecha:	
Lote:	
Válvula:	
Área de la válvula:	
Cantidad de frutos cosechados	
Primera cosecha	
Segunda Cosecha	
Tercera Cosecha	

ANEXO 6

Anexo 6. Hoja de control de la pérdida de plantas en el campo.

Fecha de Evaluación:		
Lote		
Válvula:		
Área de la Válvula		
Pérdidas de plantas en campo		
	1 Evaluac.	2 Evaluac.
Total Teórico de plantas		
Cantidad de plantas en el campo		
Número de plantas perdidas		
Pocentaje de pérdida		

ANEXO 7

Anexo 7. Hoja de control de los motivos de pérdida de fruta en la planta empacadora.

Válvula	Motivo de rechazo	Cantidad	Porcentaje	Acumulado
	Quema de sol			
	Daño por gusano			
	Maduro			
	Verde			
	Melón deforme			
	Melón pequeño			
	Melón grande			
	Golpe fresco			
	Herida de corta			
	Suciedad			
	Pedúnculo pequeño			
	Mancha de agua			
	Virosis			
	Otros			

ANEXO 8

Anexo 8. Hoja de la toma de datos del pronóstico de cosecha en el campo.

Válvula	Área	Variedad	Calibres de Empaque								Total	Frutos/	Total	Cajas/	Toneladas/	
			5	6	7	8	9	10	11	12	furtos	planta	cajas	ha	ha	
Área Total	0										Totales	0	#IDIV/0!	0	#IDIV/0!	0