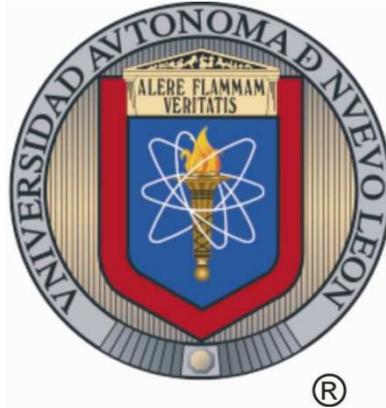


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA
PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
CULTIVADO EN INVERNADERO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

PRESENTA

JORGE ARNOLDO FLORES ALARCÓN

ESCOBEDO, N. L.

AGOSTO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA
PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill.*)
CULTIVADO EN INVERNADERO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

PRESENTA

JORGE ARNOLDO FLORES ALARCÓN

ESCOBEDO, N. L.

AGOSTO 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA
PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill.*)
CULTIVADO EN INVERNADERO**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

PRESENTA

JORGE ARNOLDO FLORES ALARCÓN

ESCOBEDO, N. L.

AGOSTO 2013

REVISADA Y APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO PARCIAL DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COMITÉ PARTICULAR Y APROBACIÓN DE LA TESIS

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz
Asesor principal

Ph. D. Rigoberto E. Vázquez Alvarado
Asesor Auxiliar

Dr. Roberto Carranza de la Rosa
Asesor Auxiliar

Ph. D. Rigoberto E. Vázquez Alvarado
Subdirector de Posgrado e Investigación
Facultad de Agronomía - Universidad Autónoma de Nuevo León

DEDICATORIA

Para mi familia, en especial a mi padre Jorge Arnoldo junto con mi madre Teresa Isela y a mi hermana Isela Amissadday por el arduo esfuerzo y su respaldo inquebrantable en todo momento, por forjarme como un hombre de bien y hacerme una persona con ganas de trascender pero sobre todo por enseñarme a enfrentar la vida y ver siempre hacia adelante ofreciéndome con su ejemplo lo mejor de cada uno de ustedes.

De igual manera a Dios por darme todo lo que hasta el día de hoy tengo, por las experiencias y vivencias que me ha hecho pasar para llegar hasta donde me encuentro el día de hoy, por ser mi guía incondicional y siempre estar derramando bendiciones sobre mi e inspirándome con su legado a ser una persona diferente.

Finalmente a todas aquellas personas que están conmigo siempre, a los que comparten su vida conmigo y a todos los que en algún momento se cruzaron en mi vida que con sus ejemplos, sus consejos y sus palabras me enseñaron que el aprendizaje, la pasión, los valores y las virtudes son infinitas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Emilio Olivares Sáenz, por su enorme gratitud de ayudarme de manera muy particular con la presente investigación, pero sobre todo por su inmensa vocación de enseñar, su siempre buena disposición de compartir y sus innumerables muestras de apoyo hacia conmigo.

A todos mis maestros que implícitamente con sus experiencias, lecciones y vivencias me impulsaron a recorrer este camino consiguiendo confabular esta parte fundamental de mi carrera profesional.

A los productores del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia y especialmente al grupo operativo de AGROS Consultores por las facilidades otorgadas directamente en la realización del presente trabajo

A mis compañeros por siempre brindarme su ayuda, buena voluntad, momentos y pláticas interminables.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Nombre: Jorge Arnoldo Flores Alarcón.

Candidato a: Maestro en Ciencias en Producción Agrícola.

Título de Tesis: Evaluación de tiempos y movimientos en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cultivado en invernadero.

Área de estudio: Agricultura Protegida (Invernaderos).

Educación: Ingeniero Industrial y de Sistemas con Certificación en Ingeniería Agroindustrial por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Monterrey (Miembro de la Generación Diciembre 2007).

Experiencia Profesional: Dow AgroSciences México (2012 – A la fecha)

Monsanto México (2008 – 2009).

Centro de Estudio del Agua para América Latina y el

Caribe del Tecnológico de Monterrey (2007 - 2008)

Ing. Jorge Arnoldo Flores Alarcón

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz

INDICE DE CONTENIDO

COMITÉ PARTICULAR Y APROBACIÓN DE LA TESIS	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE APENDICE	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Hipótesis	4
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. La Importancia de la Agricultura Protegida	5
2.2. Definiendo Productividad.....	6
2.3. El Estudio de la Mano de Obra en los Invernaderos	7
2.4. Panorama de la Agricultura Protegida	11
2.5 Desarrollo de la Agricultura Protegida en México.....	15
2.6 Importancia y Producción de Tomate en el Mundo.....	19
2.7 Importancia y Producción de Tomate en México.	20
2.8 Panorama de la Agricultura Protegida en Nuevo León....	21
2.9 Los Sistemas de Control de Gestión en un Invernadero. 22	
2.9.1. La función administrativa del control.....	22
2.9.2. El control de la gestión y sus elementos.....	29
2.9.2.1 Objetivo del control integrado de gestión.....	32
2.9.3 El responsable del control de gestión.	32
2.9.3.1 El grupo operativo.....	33
2.9.3.2 Los responsables operacionales.	33
2.9.3.3 El Contralor.....	35

2.10 Los principios de la Ingeniería de Métodos como marco de los estudios de tiempos y movimientos.	37
2.10.1 Diseño de sistemas de producción	38
2.10.2 Ingeniería de Métodos	42
2.10.2.1 Estudio de métodos	43
2.10.2.2 Técnicas de representación gráfica.....	44
2.10.2.3 Principios de economía de movimientos.	50
2.11. Estudios de Tiempos y Movimientos y sus Aplicaciones como parte de la Gestión Productiva de las Empresas.....	55
2.11.1 Medición o estudio del trabajo	55
2.11.2 Estudio de tiempos con cronómetro	57
2.11.2.1 Pasos básicos para la ejecución de un estudio de tiempos con cronómetro	58
2.11.2.2 Técnica para estudio de tiempos: método continuo	58
2.11.3 Ejemplo de estudio de tiempos: Producción de Plántula	59
2.11.3.1 Estudio de tiempos para Producción de Plántula	60
2.11.3.2 Cálculo de Tiempo Normal y Estándar para Producción de Plántula	63
III MATERIALES Y METODOS.	74
3.1 Información General del Área de Estudio	74
3.2 Caracterización Climática del área de estudio	75
3.3 Caracterización Tecnológica del área de estudio	75
3.4 Diseño y dimensiones de los invernaderos.....	76
3.5 Actividades Agronómicas para la Producción de Tomate en Invernadero	77
3.6 Actividades dentro de las Prácticas o Actividades Agronómicas Evaluadas.	78
3.6.1 Producción de plántula.	78
1. Llenar charola de propagación.....	79
2. Compactar sustrato.....	79
3. Colocar semilla.	80
4. Cubrir semilla y regar a saturación.	80

3.6.2 Injerto.....	80
1. Cortar planta patrón.....	81
2. Poner clip de sujeción en planta patrón.....	81
3. Cortar variedad y unir/alinear a planta patrón.....	81
3.6.3 Trasplante.....	82
1. Definir y adecuar marco de plantación.....	83
2. Señalar marco de plantación.....	83
3. Colocar plántula.....	83
4. Cubrir y/o sembrar plántula.....	83
3.6.4 Tutoreo o Entutorado.....	83
1. Poner hilo.....	85
2. Sujetar hilo y planta.....	85
3. Bajar Planta (Actividad Especial de Tutoreo).....	85
3.6.5 Deshoje o Poda.....	88
1. Cortar y retirar hojas de la planta (Actividad Especial).....	90
2. Limpiar pasillos.....	94
3. Recolectar y recoger hojas.....	94
4. Sacar Hojas del invernadero.....	94
3.6.6 Desbrote.....	95
1. Cortar y retirar brotes de la planta (Actividad Especial).....	96
1.1 Cortar y retirar brotes de la planta (altura media).....	97
1.2 Cortar y retirar brotes de la planta (altura máxima).....	98
1.3 Cortar y retirar brotes con Tutoreo (Actividades Conjuntas).....	98
3.6.7 Ciclo de Cosecha.....	99
1. Desprender fruto de la planta y recolectar.....	100
2. Sacar fruto del invernadero.....	100
3.7 Diseño Experimental	101
3.8 Análisis Estadístico.....	101
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	103
4.1 Análisis para Producción de Plántula.....	106
4.2 Análisis para Injerto.....	115
4.3 Análisis para Trasplante.....	126
4.4 Análisis para Tutoreo.....	136
4.5 Análisis para Deshoje.....	152

4.6 Análisis para Desbrote.....	179
4.7 Análisis para Cosecha.....	192
4.8 Análisis para todas las Actividades Documentadas dentro de la Producción de Tomate Cultivado en Invernadero.....	204
V CONCLUSIONES	209
VI BIBLIOGRAFIA	213
APÉNDICE	2199

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie (ha) Destinada a la Agricultura Protegida en México.	13
Cuadro 2. Características Tecnológicas por Nivel de Inversión.	14
Cuadro 3. Distribución de la Superficie (ha) Destinada a la Agricultura Protegida en el Estado de Nuevo León.	21
Cuadro 4. Componentes del Sistema de Control.	30
Cuadro 5. Correlación de los Componentes del Control con los Niveles de Actividad, los Objetivos y los Lapsos de Tiempo.	31
Cuadro 6. El Proceso de Diseño y Producción.	39
Cuadro 7. Gráfica del Proceso de Flujos: Recorrido Típico de Producción de Plántula.	47
Cuadro 8. Ejemplo Cálculo Tiempo Total Producción Plántula.	62
Cuadro 9. Ejemplo Cálculo Tiempo Normal Producción Plántula.	64
Cuadro 10. Ejemplo Cálculo Tiempo Estándar Producción Plántula. ...	67
Cuadro 11. Porcentaje de Tiempo Requerido por Actividad (en base a Tiempo Total) y Coeficientes de Variación Calculados para Trabajadores.	69
Cuadro 12. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Producción de Plántula.	106
Cuadro 13. Cálculo de Tiempo Total Producción de Plántula.	108
Cuadro 14. Calculo de Tiempo Normal Producción de Plántula.	108
Cuadro 15. Cálculo de Tiempo Estándar Producción de Plántula.	109
Cuadro 16. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra Actividad Producción de Plántula.	111
Cuadro 17. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Injerto.	115
Cuadro 18. Cálculo de Tiempo Total para Injerto.	117
Cuadro 19. Calculo de Tiempo Normal para Injerto.	118
Cuadro 20. Cálculo de Tiempo Estándar para Injerto.	119
Cuadro 21. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Injerto.	120
Cuadro 22. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Trasplante.	126
Cuadro 23. Cálculo de Tiempo Total para Trasplante.	128
Cuadro 24. Cálculo de Tiempo Normal para Trasplante.	129
Cuadro 25. Cálculo de Tiempo Estándar para Trasplante.	129

Cuadro 26. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Trasplante.	130
Cuadro 27. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Tutorio.	136
Cuadro 28. Cálculo de Tiempo Total para Tutorio.....	141
Cuadro 29. Calculo de Tiempo Normal para Tutorio.	142
Cuadro 30. Cálculo de Tiempo Estándar para Tutorio.	143
Cuadro 31. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Tutorio.	144
Cuadro 32. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Deshoje.....	152
Cuadro 33. Cálculo de Tiempo Total Deshoje ambas Alturas.	154
Cuadro 34. Calculo de Tiempo Normal Deshoje ambas Alturas.....	156
Cuadro 35. Cálculo de Tiempo Estándar Deshoje Altura Baja.	156
Cuadro 36. Cálculo de Tiempo Estándar Deshoje Altura Media.....	157
Cuadro 37. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra Actividad de Deshoje Altura Baja.....	158
Cuadro 38. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra Actividad de Deshoje Altura Media. ...	159
Cuadro 39. Desglose de Tiempo Invertido y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje en Altura Baja.....	167
Cuadro 40. Desglose de Tiempo Invertido y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje en Altura Media.	168
Cuadro 41. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje Integrado Altura Baja y Media.....	170
Cuadro 42. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Desbrote.	179
Cuadro 43. Cálculo de Tiempo Total para Desbrote ambas Alturas y Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.....	181
Cuadro 44. Cálculo de Tiempo Normal para Desbrote ambas Alturas y Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.....	182
Cuadro 45. Cálculo de Tiempo Estándar Desbrote Altura Media.	183
Cuadro 46. Cálculo de Tiempo Estándar Desbrote Altura Máxima. ..	183
Cuadro 47. Cálculo de Tiempo Estándar Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.....	183
Cuadro 48. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Desbrote Altura Media.....	184

Cuadro 49. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Desbrote Altura Máxima.	185
Cuadro 50. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para las Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.	187
Cuadro 51. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Cosecha.....	192
Cuadro 52. Cálculo de Tiempo Total para Cosecha.	194
Cuadro 53. Cálculo de Tiempo Normal para Cosecha.	194
Cuadro 54. Cálculo de Tiempo Estándar para Cosecha.....	195
Cuadro 55. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Cosecha.	196
Cuadro 56. Comparativo de Tiempo Promedio Estimado, Tiempo Normal y Tiempo Estándar todas las Actividades de Manejo Agronómico Documentadas dentro de la Producción de Tomate Cultivado en Invernadero.....	204

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del Proceso de Control y retroalimentación.	22
Figura 2. Proceso de Control Adaptativo.	23
Figura 3. Proceso de Operaciones: Producción de Plántula.	45
Figura 4. Motion and Time Study: Design and Measurement of Work.	54

INDICE DE APENDICE

Cuadro A1. Tiempos documentados para Producción de Plántula. ..	219
Cuadro A2. Tiempos documentados para Injerto.	221
Cuadro A3. Tiempos documentados para Trasplante.	222
Cuadro A4. Tiempos documentados para Tutorio.	224
Cuadro A5. Tiempos documentados para Deshoje.	226
Cuadro A6. Tiempos documentados para Desbrote.	228
Cuadro A7. Tiempos documentados para Cosecha.	229
Cuadro A8. Formato para Documentación de Campo.	230
Cuadro A9. Análisis Estadístico para Producción de Plántula.	231
Cuadro A10. Análisis Estadístico para Injerto.	233
Cuadro A11. Análisis Estadístico para Trasplante.	235
Cuadro A12. Análisis Estadístico para Tutorio.	237
Cuadro A13. Análisis Estadístico para Deshoje.	239
Cuadro A14. Análisis Estadístico para Desbrote.	241
Cuadro A15. Análisis Estadístico para Cosecha.	243

RESUMEN

Las actividades agronómicas conocidas también como técnica agrícola, labores culturales o prácticas de manejo agronómico en cualquier tipo de explotación agropecuaria implican y comprenden gran importancia en el sentido del óptimo desarrollo de cualquier agroecosistema productivo, por lo que todas las actividades relacionadas con el buen manejo de los cultivos condicionan un factor clave muy importante y juegan un papel trascendental en los sistemas de producción de éste tipo.

En lo que respecta específicamente a la producción de tomate en invernadero, la importancia de estas actividades involucra un considerable alto valor, ya que el tomate es de los cultivos que demanda más mano de obra para su adecuada producción (Calatrava-Requema et al., 2001), enmarcado bajo el contexto de su ciclo productivo y la relación directa que existe con la perspectiva fisiológica de la planta, así como por la demanda y los requerimientos especiales de mano de obra que requiere el cultivo del tomate para la generación de las óptimas condiciones de ambiente y espacio (principalmente) que afectan de manera directa en el buen crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

La importancia de la eficiencia y la forma en cuanto a ¿cómo? se realizan estas prácticas de manejo agronómico conformarán en buena medida los atributos de calidad y las potenciales ventajas competitivas del producto final, así mismo todo el contexto y las implicaciones propias de cada tarea en particular seguramente se encontrarán altamente relacionadas de manera directa entre el desempeño laboral y el valor de las diferentes actividades agronómicas de manera particular, constituyendo en promedio todas éstas aproximadamente el 50% de los costos de operación que oscilan sobre \$1,000,000/ha (Molina-Velázquez, 2010; Garza-Arizpe, 2010).

SUMMARY

Agricultural activities also known as agricultural techniques, cultural practices or crop management practices in any type of farm involved and include great importance within the meaning of optimal development of any agroecosystem, so that all activities related to good management crop condition a very important key factor and play a major role in the production systems of this type.

With regard specifically to the greenhouse tomato production, the importance of these activities involves a considerable high value, because the tomato crop that requires more labor for proper production (Calatrava-Requema et al., 2001), framed within the context of its production cycle and the direct relationship with the plant physiological perspective, as well as demand and special requirements of labor required for the cultivation of tomatoes for generating the optimum and space environmental conditions (mainly) that directly affect the healthy growth, development and yield.

The importance of efficiency and the way in terms of like? are these agronomic management practices will be largely attributes of quality and the potential competitive advantages of the final product, also all the context and implications of each task in particular surely will find highly related directly between job performance and the value of different agronomic in particular activities, constituting on average these approximately 50 of operating costs that vary on \$1,000,000/ha (Molina-Velázquez y Garza-Arizpe, 2010).

I INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, el hombre ha desarrollado alternativas y nuevas técnicas de cultivo para cumplir con las necesidades alimenticias que la creciente población va demandando paulatinamente en el día a día, la productividad en este sentido comienza a tornarse un concepto muy utilizado y sobretodo trascendental en la mayoría de los sistemas de producción de la actualidad involucrando implícitamente conceptos como eficiencia, calidad, rentabilidad, competitividad y optimización de recursos englobando de manera integral el simple hecho de poder producir más y de mejor manera.

Posiblemente los términos calidad, productividad y eficiencia en el sentido estricto en los sistemas de producción bajo invernadero pudieran ser un tanto flexibles y parecer no tan necesarios de implementar, sin embargo es sumamente importante reconocer su gran importancia y mencionar que del total de los recursos asignados y/o de los gastos presupuestados para la producción de una explotación comercial de este tipo, el uso y costeo de la mano de obra directa constituye un poco más de la mitad del valor nominal de todos los gastos operativos generados para la producción.

Por esta razón fundamental es que se vuelve realmente tan importante la correcta y adecuada realización de las actividades agronómicas dentro del invernadero, de manera que se establezcan protocolos con ciertas características muy específicas de operación que se enfoquen a ser altamente productivos y que sus procesos se establezcan dentro de los niveles aceptables de eficiencia del sistema.

Es importante pues contextualizar y analizar más detenidamente el entorno al que nos enfrentamos para darnos cuenta que el control tanto de factores internos como externos “controlables” es sumamente importante ya que de manera natural se establecen relaciones e interacciones que se involucran directamente con el buen desarrollo y rendimiento del cultivo dentro de un invernadero.

En buena medida manteniendo estos factores bajo control o dentro de rangos permisibles que no afecten el óptimo armónico y ecológico, el producto final podrá manifestar una adecuada expresión fenotípica y generar el máximo potencial genético del cultivo, lo que finalmente se verá reflejado en mejores atributos de calidad y una mayor rentabilidad por tener un desplazamiento más sencillo al mercado consolidando buenos ingresos de capital.

Aunque la metodología a utilizar puede no ser ninguna novedad, es importante reconocer que con el paso del tiempo las innovaciones en la gestión del estudio del trabajo han originado una serie de nuevos y prometedores enfoques en las técnicas de estudio y los métodos de la medición del trabajo como el caso que exploraremos dentro del presente trabajo de investigación. Por la naturaleza del crecimiento sostenido del sector agrícola y el dinamismo en específico de la superficie en producción bajo invernadero, el implementar la metodologías en un sistema de producción agropecuaria desde el comienzo pudiera seguramente desarrollar ventajas en cuanto al enfoque de una cultura empresarial del trabajo, estimular un mayor índice de producción, mejorar la eficiencia de operación, generar economías de escala para poder generar ahorros y elevar el nivel en cuanto a la optimización de recursos con el simple propósito de mejorar los métodos de trabajo.

1.1 Justificación

Para todas las empresas que integran el sector agrícola la productividad es la clave, es la meta y el objetivo sin el cual no se debiera pensar en una explotación intensiva de este tipo y con este nivel de inversión o con pérdidas que en todo caso que se puedan evitar. La información que se genera a partir del estudio de tiempos y movimientos permite en su caso no sólo conocer los tiempos y costos de mano de obra que se generan, sino determinar también aquellas áreas de oportunidad que en términos de ergonomía, espacios, utensilios, herramientas de apoyo, iluminación etc., que puedan determinar la diferencia en cuanto a disminuir los tiempos de producción, además pueden resultar también útiles en los procesos de toma de decisiones financieras.

La información que se genere habrá de resultar de utilidad en diferentes aspectos sobre todo en el sentido de establecer un diagnóstico claro y descriptivo de la situación, aunque también toma una importancia particular desde la perspectiva de la eficiencia en cuanto a la generación de registros que nos proyecten el costo real de producción, lo cual nos permitirá gestionar la información que apoya los procesos de toma de decisiones en relación con orígenes y aplicaciones de los recursos, lo que finalmente (pero no exclusivamente) aporta información mediante un sistema de costeo marginal o directo que soporta la toma de decisiones en términos de la comercialización de los productos, una actividad trascendente que determina los márgenes de ganancia.

De igual forma habrá de venir a respaldar los procesos de toma de decisiones tanto en las áreas administrativas como de recursos humanos, pues si conocemos los costos de mano de obra estándar y conocemos los porcentajes en los que los salarios pretende incrementarse, podremos determinar con toda precisión el impacto en los márgenes de utilidad.

1.2 Objetivo

Evaluación del tiempo de trabajo empleado en las diferentes actividades o prácticas de manejo agronómico, realizadas durante la producción de tomate cultivado en suelo bajo condiciones de invernadero.

1.3 Hipótesis

Los tiempos empleados en las diferentes actividades agronómicas de manejo dentro del cultivo de tomate en invernadero, pueden asociarse con el sistema de producción utilizado y la eficiencia de operación con que la mano de obra realiza dichas actividades, por lo tanto los costos de operación pueden ser afectados.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La Importancia de la Agricultura Protegida

La tecnología ha llegado a la agricultura para imprimirle un mayor dinamismo y desarrollo en los últimos años, su máxima expresión la encontramos en la agricultura protegida y en específico dentro de los sistemas de producción bajo invernaderos fundamentalmente, donde aterrizado a la práctica podemos evidenciar un claro ejemplo de productividad aplicado de manera eficiente hacia un sistema de producción en específico. Hoy por hoy no existen mejores tecnologías para incrementar la productividad del campo y mejorar las condiciones del sector agrícola que mediante el uso de esta tecnología, bajo el sustento en conjunto de los esquemas de administración y operación adecuada, la premisa de la creciente y necesaria modernización del sector agrícola, los programas capacitación constante, el aprendizaje continuo y un sin número de consideraciones previas muy importantes a tomar en cuenta para llevar a la operación eficiente del sistema de producción (Quezada–Martin, 2005).

Las principales ventajas en cuanto al uso de este tipo de tecnología agrícola se vislumbran desde la perspectiva de eficiencia en cuanto al uso de insumos, aumento de la calidad de los productos y en general sobre el control integral del manejo del cultivo. La principal virtud de estos sistemas de producción pudiera ser que ha ido perfeccionándose, desarrollándose y adecuándose a las diferentes zonas del mundo entero para ser utilizada como una excelente herramienta tecnológica y de infraestructura optima productiva dentro de la producción agrícola, algunas de sus principales ventajas radican en la versatilidad de adaptarse integralmente a condiciones particulares y circunstancias específicas de operación incluso extremas, el poder incrementar los rendimientos por unidad de superficie y sobre todo el obtener productos de una calidad muy superior e uniforme lo cual permite acceder a mercados de exportación, proyectarse hacia otro tipo de beneficios y generar mejores ingresos de capital (Quezada–Martin, 2005).

2.2. Definiendo Productividad

La Organización Internacional del Trabajo (Kanawaty, 2006) define productividad como la relación entre la producción obtenida y el insumo o los recursos utilizados para obtener dicha producción, dejando bien en claro que no asume connotaciones en cuanto a la explotación indiscriminada o el abuso de la mano de obra, si no que por el contrario se centra en el enfoque específico de trabajar y generar un cultura empresarial de trabajo, aprovechar todos los recursos disponibles para estimular un mayor índice de producción o simplemente en la búsqueda de mejorar la eficiencia en términos generales y con esto elevar el nivel en cuanto a la optimización de recursos.

En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, el hecho de enfocarse a trabajar en productividad es ser conscientes del tiempo, del espacio, de los suministros, de tratar de hacer las cosas siempre bien, de consumir menos y producir más, es el eterno deseo de mejorar y tener en mente la clara convicción de siempre superar el desempeño actual (Kanawaty, 2006).

El termino productividad puede utilizarse para valorar o medir en buena medida el grado o la extracción del mejor rendimiento posible en base a insumos previamente suministrados o a ciertos recursos disponibles que han de ser transformados o sujetos a algún tipo de producción o transformación (Kanawaty, 2006).

2.3. El Estudio de la Mano de Obra en los Invernaderos

La realidad que vivimos diariamente en el campo mexicano de manera general reporta la generación de 7 a 10 empleos directos por hectárea de tomate (Rijk, et al., 2008; Castellanos y Borbón-Morales, 2009; SAGARPA, 2009). Sin embargo existen otras muchas experiencias que van más a detalle en el sentido de superar la curva de aprendizaje en cuanto al conocimiento, uso y operación de la nueva tecnología ya durante el ciclo de producción.

Aspectos como el desarrollar procesos de capacitación integral y establecer parámetros de operación adecuada dentro del sistema de producción (por mencionar solo algunos) conllevan una buena cantidad de tiempo ya que no son sencillos de implementar en la práctica.

En realidad muchas veces los primeros años de operación si no existe una buena gestión en cuanto a la planeación y adiestramiento adecuado del personal, la eficacia de operación del sistema será muy deficiente, sin tomar en cuenta otros factores elementales como pudieran ser las aptitudes, el nivel de conocimiento y/o el grado de habilidad que los trabajadores presenten lo que puede delimitar aún mas una buena parte del progreso del aprendizaje y asimilación de los conocimientos. Existen algunos casos en los que se ha llegado a requerir de hasta 14 personas por hectárea para realizar las labores de manera correcta dentro del invernadero el primer año de operación (De Armero, et al., 2011) aunque es claro observar que conforme pasa el tiempo y los procesos comienzan a hacerse más habituales este número pudiera ir reduciéndose gradualmente hasta estabilizarse entre 8 y 10 trabajadores por hectárea, aunque es un proceso que lleva cuando menos un par de años.

México aparentemente representa ciertas ventajas en cuanto a la provisión de mano de obra para el sector agrícola y aunque se cree envuelve menores costos en referencia a otros países esto no es necesariamente cierto en la realidad y al momento de operar. El ejemplo concreto se presenta en Canadá, donde se estima que 1 trabajador canadiense debidamente capacitado pudiera representar el capital de trabajo de hasta 3 trabajadores mexicanos (Urrutia, et al., 2010) en el sentido de la gran diferencia en cuanto a la disciplina, idiosincrasia y la cultura de trabajo que se tiene arraigada.

Aunque el ejemplo citado no se especifica a detalle el cultivo específico, si se establece que se han considerado igualdad de circunstancias en cuanto a tipo de trabajo que se lleva a cabo, por lo tanto pareciera ser que la incidencia del costo de mano de obra directa y la productividad de la misma cambia considerablemente en referencia a aquel país.

Otro ejemplo es el dato obtenido para la provincia de Almería en España, donde se documenta una explotación a nivel comercial con equipamiento de tecnología media y una superficie en producción de 11.5 hectáreas de tomate, en las que trabajaron 30 operarios y un capataz a lo largo del ciclo productivo completo, sin embargo el número se elevó a 50 durante los momentos de máximas necesidades de mano de obra y se consideró durante 15 días el empleo eventual de un trabajador extra lo que finalmente establece que para solventar la capacidad instalada es necesario contar con dos trabajadores por ha de planta, englobando 8 horas de trabajo diario efectivo durante el ciclo del cultivo (Manzano-Agugliaro, et al., 2009). Sin embargo es necesario aclarar que el sistema de cultivo es en hidroponía y se cosecha en racimo, se tienen mecanismos auxiliares para cosechar, grúas, sensores para la apertura y cierre de ventanas además de un sistema de control de producción que almacena los registros de tiempo para cada tarea, zona y operario, lo que luego se transforma a rendimientos ($m^2 h^{-1}$). Aunque finalmente la estructura de la plantilla estudiada se establece que los trabajadores contratados de tipo fijo continuo son el 3%, fijo discontinuo 18% y los de tipo eventual 79%.

En el caso particular del tomate existe una gran diversidad de datos sobre el tiempo empleado en la producción bajo invernadero en el mundo, en Turquía por ejemplo los tiempos oscilan entre 3,248 hrs. (Ozkan, et al., 2004) y 4,010 hrs. (Haitirli, et al., 2006) para 1 ha de tomate, en Inglaterra por su parte reportan 19,275 hrs. y en Israel 7,825 hrs (Stanhill, 1980) en la misma superficie, mas sin embargo en ninguna publicación se hace una referencia concreta en cuanto al tipo de tecnología y el nivel de equipamiento, no se detallan las condiciones ambientales, jornadas de trabajo, sueldo percibido, rendimiento por unidad de superficie y en general existe una gran incertidumbre para conocer de manera concreta los factores que se han considerado y aquellos que se han omitido para la estimación de los respectivos valores, lo cual significa en el sentido estricto que dichos datos no son tan representativos y son poco equiparables en realidad, lo que finalmente los hace inviables para considerarlos como un comparativo que sea plenamente equiparable por lo que solamente se toman como una buena referencia.

Finalmente podemos inferir que aunque existen estudios documentados respecto al tema en particular, la gran mayoría son un tanto limitados y nada explícitos en cuanto al análisis específico de la mano de obra en los invernaderos y las actividades evaluadas dentro de ellos. En buena medida sería bueno poder establecer niveles de operación para asociarlo con índices de productividad y llevar a cabo desde el principio la implementación de un análisis detallado en cuanto al costo-beneficio del uso y la eficiencia de operación de la mano de obra que sirva como un complemento a la prospección de las necesidades reales de operación, desarrollar habilidades en las personas y finalmente utilizarse como un esquema de transferencia del conocimiento, de capacitación y mejora continua de manera definida y estructurada.

Como podemos dilucidar es entonces un tanto complicado poder evaluar de manera eficiente estos sistemas de producción de forma generalizada, sobre todo es casi imposible lograr comparar de forma efectiva los diferentes estudios ya existentes por las diferencias innegables que cada uno representa de manera particular y por el simple hecho de que algunos datos son un tanto confusos de poder estimar y en general no ofrecen una perspectiva del todo clara en cuanto a los elementos relacionados y los factores considerados a detalle para poder establecer parámetros en particular para cada caso sometido a evaluación.

Por lo tanto la complejidad de integrar a la práctica y sobre todo el hecho de poder utilizar la información arrojada por los diferentes estudios se torna un proceso un tanto enredado y complicado de asimilar por lo antes expuesto, es sumamente importante considerar de manera general componentes clave y elementos que permitan constituir un análisis más homogéneo y metódico que nos permita establecer comparaciones de manera adecuada, por lo que considerando la relevancia del estudio y tomando como referencia los principales elementos o factores de interés de manera general, antes de realizar una investigación de este tipo sería bueno detallar:

- Cultivo específico de estudio y plataforma o medio de producción del cultivo, así como tipo de cosecha, ciclo de corte y tipo de empaque.
- Infraestructura, tipo de tecnología utilizada y/o grado de tecnificación de la explotación.
- Caracterización de condiciones ambientales de trabajo.
- Nivel de capacitación o experiencia previa del trabajador y el equipamiento, así como herramientas de apoyo o mecanismos auxiliares con el que se cuenta para realizar el trabajo.
- Actividades y/o características agronómicas específicas a evaluar y las técnicas o prácticas de manejo agronómico del cultivo utilizadas.
- Jornada de trabajo, tiempo efectivo y sueldo percibido.

Es importante también mencionar que se busca en la práctica reconocer los problemas más comunes al momento de realizar las diferentes prácticas de manejo agronómico que se llevan a cabo a lo largo de todo el ciclo productivo del cultivo, esta necesidad responde a la finalidad de optimizar, modificar o rediseñar el método operativo más eficaz y poder así definir los métodos de acción más adecuados en miras de poder fijar o estandarizar el tiempo normal de ejecución de las actividades y analizar detenidamente ¿cómo? y ¿qué tan bien? es el tiempo utilizado. Se busca establecer parámetros cuantitativos reales y permisibles (propios de cada sistema) para poder con ello evaluar posteriormente el desempeño y/o rendimiento de la mano de obra, integrando finalmente aspectos de productividad y eficiencia en forma particular, partiendo del sustento de la importancia de la fuerza laboral como un elemento fundamental en las explotaciones bajo invernaderos.

Más que cualquier cosa lo que pudiera resultar realmente importante de todo esto pudiera ser que al mejorar las condiciones de trabajo y sobre todo el hecho de integrar y definir de buena manera los procesos de capacitación seguramente los niveles de desempeño laboral tiendan a progresar.

2.4. Panorama de la Agricultura Protegida

La agricultura protegida puede definirse como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y un alto rendimiento (Sánchez, 2008). Con el uso de este sistema consigue garantizarse en cierta medida la producción, ya que se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo, esta barrera limita un microclima y genera ventajas desde el punto de vista ambiental.

Aspectos como la eficiencia en el uso y manejo del agua, la correcta nutrición del cultivo y las óptimas condiciones de producción impactan de manera significativa directamente sobre la calidad y factores como la sanidad vegetal, desordenes fisiológicos, la inocuidad del cultivo y de forma general sobre el manejo y control integral de la producción, en términos prácticos, se vuelve más sencillo producir por la relativa facilidad de sobrellevar el cultivo en un medio aislado y enmarcado bajo características muy específicas de producción, aunque con diferentes implicaciones de producción y actividades muy particulares de operación (Rijk, 2008).

La superficie nacional en agricultura protegida se ha tornado muy dinámica, por lo que se convierte en algo verdaderamente complicado el poder estimar e integrar de manera adecuada el número con gran exactitud, además actualmente no se cuenta con una estadística oficial sobre las has de invernadero en construcción.

La cifra estimada que se reporta oscila en las 9,948 has (AMHPI, 2008) divididas proporcionalmente en un 49% de invernaderos siendo la cubierta predominante el plástico, seguido del vidrio (aunque en mínimas proporciones), complementado con un 51% restante de casas sombra o malla sombra y túneles plásticos (Castellanos y Borbón–Morales, 2009) (Cuadro 1). En lo que se refiere a las superficies de cultivo el 70% pertenece al tomate, seguido de pimiento con 16%, pepino con 10% y otros cultivos como melón, tulipán y ornamentales de corte en menor proporción (SAGARPA, 2008). Los rangos de inversión para fructificar un proyecto de invernadero oscilan en base a pesos/m² construido a razón de \$64–\$175 en tecnología baja, entre \$239–\$638 para tecnología media, por lo general de \$798–\$1950 en alta tecnología y finalmente un nivel superlativo de inversión en función del exigente mercado de hortalizas de especialidad, en base a características específicas de producción o a requerimientos de un mercado específico por arriba de \$1950 (SAGARPA, 2009) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Superficie (ha) Destinada a la Agricultura Protegida en México.

ESTADO	SUPERFICIE	%
AGUASCALIENTES	161	1.62
BAJA CALIFORNIA	2,300	23.12
BAJA CALIFORNIA SUR	170	1.71
CAMPECHE	–	–
CHIAPAS	65	0.65
CHIHUAHUA	375	3.77
COAHUILA	380	3.82
COLIMA	50	0.50
DISTRITO FEDERAL	12	0.12
DURANGO	45	0.45
GUANAJUATO	100	1.01
GUERRERO	–	–
HIDALGO	120	1.21
JALISCO	970	9.75
MÉXICO	160	1.61
MICHOACÁN	85	0.85
MORELOS	45	0.45
NAYARIT	20	0.20
NUEVO LEÓN	40	0.40
OAXACA	70	0.70
PUEBLA	140	1.41
QUERÉTARO	115	1.16
QUINTANA ROO	65	0.65
SAN LUÍS POTOSÍ	240	2.41
SINALOA	2,980	29.96
SONORA	890	8.95
TABASCO	–	–
TAMAULIPAS	35	0.35
TLAXCALA	45	0.45
VERACRUZ	110	1.11
YUCATÁN	10	0.10
ZACATECAS	150	1.51
TOTAL	9,948	100%

(AMPHI, 2008)

Cuadro 2. Características Tecnológicas por Nivel de Inversión.

NIVEL DE INVERSIÓN:	MANEJO	ESTRUCTURA Y EQUIPO
Muy alta (\$1950 ó más)	Computarizado	Invernaderos de especialidad, tipo venlo holandés con cubierta de cristal o tipo multitúnel con cubierta de plástico, estructura hermética, control del clima muy sofisticado y totalmente computarizado, inyecciones de CO ₂ , planta injertada, suelo o uso de sustrato más especializado, fertirrigación computarizada, empaque con selección electrónica o para especialidad, dispositivos controlados por computadora con software inteligente que permiten un óptimo control ambiental.
Alta (\$798–\$1950)	Automatizado	Tipo venlo holandés con cubierta de cristal, paredes y techo con paneles de vidrio o tipo multitúnel con cubierta de plástico, paredes y techo de polietileno dos capas, estructura hermética con la capacidad de captar la precipitación pluvial, circuito cerrado de calefacción por medio de agua caliente y caldera, planta injertada, suelo directo, hidroponía, o uso de sustrato más desarrollado, fertirrigación automatizada, empaque con selección electrónica por tamaño y color, tecnologías equipadas con sensores y actuadores automáticos de control en general.
Media (\$239–\$638)	Mecánico	Tipo multitúnel con cubierta de plástico, paredes y techo de polietileno una o dos capas, estructura hermética de material recubierto, calentadores de aire a base de gas y ventiladores, planta injertada, suelo directo o uso de sustrato básico, fertirrigación por venturi calibrado, empaque selección manual, tecnologías equipadas con dispositivos mecánicos y motores en general.
Baja (\$64–\$175)	Manual	Cubiertas flexibles o tipo túnel, paredes y techo de polietileno unicapa, estructura material recubierto o galvanizado, sin calentadores ni ventiladores, gran dependencia al ambiente, planta no injertada, suelo directo, venturi manual, sin empaque ni almacén y poco equipo.

(FIRA, 2007; Bastida, 2008; SAGARPA, 2009; modificado Flores–Alarcón 2011)

2.5 Desarrollo de la Agricultura Protegida en México.

La infraestructura de invernaderos en México, ha tenido un gran crecimiento y en su implementación, participan productores y empresarios convencidos de las ventajas de este tipo de producción como una alternativa de progreso e inversión. Existen proyectos en casi todo el país, bajo todas las condiciones ambientales y se comienza ya a vislumbrar una diversificación de cultivos, aunque las superficies en producción en buena medida se distribuyen en sólo 3 cultivos: tomate, pepino y pimiento. Se estima que en el año 1980 había aproximadamente 300 has con algún tipo de producción de vegetales bajo invernadero, casi 20 años después en el año 1998 la superficie creció a sólo 721 has, un par de años más tarde en 2001 se elevó considerablemente a 950 has y durante 2005 prácticamente se había triplicado y oscilaba sobre las 3,214 has. Para el año 2008 suman alrededor del país cerca de 10,000 has y aunque actualmente no se cuenta con una estadística oficial sobre las has de invernadero en construcción se estima seguramente que al día de hoy ese número sigue en aumento (AMPHI, 2008).

Así pues el desarrollo y la tendencia de expansión en cuanto a la superficie destinada a la agricultura protegida en el país, se marca en forma exponencial en los últimos 10 años, creciendo a razón de 814 has por año de acuerdo a la Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero. Paralelamente como se menciona con anterioridad han comenzado a surgir nuevos mercados y con esto se ha iniciado la diversificación de cultivos (aunque avanza muy lentamente) con el fin de atender la demanda de nichos de mercado especializados por ejemplo hortalizas de especialidad o de tipo gourmet, forraje verde hidropónico, especias y condimentos, nopal verdura, producción de plántulas hortícolas y forestales, plantas medicinales, follajes, ornamentales y flores de corte, plantas exóticas y aromáticas, hongos, insectos, camarones, lombrices y explotaciones que en general se segmentan de manera particular y en la mayoría de los casos le dan valor agregado a la producción como el caso de los productos orgánicos (Muñoz-Ramos, 2008).

A pesar de que este modelo de producción agrícola ha experimentado un desarrollo constante y un dinámico crecimiento en México en los últimos años, la curva de aprendizaje y la inversión requerida inicial constituye en algunas ocasiones una limitante y una barrera de entrada bastante importante para el productor (IPADE Business School, 2009), por lo tanto es recomendable analizar detenidamente el esquema, contextualizar la situación y adecuarse apropiadamente a las circunstancias específicas de construcción, operación y sobre todo tener muy en cuenta el periodo de amortización en cuanto a los costos en un invernadero, en términos generales, la estructura adecuada debe ser el resultado del balance entre la disponibilidad de capital, invernaderos que den respuesta a soluciones específicas, diseños que respondan a las interrogantes de clima y los requerimientos técnicos del cultivo que pueden llegar a contraponer la rentabilidad (como la calefacción en climas fríos), el nivel de equipamiento, el empaque y los costos de las estructuras estrictamente necesarias (Sánchez, 2008).

Generalmente las explotaciones a nivel comercial en invernadero reportan rendimientos 5 veces mayores en comparación con una producción en campo abierto (Steta, 2003). Existen otros casos de productores exitosos que han logrado una mejora substancial al producir casi 15 veces más en los últimos años, aunque desembolsando un alto nivel de inversión en general utilizando una tecnología de invernaderos altamente automatizada y computarizada, generando un gran nivel de control y orientados sobre todo a mercados o nichos especializados y casi siempre generándole un valor agregado a la producción que por el tipo de características tecnológicas exige muy elevados rendimientos y un alto precio de venta para que pueda ser rentable el sistema de producción (SAGARPA, 2009).

Por lo tanto estos proyectos generan en una gran ventaja potencial a desarrollar y sobre todo envuelven una bondad socialmente muy plausible de la que poco se habla o se hace referencia. Esto pudiera tener implicaciones importantes en cuanto a la realización de proyectos bien estructurados y plenamente viables a partir de asegurar la disposición de mano de obra y reducir la incidencia rotacional del personal, posteriormente permitirá generar en un mediano plazo mano de obra altamente calificada y con amplia experiencia con el establecimiento de programas de entrenamiento no sólo en etapas iniciales del proyecto, lo que puede repercutir en un ahorro considerable en cuanto a capacitación y nos asegura desplegar una operación eficiente del sistema productivo lo que seguramente se verá reflejado en calidad y productividad de la fuerza laboral. Es necesario impulsar planes de acción o modelos de negocio que se adecúen integralmente y permitan establecer un crecimiento sostenible del sector agrícola específicamente de los proyectos de invernadero, es importante considerar esquemas de capacitación y transferencia del conocimiento que ofrezcan una clara perspectiva de sustentabilidad en su operación, orientándose primordialmente hacia la visión de tener cautivo algún mercado en particular o alguna ventana de comercialización específica para asegurar la venta con anterioridad (IPADE Business School, 2009).

Es importante recalcar que del total de la superficie establecida en el país, una proporción del 15% se encuentra actualmente abandonada por diversas razones, las principales radican en la falta de capacitación, uso de tecnología inadecuada y por no tener un mercado asegurado (SAGARPA, 2009). De estos últimos factores la adecuación en cuanto a la operación del sistema se logrará en buena medida mediante la intensiva capacitación del productor, la contratación de una fuerza laboral especializada o mediante consultores expertos que garanticen un buen desempeño del sistema estableciendo, impulsen mecanismos de integración total y que proyecten un desarrollo estructurado de los potenciales proyectos de invernaderos en realidades evidentes (Viramontes, 2010).

Finalmente el objetivo principal de la agricultura protegida debe ser el contribuir al desarrollo productivo y económico del país mediante la producción tecnificada de productos agrícolas de calidad, con altos niveles de sanidad vegetal e inocuidad. Todo esto aporta un impulso a la competitividad, a la generación de valor y a obtener divisas y empleos de forma permanente. En este sentido las metas de esta actividad agrícola deben orientarse a mejorar la capacidad para ser más eficientes en los procesos y en las técnicas de producción; establecer altos estándares de calidad, proteger el medio ambiente, forjar un valor social y satisfacer las necesidades de los mercados, por lo que la agricultura protegida enfrenta grandes desafíos que implican avanzar en la planificación y su organización efectiva, incluyente y representativa a nivel regional, estatal y nacional. Así mismo es importante crear una estrategia comercial y de mercado en base a la calidad, de tal suerte que permita consolidar los mercados actuales y proporcionar elementos para ingresar a los mercados emergentes que brindan la plataforma estratégica al momento de ingresar a los canales de comercialización (Castellanos y Borbón–Morales, 2009).

Todas las empresas agropecuarias y cualquier empresa en particular tiene la posibilidad de integrar sus sistemas de operación de manera eficiente y obtener con esto recursos internos generados por el ahorro de su propia operación; éstos pueden ser todos aquellos que derivan en profundizar la eficiencia, la productividad y el mejoramiento de la calidad, cabe recalcar que este no es un problema de tecnología o ciencia solamente, es un problema de cultura del trabajo, de trabajar arduamente en crear una visión empresarial, de generar un uso racional de los recursos, de englobar nuevos conceptos y enfocarse en el constante mejoramiento de los procesos productivos con la finalidad de traducirlos en un verdadero valor agregado, de considerar siempre los términos de productividad y eficiencia al momento de operar, buscando plenamente el consolidar un sistema con calidad total, ya que el trabajar con eficiencia y productividad es lo que permite producir con calidad (Mejía, 2009).

El impacto social y el desarrollo regional que ha generado la agricultura protegida en algunas regiones y sobre todo en comunidades marginadas del país, ha servido como polos de desarrollo y ha generado un marco de progreso social, creándose entre 7–10 empleos directos por hectárea en conjunto con otro buen número de empleos indirectos eventuales, repercutiendo de manera positiva en la economía del sector rural que es en los lugares donde más se requiere (SAGARPA 2009).

2.6 Importancia y Producción de Tomate en el Mundo.

El tomate es la segunda hortaliza más extensamente cultivada en el mundo después de la papa, se cultiva en más de 170 países alrededor del mundo y su producción estimada es de 126 millones de toneladas anuales. China es el mayor productor de tomate a nivel mundial, otros países con alto consumo de tomate son Alemania, Francia e Inglaterra y se abastecen principalmente de la producción de España, Holanda e Italia. Estados Unidos es el segundo productor y aunque exporta tomate en fresco durante algunas temporadas, se considera uno de los principales países importadores siendo las principales regiones consumidoras en el sur, medio oeste y el oeste (Castellanos y Borbón–Morales, 2009).

La producción de tomate en invernadero es el sistema productivo más difundido en todo el mundo, el de mayor valor económico por las divisas obtenidas y el más importante por la generación de empleos en las zonas rurales o marginadas (Carvallo, 2009). Con el paso del tiempo su demanda, cultivo, producción y comercio aumenta continuamente, por esta razón es una de las oportunidades de inversión más rentables y de mayor futuro en el sector agrícola, operando claro está bajo una perspectiva de manejo integral (en todos sentidos), que se sustente adecuadamente la explotación y sobre todo se conozcan los aspectos básicos de la cadena de valor y su comercialización de manera efectiva (Borbón–Morales, 2009).

2.7 Importancia y Producción de Tomate en México.

La mayor parte de la producción de tomate en México se realiza en campo abierto, el principal estado productor y exportador es Sinaloa, participa más de la mitad de las exportaciones nacionales de tomate y aunque la superficie destinada a la agricultura protegida se ha desarrollado de manera importante en el país, este incremento ha sido a costa de reducir la superficie a campo abierto. La producción nacional de tomate se ha mantenido estable en los últimos años en un rango que varía entre 2.0–2.3 millones de toneladas por año (Castellanos y Borbón–Morales, 2009).

México ocupa el noveno lugar en producción y le corresponde el segundo lugar en comercialización solo por detrás de España (Borbón–Morales, 2009) es la hortaliza más importante para el país tanto por la generación de empleos en las zonas rurales, como por las divisas obtenidas de las exportaciones (UACH, 2009), al cierre de 2009 las ventas al exterior de tomate fresco, principalmente de invernadero, sumaron mil 150 millones de dólares (SAGARPA, 2010). En los últimos años el crecimiento anual de la superficie dedicada a la producción de tomate en invernadero en México se ha desarrollado de manera significativa, se puede decir que la tendencia se marca de forma exponencial, registrando las mayores tasas de crecimiento durante los años 2004 y 2005 con cifras cercanas al 20% (Castellanos y Borbón-Morales, 2009). Dicho aumento en la superficie se puede atribuir principalmente a la gran ventana de exportación y gracias a la apertura comercial que existe con Estados Unidos y Canadá, dos de los países con mayor participación en el comercio agropecuario mundial (Ruiz–Funes, 2005). Otros aspectos importantes a considerar son los esquemas de apoyo gubernamentales al campo, la creciente necesidad de modernización del sector agrícola, la relativa facilidad de mano de obra, la disponibilidad de gas natural (energético más seguro y más barato), las ventajas evidentes en distancia en cuanto a otros países y las notables condiciones climáticas de producción también son un punto muy considerable a favor, evitando se traslape con el periodo de producción de campo abierto en Sinaloa (Castellanos y Borbón-Morales, 2009).

2.8 Panorama de la Agricultura Protegida en Nuevo León.

La superficie para el estado de Nuevo León en 2010 se estima en 72 has de invernaderos en producción (Castillo–Lucio, 2010) segmentadas en diferentes municipios (Cuadro 3). Al igual que el resto del país la tendencia de dinamismo y expansión se mantiene de manera progresiva. Se ha iniciado la operación del “Complejo Agropecuario Nuevo León Unido” en el municipio de Galeana N.L. el cual contempla un Tecno–Parque Hortícola Social con Visión Empresarial y un Tecno–Parque Hortícola Privado con un enfoque netamente empresarial que incluyen en conjunto cerca de 200 has a desarrollarse en un periodo de entre 4–5 años.(SDE, 2010).

Cuadro 3. Distribución de la Superficie (ha) Destinada a la Agricultura Protegida en el Estado de Nuevo León.

ESTADO	SUPERFICIE	%
ARAMBERRI	33.5	47
GALEANA	16	22
CADEREYTA	7.8	11
LINARES	5.6	8
DR. ARROYO	3	4
*9 MUNICIPIOS	5.3	8
TOTAL	72	100%

*Lo conforman: Dr. Arroyo, General Terán, Zaragoza, Rayones, Iturbide, Montemorelos, Marín, Los Ramones y Sabinas Hidalgo.

(Castillo–Lucio: Corporación para el Desarrollo Agropecuario de N.L., 2010)

2.9 Los Sistemas de Control de Gestión en un Invernadero.

Como Ingenieros involucrados en la administración de un invernadero como el que se analiza a lo largo de estas páginas, debe resultar esencial el conocer aspectos que desde nuestra visión de gestores o administradores en una organización como el invernadero, permitan contribuir con la productividad. En los capítulos siguientes se presentan elementos propios de la ingeniería de métodos, que nos permitirán identificar mucho mejor el ámbito organizacional en el que se debe comprender nuestra labor como responsables de la producción a niveles de productividad estándar en el invernadero que aquí se analiza.

2.9.1. La función administrativa del control.

La noción que se tiene del concepto control es muy amplia “controle ese incendio”, “los costos indirectos deben mantenerse bajo control”, “controle su estado de humor”, “el ejército controla ese país”, “el control general se ejerce en forma centralizada” detener, limitar, dirigir, dominar, y administrar asocia una forma de controlar. La forma directa de control involucra vigilar una determinada actividad, identificar las divergencias de la actuación requerida y tomar una medida correctiva para que la actividad se mantenga en orden. Se trata de un proceso de retroalimentación y de mejora continua muchas veces.

Figura 1. Diagrama del Proceso de Control y Retroalimentación



El sencillo modelo del ciclo de control mostrado en la figura 1 podrá aplicarse a muchos sistemas como por ejemplo: el termostato que controla un sistema de agua caliente, los sistemas automáticos de aterrizaje de los aviones, control de herramientas para máquinas, control de crédito, control de las requisiciones de almacén, controles de inventarios y de producción.

Es importante observar que esta forma de control no proporciona una retroalimentación al requisito originalmente planeado (simplemente reaccionan automáticamente); ni tampoco se adapta a medida que se va adquiriendo experiencia (como en los procesos en los que participa la mano de obra). No se verá influida por las circunstancias cambiantes, sólo se buscará que se actúe de acuerdo con lo planeado y se respete.

El control de adaptación que se aplica en la administración de una organización como el Tecno Parque Agrícola FUDESRU–Sandía, es un proceso de un orden jerárquico más elevado. Este tipo de controles aprovecha la experiencia acumulada adaptándose a las circunstancias cambiantes cuando es pertinente. En el sistema de control de adaptación, “el control es el proceso para determinar la actuación requerida, vigilando la actividad, identificando las divergencias de lo planeado y tomando medidas correctivas, bien sea para que la actividad se realice de acuerdo con lo planeado o bien para modificar el plan” (Welsh y Antony, 2006).

En los sistemas de control administrativo de niveles jerárquicos más elevados tales como los relacionados con el control presupuestal, sistemas de control o corporativos, el comportamiento adaptativo es esencial. Si no fuera así, la empresa correría el peligro de actuar eficientemente conforme un plan que no es operante, debido a que la situación ha cambiado.

Figura 2 Proceso de Control Adaptativo



S = Situación E = Entorno I = Inputs (entradas) O = Outputs (salidas).

En los procesos administrativos relativos a un invernadero como el que nos ocupa, se puede disponer de una gran variedad de medidas de control, dependiendo del nivel del sistema, el escenario organizacional y los costos involucrados que se esté dispuesto a erogar para contar con esa medida de control.

Las medidas no monetarias podrán ser apropiadas para los sistemas de niveles inferiores y se podrán referir a los insumos (*I*) del sistema o bien a la producción obtenida (*O*). Se incluyen como ejemplos de medidas de insumo las horas de mano de obra empleadas, las toneladas de fertilizantes o material utilizado, los energéticos consumidos, las cantidades retiradas de los almacenes, los kilómetros de transporte recorridos hacia el área de empaque, la cantidad de personal disponible, etc. Algunas medidas de “salida” (output) podrán referirse, por ejemplo, a los kilogramos que se producen por día en cada invernadero, el número de charolas que son abastecidas hacia el área de empaque y selección, así como entre muchas tantas que podríamos enumerar.

Como medidas generales de productividad se incluyen la producción por hora de mano de obra directa, los kilogramos producidos por tonelada de producto aplicado, el uso, gasto y consumo de cualquier materia prima, exteriorizando el concepto y para hacerlo más claro sería el porcentaje de utilización de camas en un hospital, millas de vuelo por pasajeros en un avión, porcentaje de cuartos ocupados en un hotel y un sinnúmero de ejemplos más.

Generalmente las medidas de evaluación no monetarias resultan inadecuadas para los niveles más elevados de control administrativo, puesto que los flujos de fondos tienen que ser administrados en todas las empresas y más en este tipo de explotaciones agrícolas, independientemente de cuáles sean los objetivos generales serán necesarias aquellas medidas que consideren los costos. Lo menos que se puede establecer son los límites sencillos de los costos de un sistema como se utilizan algunas veces en el control de proyectos donde se otorga de manera considerable autonomía a las personas encargadas de efectuar los desembolsos. Es bastante frecuente, también, que existan presupuestos que incluyan diferentes tipos de gastos, pues los presupuestos relativos a costos controlan los elementos de insumos (*I*) en términos de costos y nivel de uso.

Los costos estándar, recordemos este término, podrán utilizarse para identificar una medida de comportamiento de la “salida” (output) (O), controlando las cantidades de “salidas” según las tasas estándar presupuestadas y midiendo las variaciones con respecto a las operaciones planeadas que surgen como consecuencia de las variaciones en costo, volumen o estándares de eficiencia. Es decir si sabemos ¿cuánto? debe costar el minuto de mano de obra en cierta fase del proceso productivo del tomate, podremos determinar con base en los reportes de tiempo del propio invernadero, las cantidades, estándar también que debieron haberse producido. O bien, si sabemos cuántas toneladas fueron producidas en una cosecha con base en las medidas de tiempo estándar de mano de obra, podremos obtener el valor de este elemento esencial del costo de producción en cada módulo de invernadero de los 114 que conforman el Tecno Parque Agrícola FUDESRU–Sandía.

En los casos en que la persona que diseñó el sistema haya decidido conceder una mayor autonomía a un administrador que sea responsable de una determinada parte de la organización, se podrá utilizar una medida de evaluación que tome en cuenta las utilidades. Es conveniente aclarar que los insumos (I) habrán de medirse en términos de costos en tanto que las “salidas” (O) se habrán de medir en términos de utilidades o ganancia, determinando así las utilidades generadas por dicho sistema. Si la utilidad obtenida se relaciona también con el valor de la inversión, la tasa de rendimiento sobre la inversión ROI, por sus siglas en Inglés, (*Return Over Investment*) será una medida de la rentabilidad. Las herramientas básicas de control utilizadas en la actualidad son los estándares (como el costo estándar de la mano de obra que habremos de determinar en esta tesis) ya que la mayoría de las veces las proyecciones económicas se convierten en presupuestos flexibles por naturaleza. Los sistemas de control mediante estándares generalmente son muy sencillos en cuanto a sus ideas fundamentales, aunque a veces resultan muy complicados en su aspecto matemático puesto que en lugar de tener unos cuantos indicadores, los informes incluyen muchas cifras que pueden distraer la atención de los problemas más importantes.

Sin embargo los conocimientos a este nivel sólo permiten utilizar sistemas de costos muy sencillos, los elementos de mayor importancia en el cálculo de costos estándar (o control de utilidades estándar, como prefiera llamársele), se pueden señalar brevemente. En primer término, es necesario identificar con toda claridad las especificaciones de la operación o del proceso cuyo costo se desea controlar, pues en términos de distribución operacional de la planta, uso de materiales, necesidad de herramientas auxiliares, tiempos de mano de obra requeridos, etc., se obtiene el equivalente monetario extrapolando estos factores y multiplicando sus cantidades físicas de precios y tasas de consumo que sean apropiadas considerando otros precios estándar por un cierto período de tiempo de tal manera que reflejen el uso de los recursos de una forma satisfactoria. Los elementos relacionados con las tasas de salarios serán determinados en capítulos posteriores de esta tesis.

Otro elemento esencial del sistema es la vigilancia continua de los estándares una vez que se hayan fijado (que es el ejercicio que se realizará para efectos de esta tesis) no existe razón alguna para que dicha vigilancia no se lleve a cabo mediante el empleo de un proceso de muestreo o monitoreo ya que existe un campo muy amplio para aplicar los métodos sistemáticos de muestreo en la rama de contabilidad de costos. A veces será mucho mejor vigilar cantidades físicas fácilmente medibles (tales como horas de mano de obra) conjuntamente con los supuestos mediante los cuales éstos, se han convertido a valor (por ejemplo, la estructura de tarifas de salarios y la mezcla de diferentes clases de mano de obra que se utilicen en su trabajo específico) que intentar calcular totalmente los equivalentes de valor ya que será difícil realizarlo con certidumbre.

Otro aspecto fundamental del control mediante el empleo de estándares es que sólo se informan las variaciones significativas de los estándares, de tal manera que la administración no pierda su tiempo obteniendo informes voluminosos acerca de todo. Por último, se deberán reportar las variaciones tan pronto como sucedan, cuando es más fácil interpretarlas y aplicar las lecciones que se hayan aprendido.

Generalmente, el término “presupuesto flexible” se aplica a los estándares de gastos relacionados con toda la actividad de una determinada sección del negocio y por un período determinado, en tanto que los costos e ingresos están dados por lo común y se relacionan con una operación o proceso particular, una unidad de producción o en su defecto con alguna actividad específica y definida. Como su nombre lo implica, tal presupuesto no representa un sólo estándar sino un conjunto de estándares de los cuales cada uno corresponde a un determinado nivel de actividad, por lo tanto, la “función de costo” para cierta actividad bajo condiciones específicas significa una variación en los costos totales a medida que cambia el nivel y la complejidad de la actividad.

Ambas técnicas, gracias a la separación de los componentes de costos en clasificaciones detalladas, por ejemplo de acuerdo con su función y su responsabilidad, y según los diversos insumos comprados y utilizados, podrán ayudar al análisis de las variaciones obtenidas comparando las cifras reales con las presupuestadas de manera que puedan ser sumamente esclarecedoras. Generalmente se desea poner a prueba la relación existente entre los resultados específicos y las personas responsables de dichas funciones. Un caso especial de esto se refiere al control sobre los resultados de todo un negocio, lo cual refleja la capacidad de la administración. Este tipo de control es tal como ya se ha mencionado, tan sólo verdadero al grado en que se puedan tomar en cuenta algunas consideraciones a largo plazo o bien hacer caso omiso de ellas. El problema de interdependencia podrá aminorarse reduciendo la responsabilidad de la persona a quien se le han encomendado ciertas actividades durante un determinado periodo de tiempo. Es posible imponer restricciones financieras muy precisas sobre la actuación, por ejemplo, especificando lo que puede gastar bajo los distintos renglones o encabezados, definiendo en detalle con qué recursos habrá de concluir el periodo o utilizar algún parámetro que nos signifique optimizar los recursos asignados. Resulta mucho más difícil precisar la manera como una persona habrá de ejercer su función y la calidad de su trabajo, pues el control de este tipo sólo podrá establecerse limitando severamente la libertad de acción, con todos los efectos consiguientes que habrá de entorpecer la iniciativa, inventiva y/o las propuestas que pudieran ser interesantes fomentando el conformismo y la pasividad.

En el otro extremo de la imagen está el ejercicio del control a su nivel más general colocando los recursos de determinado valor bajo el control del administrador responsable de una función, exigiéndole que genere un flujo de efectivo específico y que el problema del control en este caso es exactamente el que surge del control de los actos realizados por la alta gerencia; normalmente las interdependencias en cuanto a tiempo conducen a que las evaluaciones financieras a corto plazo sean de poca importancia en sí mismas. En la práctica el control deberá radicar entre estos dos extremos y se deberá fijar una meta a largo plazo la cual se incluirá dentro del modelo de decisión; pero el administrador deberá recibir una aprobación detallada del presupuesto anual, lo cual implica que los flujos de efectivo a corto plazo están sujetos a una estrecha supervisión, como también lo estará la estructura de sus activos y sus pasivos.

Las interdependencias dentro del negocio complican aún más la situación. Es bien conocido el problema que surge cuando se excede el presupuesto de A, pero la culpa puede ser de B o de C pues muchas de las ocasiones habrá que analizar detenidamente la situación, apostar al sentido común y sobre todo de forjar un buen criterio para reconocerlo en caso de ser necesario.

Sin embargo, algunas administraciones podrán evaluar la ventaja en cuanto a la mayor agilidad y actividad ganada por estos métodos, habiendo de compensar con creces cualquier pérdida que se pudiese evitar mediante un control más detallado y ad hoc a sus necesidades. Cabe señalar que lo realmente importante es evaluar al final del periodo, tomar nota de las áreas de mejora y emplear esa información para no seguir con resultados no óptimos (Mejía, 2011).

2.9.2. El control de la gestión y sus elementos.

Dada la naturaleza de su contenido y el objeto que persigue el sistema de control, ha de estructurarse siguiendo las premisas que a continuación exponemos:

- a) Paralelamente al sistema de información, puesto que la base de su contenido es informacional y de su forma de comunicación depende buena parte de su eficacia.
- b) En forma escalonada. Cada nivel de la empresa es un “filtro” que toma medidas correctivas de acuerdo con la responsabilidad que le corresponde y en las materias directamente a su cargo. El paso al nivel superior se realiza a través de una síntesis de la información que a medida que va ascendiendo de nivel se convierte en una integración plurifuncional.
- c) Los componentes han de comprender aquellos aspectos de la información que suministran datos sobre la actividad y sus resultados, que es lo que se controla.

Esencialmente, la estructura que alberga a los componentes del control es la de las relaciones que intervienen y definen al mismo. La acción del control es un juego de competencias, responsabilidades y análisis de objetivos y resultados que derivan en una red de decisiones activa, la cual es el control en cuanto que regula los objetivos que persigue todo el proceso de producción. Pero la acción del control empieza con el establecimiento del esquema de metas a conseguir y la dirección por objetivos plantea claramente el desarrollo de esta función, la cual es un eje vital, ya que toda la eficiencia del sistema depende de la forma en la que el dirigente responsable exija y mida el cumplimiento de los objetivos que se han definido.

Así, los componentes del sistema de control son:

- Control operacional.
- Control de actividad.
- Control de resultados.
- Control integrado de gestión.

El Cuadro 4 muestra de manera sinóptica el contenido de cada uno de los componentes.

Cuadro 4. Componentes del Sistema de Control

COMPONENTES	CONTENIDO	
CONTROL OPERACIONAL	<p>Control de Actividad Supervisión. Medida del progreso de la actividad. Comprende a la ejecución y a la administración. Controla la situación, conducta y técnica. Se basa en la información primaria</p>	<p>¿Qué y cómo se está realizando?</p>
CONTROL INTEGRADO DE GESTIÓN	<p>Control de Resultados Basado en la información elaborada y primaria. Medida en periodos de tiempo determinados. Comparación con los objetivos planificados</p> <p>Resultados de actividad y gestación con un alto grado de síntesis y elaboración, tratando áreas funcionales completas integradas entre si. Este control se establece escalonadamente para los dirigentes.</p>	<p>¿Qué y cómo se ha realizado frente a lo que se deseaba realizar?</p> <p>Integración de los anteriores para el Nivel Dirección.</p>

El Cuadro 4 muestra la correlación de los componentes de control con los niveles de actividad, los objetivos y los lapsos de discreción, señalando la correspondencia de cada componente con el nivel de objetivos cuyos resultados controla de manera fundamental. Asimismo se ve la relación que hay entre componente y nivel de actividad característico en que se ejerce cada uno de ellos.

Cuadro 5. Correlación de los Componentes del Control con los Niveles de Actividad, los Objetivos y los Lapsos de Tiempo

Componente	Nivel de actividad al que se dirige	Nivel de objetivos que controla	Plazo máximo de comparación
CONTROL INTEGRADO	Dirección	Político-Estratégico	Hasta cinco años
CONTROL DE GESTIÓN	Gestión	Logístico-Táctico	Hasta un año
CONTROL OPERATIVO	Supervisión	Operativo	Hasta un mes

En el Cuadro 5 del lado derecho se muestran los lapsos de tiempo que cada control cubre, así como el nivel característico de actividad que ocupa y aunque no vamos a entrar aquí en una descripción demasiado amplia de lo que significa el Control de Gestión es bueno mencionarlo al menos, pues nuestro objetivo como tal es describir el subsistema a través de la naturaleza que juega dentro de los componentes de un invernadero el productor de tomate (en este caso particular los trabajadores del sur del Estado de Nuevo León) y para el cual representa la expresión más fiel de su trabajo y de la que depende una buena parte de las decisiones que se han de tomar posteriormente.

El control de los resultados afecta a todos los puntos focales de responsabilidad, pero en forma distinta atendiendo a:

- El ámbito funcional que abarcan.
- El nivel de actividad.
- El grado de síntesis preciso para su captación rápida.

Por ello, dicho control de resultados está destinado a sufrir una serie de elaboraciones que lo hagan aptos a los requisitos de cada nivel de la actividad. La información de resultados que procede por elaboración de la información primaria, es por naturaleza, heterogénea y abarca todas las tareas que comprende la actividad. Lógicamente, para aprovecharla hay que seguir unos canales de integración que la hagan significativa y coherente en todo sentido (Mejía, 2011).

2.9.2.1 Objetivo del control integrado de gestión.

1. Facilitar la toma de decisiones desde el nivel directivo de la organización y proveer la noción de los alcances y/o resultados de la actividad confrontándose con sus objetivos, tanto en términos de productividad como en la medida de los gastos necesarios para alcanzarlos.
2. Señalar de forma clara y concreta las desviaciones o fallas producidas, de manera que la toma de decisiones en cuanto corregir y clarificar se produzca con la menor demora posible.
3. Disponer de un instrumento de control global que interrelacione todos los aspectos de la organización, estructurando de forma estratégica los planes de acción y que sirva de realimentación para todos los involucrados.
4. Mantener un instrumento de regulación de las actividades que permita la puesta en práctica del “Principio de Excepción”, sobre todo el conjunto de ella, con la oportunidad debida y dotado de flexibilidad suficiente para el cambio.
5. Proporcionar a los altos mandos información económica sobre la evolución de la organización, expresando el nivel de gastos habidos en todo el ámbito de la misma, así como la aplicación de los recursos señalando cualquier posible desviación de los estándares previstos.

2.9.3 El responsable del control de gestión.

El grupo operativo (AGROS Consultores) basa su gestión de despliegue en brindar asesoría estratégica y consultoría técnica que se enfoca en el control, seguimiento y desarrollo del proyecto agropecuario. Se integra por un robusto grupo de asesores altamente calificados y actualmente está facultado para operar el Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia, contando a su vez con el aval de las diferentes sociedades de producción rural que integran este organismo al interior, así como instituciones financieras y gubernamentales que los respaldan por el trabajo que se ha desempeñado desde que se inició dicho proyecto hasta el día de hoy que ya se encuentra en su etapa de plena madurez.

En la realidad, el grupo de consultores funge en esta investigación como el director general, pues son los responsables de la correcta operación todas las áreas operativas y en este caso muy particular dentro del sistema de control de gestión que estamos analizando.

2.9.3.1 El grupo operativo

El grupo operativo es el verdadero responsable del control de gestión, es el que se asegura de que las acciones que permiten alcanzar los objetivos fijados sean efectiva y eficientemente llevadas a cabo. Sin su apoyo decidido y sin su total convicción en cuanto a la descentralización, la determinación de áreas de responsabilidad y delegación de autoridad es imposible implantar un sistema de control de gestión.

2.9.3.2 Los responsables operacionales.

Son los responsables quienes ejercen el control de gestión; por tanto para ellos el control de gestión es un instrumento privilegiado y personal un medio para medir periódicamente su eficiencia y la de su centro de responsabilidad, en otras palabras, es un sistema ideado para supervisar el desempeño de sus subordinados. Es un instrumento en el control tradicional, los responsables operacionales dejan al contralor la facultad de establecer presupuestos, medir y apreciar resultados. A su vez, el contralor percibe la actividad de los responsables a través de los informes, sin competencia particular sobre los problemas específicos de las unidades de gestión de éstos.

En un sistema de control de gestión, el responsable de un sector de actividad es el que afronta en primer término la preocupación de controlar la gestión de tal sistema., es quien mejor conoce la unidad que coordina; es responsable de los resultados que obtiene, y por tanto, en caso de que tales resultados no sean buenos, debe analizar las causas de las variaciones y tomar las medidas pertinentes para mejorar aquéllos.

Los responsables operacionales tienen que realizar los esfuerzos necesarios para alcanzar los objetivos de su centro de gestión; solamente ellos pueden apreciar los efectos de las decisiones que han tomado, analizar las consecuencias y tomar nuevas decisiones.

Un medio para cuantificar periódicamente su eficiencia y la de su centro de responsabilidad., es que en la medida en que los responsables operacionales han aceptado los objetivos globales de la organización (y parciales de su unidad de gestión) se comprometan a alcanzarlos, pues no debieran esperar el fin del periodo para saber si los objetivos se están cumpliendo. Deben poder medir periódicamente los resultados que obtienen, con el fin de tomar las decisiones adecuadas en caso de que hubiera variaciones entre lo real y lo planeado.

Si el plan ha sido fraccionado en varias etapas adecuadas para que los responsables puedan hacer un balance de su gestión, se puede decir que los informes del responsable en turno, serán más útiles que las informaciones obtenidas de manera informal y esporádica, ya que los primeros permitirán al responsable medir adecuadamente su eficiencia y la de su centro de responsabilidad.

En un sistema para supervisar el desempeño de sus subordinados, cada responsable de actividad y/o área de operación, debe asegurarse de que todos los que dependen directamente de él conozcan los objetivos que deben alcanzar, midan sus resultados y efectúen un autocontrol de su actuación mediante una comunicación permanente entre el superior y sus supervisados. Este control debe estar exclusivamente a cargo de los responsables y bajo ninguna circunstancia el contralor debe inmiscuirse en la supervisión de los subordinados de un responsable ya que eso constituiría un error grave al confirmar la opinión de que el contralor es el que verifica, inspecciona y castiga siendo esto incorrecto (Geoffrey, 2008).

Un aspecto importante del control de gestión consiste en la autoevaluación y autocrítica por parte de los responsables, pues el control no puede ejercerse en forma independiente y aislada en cada una de las unidades de gestión. Si los encargados de un departamento fueran responsables solamente entre sí mismos, habría evidentemente fallas de coordinación y un riesgo grande de que el control se transformara rápidamente en autosatisfacción. Se requiere, por lo tanto, que una persona promueva la armonización y la coordinación de los esfuerzos de los diferentes responsables, llegando a que esto nos lleva a analizar las funciones del contralor.

2.9.3.3 El Contralor

En un enfoque de control de gestión, el contralor o quien desempeñe esta función en la organización, debe cumplir las tres funciones siguientes:

1. Concebir el sistema de información de procedimientos. El contralor debe recolectar la información externa y organizar los flujos de información interna, estableciendo todos los procedimientos para que se lleve a cabo el plan a mediano plazo y los presupuestos y para que se elaboren los informes internos.

El contralor debe asegurarse de la coherencia interna del sistema; por ejemplo, en caso de que se detecten variables clave que le permitan medir el cumplimiento de los objetivos (como en el caso del control de costos de la mano de obra), el contralor debe ayudar en la selección de estas variables clave (en base al estudio de tiempos y movimientos, por ejemplo), para determinar quién o quiénes son responsables del desarrollo de éstas, analizar si los presupuestos y los informes están centrados sobre dichas variables clave e indican las posibilidades de cada centro de responsabilidad y por fin si los objetivos de cada unidad de gestión están orientados hacia los intereses de la organización.

2. Hacer funcionar el sistema, actuando como facilitador. El contralor no controla; actúa para permitir a cada responsable operacional que controle por sí mismo la gestión de su sector de actividad; así mismo, establece todas las condiciones requeridas para que funcione sin distorsión el sistema de control de gestión; facilita la comunicación vertical y horizontal; opina sobre la estructura organizacional, sobre los efectos de la descentralización, la necesidad de funciones de apoyo, etc. Pero en ningún momento decide acerca de los objetivos, las estrategias, los programas de acción, calidad de control entre los integrantes de una organización refuerza el poder de los dirigentes y que a medida que aumenta la suma total de control en una entidad, se estimula la eficiencia de ésta.

El control de gestión se diferencia de la auditoría en que ésta se efectúa en un momento determinado y se refiere al pasado anterior al corte, mientras que el control de gestión es dinámico y evoluciona en el tiempo tanto en su concepción como en su implementación (Mejía, 2011).

Si descentralizar es confiar a los responsables operacionales la iniciativa de actuar y el poder de tomar decisiones sin tener que pedir permiso a su jefe inmediato, es difícil concebir el control de gestión en una organización centralizada.

Un sistema de control de gestión requiere una estructura organizacional descentralizada, con base en sus principios y a nivel de su diseño e implementación, a su vez esta promueve y consolida: en efecto el control de gestión que permita asegurar una coherencia interna en la organización y por tanto cumple una función de coordinación; al mismo tiempo que compromete a todos los responsables en el cumplimiento de los objetivos y da así a la organización cierta seguridad.

Finalmente, podríamos preguntar si un sistema de control de gestión no promueve la manipulación por parte de los dirigentes. ¿En realidad, hay manipulación cuando su propósito es hacer que cada responsable alcance los objetivos que se había fijado en el marco de la planeación global de la organización, y satisfaga a la vez sus propios deseos de superación, integración y autoevaluación?. Además, el control de gestión es una especie de contrato implícito entre los principales responsables de una entidad; si el director general desea que sus colaboradores fijen sus metas, midan su eficiencia, se evalúen y se controlen así mismos en general deberían abogar en el mismo sentido que el de la organización, pues estarían comprometidos a conocer con precisión el entorno de la entidad, a seleccionar adecuadamente los objetivos estratégicos y a prestar toda la atención requerida por los responsables operacionales, para motivarlos (Mejía, 2011).

2.10 Los principios de la Ingeniería de Métodos como marco de los estudios de tiempos y movimientos.

Dentro de la ingeniería de métodos, los estudios de tiempos y movimientos que, como ya vimos tienen que ver con la fase control del proceso administrativo, también tiene que ver con la generación de productividad en la organización (invernadero), ya que a partir de su determinación las tarifas o uso de mano de obra para la producción en el ciclo productivo habrán de ajustarse, no con el afán de abusar de la eficiencia del trabajador o explotarlo, sino reconociendo su participación en términos de salario percibido y ajustando necesariamente estas percepciones monetarias para efectos de la determinación de costos de producción, en este caso, por el elemento que más influencia tiene, la mano de obra.

2.10.1 Diseño de sistemas de producción

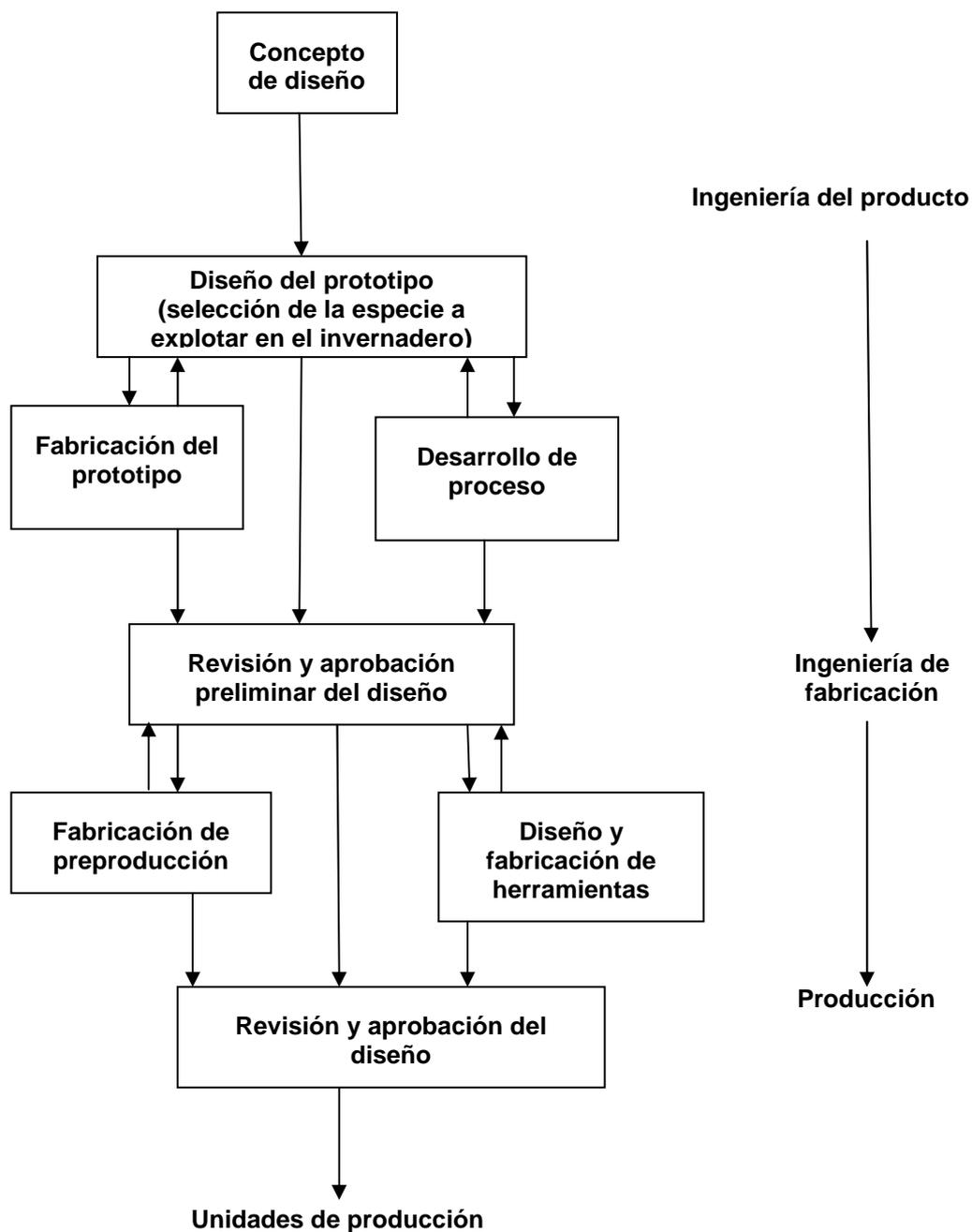
Para efectos de esta investigación, la productividad la habremos de identificar como la capacidad de la administración de la empresa "...para centrarse en el enfoque específico de trabajar y generar una cultura empresarial de trabajo, aprovechar todos los recursos disponibles para estimular un mayor índice de producción o simplemente para mejorar la eficiencia en términos generales y con esto elevar el nivel en cuanto a la optimización de recursos. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, trabajar en productividad es ser conscientes del tiempo, del espacio, de los suministros, de hacer las cosas bien, de consumir menos y producir más, es el eterno deseo de mejorar, es la convicción de siempre superar el desempeño actual." (Kanawaty, 2006)

El diseño de un sistema de producción comienza con el diseño del producto que habrá de producirse o fabricarse. En el Cuadro 6. se describe una secuencia típica de pasos que empiezan con un concepto de diseño de producto y culminan en un diseño final de producto para fabricación. Los ingenieros de producto son aquellas personas en una organización manufacturera más familiarizadas con la función de un producto y las necesidades cambiantes de los clientes en relación con ese producto.

Por ejemplo, la *Arts-Way Manufacturing* es un fabricante de maquinaria agrícola en Armstrong, Iowa. En cuanto termina la temporada de cosecha de remolacha a fines del verano, el personal de ingeniería de producto y de mercadotecnia de Arts-Way evalúa el éxito del diseño más reciente de máquina segadora y estudia cualquier condición o problemática particular que haya afectado la operación de su equipo. No hay nada como una cosecha para sacar los aciertos del diseño de una máquina. Tan pronto como se recaba y evalúa la información sobre el rendimiento de la segadora y se han revisado los comentarios del cliente y el distribuidor.

Es probable que comiencen de inmediato el proceso de mejoras del diseño y las pruebas de ingeniería correspondientes para una máquina segadora mejorada que estará disponible al verano siguiente. Mientras más maduro sea el diseño, menos cambios de diseño serán necesarios durante el siguiente ciclo de mejoramiento, este es el tipo de interés siempre tendría que estar vigente para siempre estar buscando mejorar lo que ya se tiene y potencializar los alcances de una manera exitosa.

Cuadro 6. El Proceso de Diseño y Producción



El Cuadro 6 sintetiza de buena manera en su totalidad los diferentes pasos a recorrer para cualquier persona interesada en integrarse a un proyecto que involucre el concepto de agricultura protegida y específicamente con invernaderos. Desde luego se habrá de partir en cuanto a diseñar un sistema que esté plenamente adecuado a las necesidades particulares de la región, así como que satisfaga en su totalidad los requerimientos agronómicos de la especie a explotar para garantizar un buen desarrollo del proyecto y sobre todo que sea rentable para poder recuperar la inversión. Al final se habrá de revisar muy a detalle el diseño propuesto y/o el producto seleccionado por los ingenieros de fabricación (entiéndase el diseño del invernadero a adquirir) por lo que finalmente la aprobación y la revisión final debería reflejar el consenso de varias opiniones al respecto para que la producción esté garantizada al 100%.

Ya establecido el proyecto, si todo va bien durante los meses en el que el sistema no se encuentra en producción se puede establecer algún procedimiento para hacer las pruebas de ingeniería deseadas y agregar mejoras al sistema en cuanto a diseño para que las nuevas herramientas, utensilios o correcciones a implementar de del año próximo estén listas a tiempo. No es raro que conforme se acerca el momento de hacer requisiciones de material para los diseños se requerirá mucho más tiempo para dirigir una prueba más, aunque el mejor compromiso suele ser que algunas mejoras del producto o el proceso como tal tendrán que esperar al diseño del año entrante para verlos realizados. Se menciona este ejemplo para dejar establecido que en cuestión de productividad, casi siempre habrá algo que hacer y por lo que respecta a aspectos relativos a estudios de tiempos y movimientos para determinar estándares de mano de obra, no es una excepción.

De igual manera se observa en el cuadro anterior que gran parte del esfuerzo reside en interacciones entre ingeniería de producto, de manufactura y el proceso producción. La manufactura o producción (como en el caso del invernadero) de un nuevo diseño o variedad de cultivo, siempre es un proceso de descubrimiento y conocimiento (Taylor, 1973).

Desde los días de Taylor los ingenieros (industriales en especial) se han preocupado por el diseño de las plantas manufactureras o de explotación intensiva, como ahora es el caso de la agricultura protegida (invernaderos). Al comienzo la atención se centraba en la actividad alrededor del lugar de trabajo del operario y este tipo de análisis se denominó inicialmente “estudio de tiempos y movimientos” que más tarde evolucionó a “ingeniería de métodos” (Kanawaty, 2006).

Posteriormente también se dio atención a los métodos para manejo de materiales entre distintas estaciones de trabajo y al arreglo espacial relativo de todas las entidades dentro de una planta. Estas dos áreas de análisis se conocen comúnmente como manejo de materiales y diseño de la planta, respectivamente.

Estas tres actividades (ingeniería de métodos, manejo de materiales y configuración de la planta) comprenden lo que se conoce en los círculos de ingeniería industrial como diseño de la planta y consideran desde lo más elemental aspectos que debieran observarse y valorarse en todo caso.

En un invernadero en el que el logro de los estándares de calidad y productividad en productos y procesos resultan esenciales para la administración se deben generar acciones muy específicas encaminadas a derivar información oportuna y sagaz que permita permanentemente incorporar elementos tecnológicos nuevos o invenciones dibujadas en la mente de los productores que se convierten en fantásticas ideas dentro de los procesos productivos (como lo veremos más adelante con algunos ejemplos de inventiva aterrizados a nuestra investigación y que se tornan bien interesantes por el hecho de facilitar las tareas a realizar) y desde luego también se habrá de evaluar paralelamente a todo esto el desempeño de la mano de obra directa en términos de desarrollo organizacional.

Se denomina teorías de la motivación y específicamente se aborda lo relativo a los factores identificados por como fuentes de insatisfacción laboral, que vienen a relacionarse directamente con la identificación de cambios en la forma en la que ya sean las condiciones laborales (relaciones interpersonales, políticas administrativas y organizacionales, supervisión y salarios) o la forma de desarrollar la actividad (adaptación de nueva tecnología, por ejemplo), puedan contribuir a mejorar la productividad del trabajador en cualquiera de las fases del proceso productivo (Herzberg, 2007).

No se trata de programar una computadora o dar una instrucción, sino más bien de llevar a cabo la implementación de una primera fase de diseño que requiere forzosamente determinar las necesidades y requerimientos en relación con un sistema de producción que habrá de albergarse en una instalación que será diseñada por expertos. Los ingenieros deben diseñar primero el sistema de producción que habrá de albergarse en la instalación y obviamente un sistema de producción no puede ser mejor que sus diseños de estación de trabajo ya que los trabajadores predominantemente realizan sus funciones laborales en estaciones de trabajo, el invernadero como tal es una estación de trabajo en la que se realizan diferentes actividades durante las una buena parte del día y durante muchas etapas fenológicas del cultivo antes de enviar el tomate al área de empaque del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia y posterior al mercado.

2.10.2 Ingeniería de Métodos

La información pertinente sobre ingeniería de métodos habrá de cubrir tanto el estudio de métodos como la medición del trabajo. El estudio de métodos se refiere principalmente al análisis del diseño de estaciones de trabajo, que es el caso que nos ocupa en esta tesis, mientras que la medición del trabajo se ocupa del control. Este apartado se concentra en el diseño de estaciones de trabajo; sin embargo, dado el alto grado de interdependencia entre estudio de métodos y medición del trabajo, ambos temas se examinarán juntos.

2.10.2.1 Estudio de métodos

El estudio del diseño detallado de estaciones de trabajo y en grado menor de las relaciones entre las estaciones de trabajo con el operador, se denomina estudio de métodos (Kanawaty, 2006). Generalmente al inicio se hace un estimado del tiempo que le llevará a un empleado típico realizar una tarea específica en una estación de trabajo. Más tarde, cuando el empleado ha aprendido la tarea y cuando las condiciones que afectan a esa tarea se han estabilizado (por ejemplo, manejo de herramientas necesarias, uso de materiales y las condiciones, situaciones o circunstancias que se presenten o apliquen consistentemente a la actividad) se puede establecer con cierta claridad un patrón de rendimiento.

La administración normalmente requiere un nuevo estudio detallado del trabajo mediante la observación y el análisis que defina y documente el método estándar prospectando el tiempo estándar en que se realiza la tarea incluyendo márgenes no productivos. Este tiempo se convierte en el indicador y un parámetro que pudiera tomarse como referencia en cuanto a administrar el tiempo y saber de manera veraz cuánto tiempo deberá tomarle a un empleado capacitado típico a una velocidad normal de actividad el realizar la operación requerida por unidad de producción.

La suma de todas las operaciones para un producto representa el tiempo de trabajo directo esperado para una unidad terminada, y este tiempo por lo tanto, sirve al propósito de proporcionarle a la gerencia una base para determinar el rendimiento del empleado al comparar el número real de unidades producidas por un empleado durante un periodo de tiempo y el número determinado de empleados que habrían producido cierta cantidad con base en el tiempo estándar. El proceso de determinar el tiempo estándar para una operación se denomina medición del trabajo de la mano de obra (Hicks, 2001). El término ingeniería del trabajo significa tanto el estudio de métodos como la medición del trabajo e intentan respectivamente, responder la pregunta: ¿cómo deberá realizarse una tarea?, y ¿cuánto tiempo deberá tomar el realizar la tarea específica, incluyendo descansos o tiempos no efectivos de trabajo?.

2.10.2.2 Técnicas de representación gráfica

Muchos de los enfoques tradicionales en la ingeniería de métodos pueden clasificarse como métodos gráficos pues estos métodos han cambiado muy poco en los últimos 50 años, pero todavía poseen una utilidad general que no ha sido reemplazada por muchos de los enfoques más avanzados de la actualidad. Como siempre, hay que preocuparse menos por qué tan avanzado es un método y más por sus resultados. En general, los métodos gráficos ofrecen una dimensión visual para un problema y también encaminan a recabar de datos relativos al mismo. La gráfica de proceso de operaciones se ha usado durante muchos años para mostrar en una figura las operaciones e inspecciones en secuencia hasta llegar al producto terminado, la Figura 3 que se presenta es una gráfica típica de un proceso de operaciones y ha sido adaptada al proceso de producción de plántula para ejemplificar de una mejor manera el proceso y asociarla directamente con el tema de estudio.

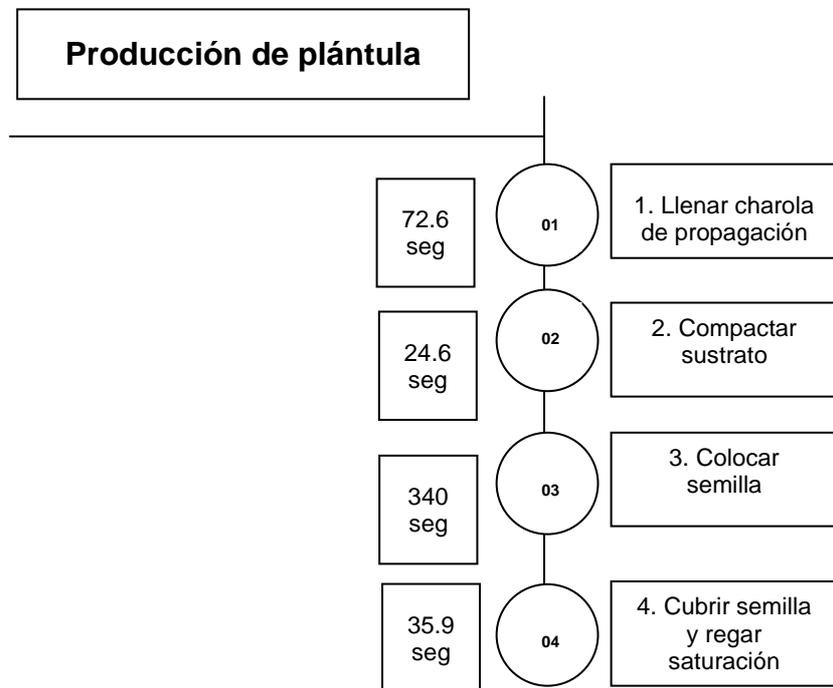
A manera de clarificar (por ahora) solo se mencionan las fases del proceso productivo a las que nos enfocaremos dentro de la producción de tomate bajo invernadero, sin embargo, se definirán detenidamente más adelante por lo que por ahora solo se enlistan sin entrar en detalles y son las que se mencionan a continuación:

- Producción de plántula
- Injerto
- Trasplante
- Tutorio
- Deshoje
- Desbrote
- Ciclo de cosecha

En este caso específico abordaremos por ser la primera actividad, la producción de plántula que se integra por las siguientes actividades:

1. Llenar charola de propagación
2. Compactar sustrato
3. Colocar semilla
4. Cubrir semilla y regar saturación

Figura 3. Proceso de Operaciones: Producción de plántula



Si la planta productiva en el caso de producción de plántula tiene un requerimiento de volumen de producción determinado y otros atributos que exigen una configuración de una línea de producción, la gráfica de proceso de operaciones sugiere una primera aproximación de lo que podría ser la disposición relativa de las operaciones de procesamiento para la operación de producción de plántula.

Si le quitáramos el techo a centro de empaque (que es donde comúnmente se lleva a cabo esta actividad) y observásemos las operaciones desde arriba, la figura anterior podría representar los flujos generales de producción en la fase de producción de plántula. El personal que se involucró en eslabón del proceso productivo puede visualizar fácilmente el acomodo al detalle de las plantas y en su caso el equipo dentro del área delimitada opera con regularidad integrados por diferentes áreas que realizan diferentes actividades.

Después de la creación de una gráfica del proceso de operaciones, el paso siguiente es realizar un análisis más detallado de cada fase, en este caso, del proceso de producto final.

Mientras que al usar una gráfica de proceso de operaciones el análisis estaba restringido solamente a operaciones e inspecciones, la gráfica del proceso de flujos (Cuadro 7.) incluye además la consideración de movimientos, retrasos y almacenajes. La frontera entre retraso y almacenaje es el grado de control que el área de producción tiene sobre el objeto.

Cuadro 7. Gráfica del Proceso de Flujos: Recorrido Típico de Producción de Plántula.

Método Actual	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tiempo (segundos)	Inspeccionar	Comentarios	Notas
Llenar charola de propagación						72.6		Las charolas de propagación previamente deberán de desinfectarse y enjuagarse con agua limpia.	Se utilizan charolas de poliestireno con 200 cavidades (dimensiones 2 x 2 x 4cm) con un acabado liso en la parte interna.
Compactar sustrato						24.6		El sustrato es Peat-Moss Sunshine Mezcla Fina Especial No. 3.	Se utiliza un rodillo plástico giratorio, buscando hacer dejar homogéneamente cubiertos los espacios de las 200 cavidades y generando un medio físico adecuado para la germinación de la semilla.
Colocar semilla						340	√	Las semillas utilizadas son la variedad EL CID F1, CHARLESTON y para el Injerto Patrón MULTIFORT F1	Se colocan manualmente las 200 semillas dentro de las cavidades, hay que procurar que la posición de la semilla quede alineada al centro.
Cubrir semilla y regar a saturación						35.9	√	El material inerte utilizado es Vermiculita Sunshine Tamaño Medio Grado Premium.	Se cubre completamente la semilla con material inerte para luego proceder a humedecer abundantemente (hasta llegar a saturación) el medio físico de las semilla.

Fuente: Diseño personal.

Dentro de la gráfica (Proceso de Flujos para la Producción de Plántula) se ha desplegado en su totalidad el manejo dentro de cada operación que se involucra para cada una de las distintas tareas específicas u operaciones a realizar, por lo que el análisis se extiende a una serie de estaciones de trabajo a lo largo del ciclo productivo como resulta obvio en el proceso de flujos.

Puede resultar muy positivo reflexionar sobre el hecho de que un proceso de producción típico abarca sólo dos funciones principales: transformaciones y movimientos. Las transformaciones hacen que el producto cambie de naturaleza y valor conforme los materiales combinados que en su caso ofrecen mayor utilidad; por ejemplo, una bicicleta armada vale más que la suma de sus componentes.

En un invernadero, los movimientos innecesarios sencillamente representan un mal necesario que en términos de costos de producción genera gastos adicionales, por lo tanto deberían reducirse al mínimo. Por esta razón, el criterio principal en la configuración y diseño de una estación de trabajo o el adecuar el área para realizar cualquier actividad dentro del invernadero se reduce típicamente optimizar los desplazamientos y tener un orden en cuanto al trabajo.

La gráfica del proceso de flujos es particularmente eficaz para rastrear la distancia a veces increíble que un trabajador recorre en un invernadero para buscar alguna herramienta o encontrar algún objeto olvidado y eso merma paulatinamente el desempeño del operario, aunque para el caso que acabamos de analizar no aplica pues se cuenta con un equipo de apoyo que se dedica a realizar los desplazamientos en la línea de producción.

Hay otra clase de gráficas comúnmente conocidas como gráficas de actividad múltiple, estas gráficas pueden ser útiles para analizar situaciones en las cuales se emplean al menos dos recursos dentro de una operación. El objetivo es típicamente agrupar o arreglar la secuencia de sucesos en lo que respecta a los recursos empleados de modo que se determine un tiempo mínimo de producción unitaria.

Tenemos también la grafica conocida comúnmente como una gráfica hombre-máquina (aunque para este caso en el sentido estricto habrá de considerarse hombre-planta), ésta herramienta implica el análisis detallado de los recursos específicos y la interacción del operador con ellos.

Finalmente el enfoque general en este tipo de análisis es intentar hacer el mejor uso del recurso o los recursos claves pues el operador es el recurso clave y está ocupado continuamente. El foco del análisis es reducir al mínimo el tiempo de ciclo del operador debido a la extrema competitividad en la industria de la agricultura protegida, aunque el análisis de actividad múltiple no es hasta ahora muy común dentro de los invernaderos bien podría ser aceptado en esa industria ya que hay indicios de una buena adopción pues en otras industrias menos sensibles al margen de utilidad, por ejemplo, en las cuales un empleado se puede quedar ocioso por largos periodos de tiempo esperando a que la temperatura o alguna otra variable se estabilice ha mostrado mejoría de manera considerable (Hicks, 2001) y que en tales casos, las estaciones de prueba múltiple a menudo no están diseñadas o situadas para utilizar el enfoque de actividad múltiple, desperdiciando las eficiencias que este enfoque proporciona.

En un sentido real, un empleado de producción típico trabaja en una estación de trabajo, no en una fábrica. Por lo tanto, es el efecto agregado a las estaciones de trabajo bien diseñadas lo que da lugar a una planta productiva por lo que una estación de trabajo ideal reduce al mínimo el manejo intraoperacional gracias a un análisis detallado y a la especificación del método exacto que se usará.

2.10.2.3 Principios de economía de movimientos.

Con el paso de los años se han desarrollado varios principios comunes de buen diseño que se conocen como “principios de economía de movimientos”, son veintidós principios de economía de movimientos (Barnes, 1980,) que se han usado durante varios años y que aún siguen vigentes, siendo los siguientes:

1. Las dos manos deben comenzar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. Las dos manos no deben estar ociosas al mismo tiempo excepto durante periodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas debiendo hacerse simultáneamente.
4. Los movimientos de manos y cuerpo deben confinarse a la clasificación más baja en la cual sea posible realizar el trabajo satisfactoriamente.
5. El impulso se debe aprovechar para ayudar al trabajador cuando sea posible y se debe reducir al mínimo si es necesario superarlo con esfuerzo muscular.
6. Los movimientos curvados, continuos y uniformes de las manos son preferibles a movimientos en línea recta que impliquen cambios repentinos y abruptos de dirección.
7. Los movimientos de empuje o lanzamiento son más rápidos, más fáciles y más exactos que los movimientos restringidos (de fijación) o “controlados”.
8. El trabajo debe orientarse de tal modo que permita un ritmo fácil y natural siempre que resulte posible.
9. Las fijaciones a la altura de la vista deben ser contadas y estar tan juntas unas de otras como sea posible.
10. Debe haber un lugar expreso y fijo para colocar todas las herramientas y materiales.
11. Herramientas, materiales y controles deberán estar ubicados cerca del punto de uso.

12. Se deben usar alimentadores y recipientes accionados por gravedad para entregar el material cerca del punto de uso.
13. Se deben usar entregas por caída cuando sea posible.
14. Los materiales y las herramientas deben estar bien ubicados para permitir la mejor secuencia de movimientos.
15. Se deben procurar condiciones buenas de visibilidad, la buena iluminación es el primer requisito para una percepción visual satisfactoria.
16. De preferencia la altura del lugar de trabajo y de la silla deben ajustarse de modo que sea posible sentarse y permanecer de pie alternativamente.
17. A cada trabajador se le debe proporcionar una silla del tipo y altura que permita una buena postura.
18. Las manos deben estar libres de todo trabajo que se pueda hacer ventajosamente mediante un soporte, una instalación fija o un dispositivo operado con pedal.
19. Dos o más herramientas deben combinarse cuando sea posible.
20. Las herramientas y los materiales deben posicionarse de antemano cuando sea posible.
21. Cuando cada dedo realice algún movimiento específico, como en una máquina de escribir, la carga debe distribuirse de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos.
22. Palancas, volantes y otros controles deben ubicarse en posiciones tales que el operador pueda manipularlos con el cambio mínimo en la posición corporal y con la mayor velocidad y facilidad.

El principio 4 anterior, como ejemplo se refiere a la “clasificación (de movimiento) más baja” y dentro de las nueve clasificaciones del movimiento encontramos:

- 1) Movimiento de un dedo.
- 2) Movimiento de la muñeca.
- 3) Movimiento del codo.
- 4) Movimiento desde el hombro.
- 5) Movimiento o rotación del tronco.
- 6) Movimiento de piernas.
- 7) Movimiento del cuerpo entero.
- 8) Jalar, mover o arrastrar algún objeto.
- 9) Cargar y soportar peso.

Imaginemos que el área de trabajo normal no excede la clasificación de movimiento de nivel 3 y el área máxima de trabajo no excede un movimiento de nivel 4 esto significaría que se requiere mucho menos tiempo y energía para movimientos manuales de nivel 3 o menor, así que un buen diseño de cualquier área o estación de trabajo intenta limitar los movimientos a este radio de alcance por lo que definitivamente se requerirá considerablemente mucha más energía para alcanzar desde el hombro (nivel 4) que desde el codo (nivel 3) con la parte superior del brazo actuando sólo como un eslabón vertical.

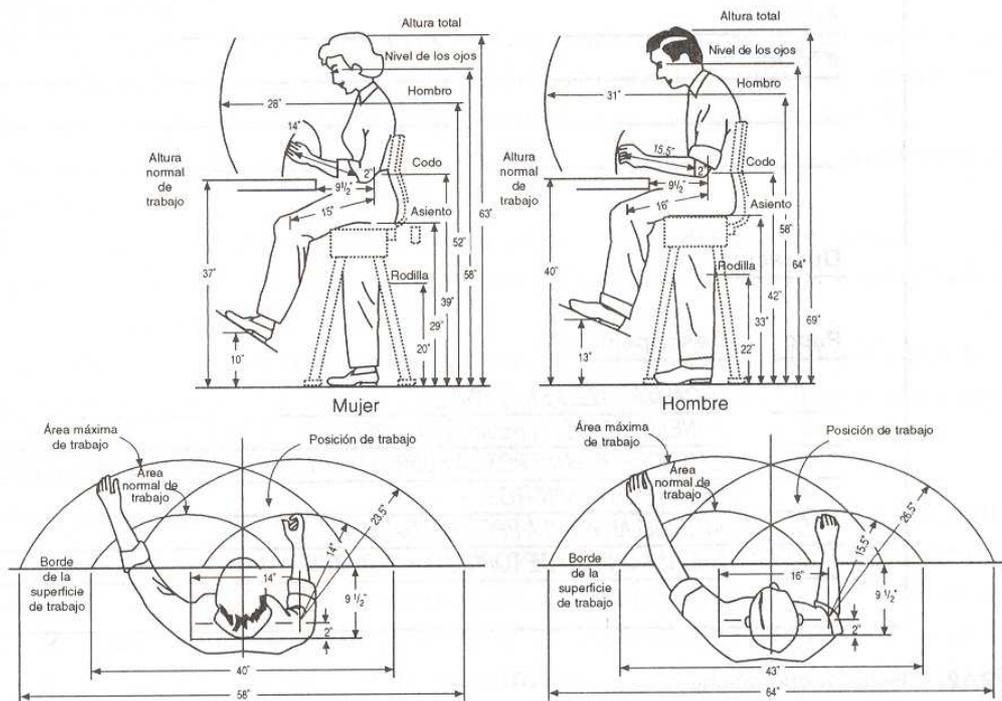
Si se considera la diferencia de un movimiento generado desde el hombro en comparación con el codo, la reducción al mínimo de la energía (es decir, fatigarse menos) es una variable importante a considerar en el desarrollo de operaciones eficientes al momento de operar cualquier sistema.

Retomando este principio que ha venido exponiéndose con anterioridad y para terminar de buena manera el presente apartado que aborda la Ingeniería de Métodos, se presenta una lista de consideraciones típicas (Barnes, 1980,) al momento de realizar el diseño de estación de trabajo.

- Equipo y herramientas apropiados.
- Altura apropiada de la mano o del codo en relación con las tareas.
- Reducción al mínimo de las distancias de alcance.
- Iluminación adecuada del área donde se realiza la tarea.
- Posición ideal para estar sentado (apoyo de espalda/pies, ángulo adecuado para “sentarse–pararse” posición apropiada para la tarea, etc..
- Altura apropiada del asiento para longitud focal en relación con la tarea.
- Espacio adecuado para materiales y herramientas.
- Localización y posicionamiento de herramientas
- Distancia y orientación apropiadas del equipo de monitoreo.
- Distancia y orientación apropiadas de datos de entrada.
- Medios eficientes para identificar la ubicación sobre los datos de entrada.
- Colocación apropiada de materiales de entrada para eliminar o reducir al mínimo el agacharse o caminar hacia los materiales.
- Posición y orientación de la superficie de trabajo en relación a la tarea.

Finalmente y sin ser menos importante llegamos a la parte de las dimensiones de las áreas de trabajo, pues el uso de estos principios en combinación con una forma de inventiva ha sido tradicionalmente muy productivo en el desarrollo de diseños de estaciones de trabajo eficientes. En la Figura 4 que se presenta a continuación, se puede visualizar una perspectiva mucho más clara de las dimensiones de las áreas de trabajo para 2 operadores diferentes (en este caso entre un hombre y una mujer), por lo que de esta manera se pueden contrastar la diferentes alturas tanto de ojos, hombros, codo, rodillas y en general se puede determinar con certeza la altura normal de trabajo, la posición, el alcance máximo la altura de los bordes y todas las implicaciones de diseño que se tendrían que considerar.

Figura 4. Motion and Time Study: Design and Measurement of Work.



Fuente: Barnes, R.M. (1980). Motion and Time Study: Design and Measurement of work, John Wiley and Sons, Inc. Nueva York.

Un buen reto a considerar para los productores de tomate o cualquier tipo de productor bajo invernadero que se realice de manera intensiva, sería el hecho de seleccionar al azar a algunos de los empleados o trabajadores examinando sus estaciones de trabajo en conjunto con ellos y utilizando como guía las listas que se han mencionado con anterioridad, seguramente el potencial de productividad se pudiera mejorar en buena manera, pues a menudo hay una considerable necesidad de mejorar los diseños de las estaciones de trabajo de modo que los empleados puedan ser más productivos, obtengan más satisfacción de su trabajo, se cansen mucho menos y rindan mucho más escuchando sus opiniones y experiencias.

2.11. Estudios de Tiempos y Movimientos y sus Aplicaciones como parte de la Gestión Productiva de las Empresas

Entremos ahora al estudio de los métodos y técnicas que en el ámbito de los estudios de tiempos y movimientos suelen aplicarse con mayor frecuencia como parte del análisis teórico de la metodología, implicado que para entender de mejor manera un trabajo de este tipo habrá de generarse un panorama mucho más claro que venga a ilustrar a aquellos lectores que no cuenten con experiencia para realizar este tipo de estudios o que deseen reforzar los conocimientos que tienen en la materia.

2.11.1 Medición o estudio del trabajo

El estudio de métodos junto con la medición del trabajo son subconjuntos de la ingeniería de métodos y debido al papel central que la medición del trabajo ha desempeñado en el campo de la ingeniería industrial perteneciente al concepto de control del trabajo, constituye un área de considerable desarrollo teórico y práctico con el paso de los años.

Representa un importante acervo de tecnología desarrollada en el campo de la ingeniería industrial y ha sido y será importante como un elemento para la obtención del objetivo general principal de la ingeniería industrial: la productividad. Es una desgracia que muchos ingenieros industriales opten por tratar la metodología como algo viejo e irrelevante (que no lo es). Aquellos con “perfil matemático”, en particular, piensan que mediante el análisis matemático sería posible de algún modo evitar la molesta necesidad de tratar directamente con los trabajadores para determinar cuánto tiempo les lleva a éstos realizar sus tareas aunque este análisis nunca eliminará la necesidad de determinar tiempos de operación y sin tiempos de operación el desarrollo de sistemas de producción no irá a ninguna parte.

El tiempo siempre ha sido una de las variables más importantes en la ingeniería y la ciencia así como en la manufactura. Los experimentos de Galileo con cuerpos en caída libre, por ejemplo, dependían fundamentalmente de mediciones de distancia y tiempo. Aunque el tiempo ha sido una variable importante en la historia, fue Taylor quien ofreció el concepto de medir el tiempo de la actividad humana como un medio para monitorear el rendimiento laboral en la industria. Un reloj es un instrumento que mediante engranajes activados por un resorte a través de un mecanismo de escape, hace girar manecillas que registran y muestran el tiempo transcurrido, como un reloj mide el tiempo y nada más, es comprensible que el estudio de tiempos con cronómetro fuera la primera técnica de medición del trabajo.

Para poder llevar a cabo este monitoreo del trabajo es necesario realizar un estudio de movimientos, el objetivo sería eliminar aquellos movimientos innecesarios y ordenar de una mejor manera los movimientos útiles, obteniendo así la eficiencia máxima. Para desplegar un estudio de movimientos es necesario monitorear y medir las actividades para identificar aquellas que requieren mayor tiempo y determinar su incidencia, por lo tanto la medición es indispensable para reconocer la causa principal del retraso del tiempo, mano de obra, disposición de materiales, disposición de herramientas o método de trabajo, a su vez se cuantifica el tiempo y dinero perdido en cada actividad mal realizada.

El objetivo que podemos satisfacer con la medición es incrementar la eficiencia del trabajo (Barnes, 1980), pues la medición del trabajo es una herramienta que dispone la administración para controlar la eficiencia en el trabajo y de esta manera sobre todo de poder incrementarla.

Existen múltiples técnicas para llevar a cabo una medición del trabajo aunque desde su concepción deben adecuarse siempre a las características de la organización que estamos estudiando. Para este caso del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia y su forma de operación, la metodología de trabajo que más nos ayudaría es generar el conocimiento y partir de una documentación inicial o un diagnóstico para conocer al detalle los tiempos con la mayor exactitud posible.

2.11.2 Estudio de tiempos con cronómetro

Dentro del estudio de tiempos con cronómetro la persona que documenta el proceso descompone una operación en sus elementos, mientras un operador realiza la tarea específica un cierto número de veces se observa y cuantifica el tiempo transcurrido al final de cada elemento, esto se replica durante cierto número de ciclos en el estudio.

Aunque pareciera de entrada no ser el método que más se adecua al contexto por ser actividades constantes y repetitivas, no queda más remedio que realizar el estudio de tiempos con cronómetro a ritmo normal para la operación motivo de estudio, considerando las tolerancias aplicables en cada caso, aunque posteriormente se pudieran explorar algunas otras metodologías de automatización.

Un estudio de tiempo con cronómetro se lleva a cabo preferentemente cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación actividad o tarea.
- Se desconocen o se presentan quejas sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos en el trabajo.

2.11.2.1 Pasos básicos para la ejecución de un estudio de tiempos con cronómetro

- I. Preparación
 - a. Selección de la operación.
 - b. Selección del trabajador/productor.
 - c. Análisis del método de trabajo.
- II. Ejecución
 - a. Obtener y registrar información.
 - b. Descomponer y registrar la información o procesos al interior.
 - c. Cronometrar la operación y/o actividad.
 - d. Calculo y documentación del tiempo observado.
- III. Valoración
 - a. Ritmo normal del trabajador promedio.
 - b. Técnicas de valoración.
 - c. Calculo de tiempo base o total.
- IV. Suplementos
 - a. Análisis de demoras.
 - b. Estudio de fatiga.
 - c. Calculo de suplementos y sus tolerancias.

2.11.2.2 Técnica para estudio de tiempos: método continuo

El método de tiempos continuos como su nombre bien lo indica es aquel en el que el cronómetro una vez que se arranca permanece funcionando durante la totalidad del estudio, haciendo lecturas progresivamente y deteniendo el reloj hasta una vez que el estudio se haya concluido. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura siguiente.

Después de definir la metodología se llevo a cabo el monitoreo y la medición de actividades de la siguiente forma: Se seleccionaron trabajadores al azar de diferentes actividades, cada actividad requirió de varios trabajadores y finalmente se documentan varios tiempos de diferentes repeticiones.

El monitoreo se efectuó desde que se inicia la actividad hasta que se termina por completo, como en todos los pasos o la mayoría de estas las actividades son repetitivas, excepto cuando se tiene que realizar algún tipo de limpieza o resurtido de algún insumo que muchas veces son por los mismos trabajadores/productores quienes lo realizan.

Para llevar a cabo la medición fue necesaria la anuencia y aprobación por parte del grupo operativo del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia, de igual manera se desarrollo un formato para el estudio y documentación en campo de los tiempos para las diferentes actividades (Cuadro A8.) que a su vez se utilizó dentro del monitoreo de las actividades para darle validez a los tiempos tomados.

2.11.3 Ejemplo de estudio de tiempos: Producción de Plántula

Tomaremos como ejemplo práctico una de las actividades más importantes de la producción de tomate bajo invernadero que es la producción de la plántula, esta se vuelve una actividad sumamente significativa ya que posteriormente se convertirá en el material vegetal que nos ha de proveer la conversión de materia prima e insumos en frutos y producción. Esta plántula es producida dentro del mismo Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia y es realizada por un grupo de personas que muestran interés o tienen la voluntad de llevar a cabo esta tarea. Estas personas generalmente ya tienen experiencia previa, sin embargo, existen algunas otras que son prácticamente aprendices o están experimentando por primera ocasión la actividad.

Dicha actividad se lleva a cabo en forma de línea de producción dentro del área de empaque (que durante este tiempo se encuentra recibiendo mantenimiento preventivo) y se observan claramente 4 estaciones de trabajo donde se llevan a cabo las 4 actividades diferentes y que son subsecuentes una de la otra.

A manera de clarificar la metodología utilizada, se quiere realizar un estudio de tiempos de la actividad “Colocar Semilla” (el nivel detalle se podrá revisar en la parte final de este trabajo y que se aborda el apartado de Resultados y Discusión para más información), por ahora, lo específico de esta tarea consiste en simplemente hacer llegar o depositar una sola semilla de tomate sobre el sustrato compactado que previamente ha sido vertido dentro de la charola de propagación; como premisa se ha seleccionado esta actividad por la sencilla razón de que es la actividad que más tiempo demanda y sobre todo por el nivel especial de detalle que hay que satisfacer, pues la semilla es de un tamaño muy pequeño y su forma es lenticular lo que significa un difícil y complejo manejo pues si se deposita más de 1 semilla habrá que parar el proceso y emplear una herramienta auxiliar para retirar los sobrantes, de igual manera ya depositada la semilla la orientación y ubicación de ésta en cuanto a ¿cómo? está orientada sobre el sustrato delimitando su posición final previo a cubrirse de material inerte, habrá de limitar o potencializar de una mejor manera el proceso de germinación y emergencia.

2.11.3.1 Estudio de tiempos para Producción de Plántula

Como bien se aclara con anterioridad, es necesario tomar en consideración información que está contenida más adelante en la parte de Resultados y Discusión de este documento, pues se vuelve estrictamente necesario tomar todos los datos que nos ha arrojado la documentación en campo y asociarla sobre todo a la metodología propuesta para proceder a llevar a cabo la explicación de ¿cómo? es que se ha aplicado o mejor dicho la forma en que se ha adaptado el análisis de productividad a esta investigación.

A manera de exhibir abiertamente los pasos a seguir dentro de la metodología seguida, se detallan continuación:

Paso 1: Definir elementos que componen la actividad o tarea, para este caso se ha tomado la actividad de Producción de Plántula como ejemplo, enlistando las siguientes actividades o tareas específicas al interior:

1. Llenar Charola de Propagación.
2. Compactar Sustrato.
3. Colocar Semilla.
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación

Paso 2: Usando un cronómetro, se mide el tiempo de cada elemento y se documenta en el formato determinado (Cuadro A8.) es bueno aclarar que sólo para este caso se han contabilizado 6 trabajadores ya que generalmente se evalúan entre 8 y 10 operadores como mínimo, registrando el tiempo estimado para cada operación mediante observar y cuantificar el tiempo de 10 repeticiones, es decir, en realidad el tiempo que se reporta es el promedio de cuantificar 10 ocasiones la misma actividad lo que significa en la práctica al final documentar un total de entre 80 y 100 procedimientos diferentes.

Paso 3: Calcular el tiempo parcial para cada elemento, tarea o actividad por separado.

Paso 4: Calcular el tiempo total integrando todas las actividades a realizar.

Paso 5: Calcular los diferentes tiempos de la metodología.

Siguiendo los pasos de la metodología que se ha detallado con anterioridad, se ha integrado parcialmente la información del estudio de tiempos y se ha podido recabar el Tiempo Total de la Actividad dentro del Teno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia, lo que nos arroja el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Ejemplo Cálculo de Tiempo Total para Producción de Plántula.

Actividad	1	2	3	4	5	6	T.E. (μ)
1. Llenar Charola de Propagación.	66.5	70.8	80.7	85.6	67.1	64.8	72.6
2. Compactar Sustrato.	22	21.1	25	26	28.6	24.8	24.6
3. Colocar Semilla.	320	300	320	340	360	340	340
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación.	34	35.8	37	35.4	38.3	35.1	35.9
Σ Tiempo Total de la Actividad 7min 53seg (473s)							

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

Posterior al cálculo del Tiempo Total que ya se ha realizado se pudiera decir que la actividad en campo ha sido debidamente documentada en su totalidad para todos los operadores que se incluirían en el estudio, aunque es bueno mencionar que faltaría por realizar e integrar un par de cálculos más (procesando estos mismos datos) para poder concluir con las estimaciones del Tiempo Normal y Estándar posteriormente y efectuar así el análisis pertinente ya con todos los diferentes tiempos logrando establecer el estudio completo y poder determinar rangos permisibles de tiempo por actividad.

2.11.3.2 Cálculo de Tiempo Normal y Estándar para Producción de Plántula

En términos generales existen 2 factores muy importantes que sirven para determinar un Tiempo Normal y Estándar de manera particular, primeramente abordaremos el Factor de Calificación del Desempeño que sirve para adecuar el Tiempo Normal obtenido cronometrando y que se asocia directamente al nivel de detalle de la actividad o en su defecto el tipo de esfuerzo requerido por la actividad. Por otro lado dentro del cálculo del Tiempo Estándar el Factor de Suplementos considera las tolerancias agregadas (por las implicaciones propias del trabajo) como pudieran ser: condiciones del contexto y el entorno en el que se labora, aspectos físicos y fisiológicos como esfuerzo físico, descanso, fatiga, necesidades personales etc.

Hablemos un poco más sobre el Factor de Calificación del operador para dejar claro cómo es que se estima cuantitativamente este elemento que integra el segmento del Tiempo Normal.

Dentro del Factor de Calificación están incluidos 4 principios que son:

- Habilidad del operador (si es novato, experto o tiene alguna aptitud especial o sobresaliente).
- Esfuerzo (¿Qué tanto esfuerzo y voluntad pone en su actividad?).
- Consistencia (¿Lo hace bien a lo largo de su turno o varía en gran medida su ritmo de trabajo?).
- Condiciones (¿Las condiciones de la estación de trabajo pueden afectar su desempeño o lo exigen físicamente de manera considerable?).

Para el caso del cálculo del Tiempo Normal, cada elemento de la actividad se califica por separado, es decir, en cada elemento el operador mostró un ritmo de trabajo diferente evidentemente, por lo que el factor que el observador asignó en cada elemento se puede observar en el siguiente cuadro de manera más clara:

Cuadro 9. Ejemplo Cálculo de Tiempo Normal para Producción de Plántula.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Llenar Charola de Propagación.	72.6	1.0	72.6
2. Compactar Sustrato.	24.6	1.0	24.6
3. Colocar Semilla.	340	1.2	408
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación.	36	1.1	39.6
Σ Tiempo Normal de la Actividad 9min 5seg (544.8s)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

El criterio que se utiliza para asignar o determinar el Factor de Calificación es el siguiente:

- Se asigna 1.0 cuando el nivel de detalle de la actividad fluye con naturaleza o la complicación de la misma es nula o es muy bajo el esfuerzo físico y/o mental que se requiere.
- Se asigna 1.1 cuando el nivel de detalle de la actividad o la complicación de la misma comienza a complicarse o es medio bajo el esfuerzo físico y/o mental que se requiere.
- Se asigna 1.2 cuando el nivel de detalle de la actividad o la complicación de la misma comienza a ser complejo o es medio alto el esfuerzo físico y/o mental que se requiere.
- Se asigna 1.3 cuando el nivel de detalle de la actividad o la complicación de la misma comienza a ser muy complejo o es alto el esfuerzo físico y/o mental que se requiere.
- Se asigna 1.4 cuando el nivel de detalle de la actividad o la complicación de la misma comienza a ser extremadamente complejo o muy alto el esfuerzo físico y/o mental que se requiere.

Para la realización del cálculo anterior se ha considerado y asociado (en conjunto con la observación realizada) la opinión directa de los trabajadores/operadores mediante una breve entrevista al término de la actividad. Posterior a eso se documenta la información en el Formato para Documentación de Campo (Cuadro A8), se evalúa la situación y finalmente se contextualiza la situación de manera particular estableciendo como paso final el Factor de Calificación que ha de reflejarse para cada actividad, logrando así conformar el nivel de detalle de manera fidedigna y estableciendo de manera cuantitativa el nivel de complejidad real que ha de asociarse para cada una las diferentes actividades o tareas específicas a realizar. La escala para la documentación en campo quedaría como ya se han explicado, se constituye por 5 niveles y se establece de la siguiente manera: 1.0 Nulo, 1.1 Bajo, 1.2 Medio, 1.3 Alto y 1.4 Muy Alto.

Por otro lado y retomando finalmente el cálculo del Tiempo Estándar y la asignación del Factor de Suplementos (que se considera para cuantificar de manera práctica las tolerancias agregadas a cada actividad) nos quedaría calcularlo realizándose de la siguiente manera:

$$TE = TN (1 + TT)$$

En donde TE = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal de la Actividad

TT = Tolerancia Total (% de Factor de Suplementos)

Al interior del Factor de Suplementos todos éstos componentes que se consideran para cada una de las actividades o tareas específicas a realizar, son documentados en función del tiempo requerido o el lapso de horas y minutos necesarios para satisfacer diferentes tipos de necesidades (personales, físicas, fisiológicas etc.). El factor ya integrado como tal se expresa en porcentaje para darle una cuantificación adecuada.

El cálculo para este caso de Producción de Plántula se realiza de la siguiente manera:

Primeramente se establecen los valores del Factor de Suplementos para poder determinar la Tolerancia Total, de la misma forma que para el caso anterior se toma en consideración la opinión directa de los trabajadores/operadores mediante una breve charla al término de la actividad, acto seguido se cuantifica el valor para cada actividad o tarea específica, quedando para este caso de Producción de Plántula como se muestra a continuación:

- Necesidades Personales 2% (Se consideran aspectos físicos y fisiológicos elementales).
- Alimentos 5% (Tiempo considerado para degustar sus alimentos y/o hidratarse).
- Interrupciones por demoras 3% (En este apartado se suponen descansos o fatigas, resurtido de charolas de propagación, desabasto de semilla, insuficiencia de sustrato o material inerte, escasez de agua, limpieza general etc.).

Para terminar, solo queda por sustituir los valores en la fórmula, que siguiendo lo que se ha planteado con anterioridad en la práctica, el porcentaje del Factor de Suplementos se integra así: Tolerancia Total = 2% + 5% + 3% = 10%.

$$\text{Por lo tanto } TE = TN (1 + TT)$$

$$TE = 544.8 (1 + 0.10)$$

En donde TE (Tiempo Estándar)

TN (Tiempo Normal de la Actividad)

TT = Tolerancia Total (% de Factor de Suplementos)

Tiempo Estándar = 9min 59seg (599.2s)

Cuadro 10. Ejemplo Cálculo de Tiempo Estándar para Producción de Plántula.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
9min 5seg (544.8s)	10% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 3%)	9min 59seg (599.2s)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

Al final tendríamos 3 mediciones estimadas completas, el Tiempo Total (Cuadro 8), Tiempo Normal (Cuadro 9) y Tiempo Estándar (Cuadro 10).

Primeramente habremos de partir del hecho de redondear hacia arriba los tiempos para no manejar fracciones de tiempo e integrar claramente o delimitar de una mejor manera los tiempos calculados, esto con la finalidad de lograr hacer mas descriptiva la información. De entrada el Tiempo Total que se utilizó para la clarificar la metodología nos arrojó un conteo de 473segundos, que convertidos a tiempo significa 7minutos con 53segundos que redondearemos a 8 minutos para esa charola en particular.

Por otro lado el Tiempo Normal de la Actividad que considera el Factor de Calificación, pudiera representar una variabilidad importante en función del desempeño de los operarios evaluados, arrojando que fueron necesarios un total de 544.8 segundos representando 9minutos y 5segundos para completar la actividad que ajustaremos a 9 minutos solamente.

Posteriormente este mismo dato nos brinda la plena certeza de darnos la pauta para integrar finalmente el cálculo del Tiempo Estándar (considerando el % del Factor de Suplementos que en términos simples implicaría la Tolerancia Total) y que para esta ocasión significó un periodo de 599.2 segundos que convertidos contabilizan 9minutos y 59segundos, que como ya se explicó anteriormente tomaremos sólo como 10minutos para realizar las comparaciones y concluir con éxito el estudio de tiempos.

A manera de discutir los resultados lo que podemos dilucidar de entrada y partiendo de la información que se ha podido documentar hasta ahora, se puede afirmar que las 6 operarias que participaron en esta actividad (mujeres todas en este caso) cuentan con experiencia previa, una habilidad o aptitud especial, lo que nos llevaría a pensar que se enfocan al 100% en cumplir sus tareas y sobre todo que los requerimientos en general para realizar la actividad (durante el tiempo que se estuvo bajo observación) están cubiertos la mayor parte del tiempo ya que solo se enfocan en realizar el trabajo.

Es sumamente importante no tomar a cabalidad esta medición pues habría que considerar y no perder de vista los suplementos, tolerancias, el factor de calificación y todos los elementos que pudieran afectar ya explicados con anterioridad. Para ejemplificar de una mejor manera la situación partamos de las necesidades particulares que en términos de densidad habrían de satisfacerse para lo que típicamente requiere 1ha de tomate pues aproximadamente son 25,000 plantas las que se establecen en esa superficie, por lo que extrapolando cifras significaría 125 charolas (ya que cada una provee 200 plántulas) en total, aunque como medida preventiva desde un inicio se produce un 10% más de plántula de que lo que realmente se necesita, por lo que tendríamos el siguiente análisis de tiempos:

Tiempo Total 8minutos x 125 unidades = 1,000minutos (16h 40m)

Tiempo Normal 9minutos x 125 unidades = 1,125minutos (18h 45m)

Tiempo Estándar 10minutos x 125 unidades = 1,250minutos (20h 50m)

Siguiendo con el análisis y examinando un nivel de detalle más específico en cuanto a los diferentes tiempos, podemos darnos cuenta que estas mediciones se vuelven realmente interesantes en el sentido de tratar de encontrar el ¿por qué de las cosas?.

Acto seguido, si descompusiéramos el Tiempo Normal de las actividades en función del tiempo necesario vs el periodo de tiempo necesario para completar la tarea específica nos daríamos cuenta que la Actividad 3 “Colocar Semilla” es la que más tiempo requiere quizá por el nivel de detalle y su misma complejidad, analicemos el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Porcentaje de Tiempo Requerido por Actividad (en base a Tiempo Total) y Coeficientes de Variación Calculados para Trabajadores.

Actividad	Tiempo Normal Documentado	Porcentaje de Tiempo Requerido por Actividad	Variabilidad entre Trabajadores Diferentes	Variabilidad dentro de un Mismo Trabajador
1. Llenar Charola de Propagación	72.6	15%	10.93%	5.29%
2. Compactar Sustrato	24.6	5%	12.67%	5.07%
3. Colocar Semilla	340	72%	13.53%	13.66%
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación	35.9	8%	12.92%	7.26%
Tiempo Total de la Actividad 7min 53seg (473s)				

Tiempo Normal Documentado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

Porcentaje de Tiempo Requerido por Actividad expresado en base al periodo de tiempo necesario para terminar la actividad.

Variabilidad entre Trabajadores Diferentes y Variabilidad dentro de un Mismo Trabajador representan los Coeficientes de Variación Calculados.

En base al Tiempo Normal (aquel que se documentó en campo) y sacando la proporción del periodo de tiempo requerido para explicar la duración y variabilidad, tenemos que dentro de los análisis estadísticos realizados la misma Actividad 3 “Colocar Semilla” es la actividad que reporta el CV más alto para esta práctica agronómica en particular con un 13.53% entre trabajadores y 13.66% dentro de un mismo trabajador. La Variabilidad entre Trabajadores o Coeficiente de Variación entre Trabajadores Diferentes se puede explicar de manera sencilla pues sería la diferencia específica que existe entre el tiempo que registra un trabajador y otro distinto, es decir, si 2, 3, 4 o 5 personas realizan exactamente la misma actividad ¿por qué son diferentes los tiempos para cada uno de manera particular? ¿cómo se explica esa variación?

De igual manera la Variabilidad al interior de un Mismo Trabajador o el Coeficiente de Variación dentro de Trabajador, hace suponer que si hay mucha variabilidad en un mismo trabajador pudiera suceder que al principio éste no muestra aptitudes o mejor dicho no cuenta con la experiencia necesaria para realizar de manera eficiente la tarea específica encomendada, por lo que seguramente con el paso del tiempo se van desarrollando habilidades, destrezas o conocimientos que hacen al trabajador mejorar considerablemente y ser mucho más rápido y eficiente al final.

Así mismo la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable es muy alta, pues el grado de variabilidad de la desviación estándar en referencia a la media aritmética parece ser de magnitudes considerables, por lo que podemos concluir que hay infinidad de formas de operar y se presenta mucha mayor diversidad de los valores que se documentaron para la variable dependiente. Por lo que se ha de poner mucho mayor cuidado y atención en cuanto a que esta actividad se realice de buena manera, pues es la que requiere de mayor tiempo, mejor concentración y es la más importante en términos agronómicos por el buen manejo de la semilla que se ha de tener y el alto valor no solo "literalmente" que significa pues el costo de la semilla es equiparablemente valioso (aproximadamente \$100dls el millar).

Definitivamente es claro pues observar que la actividad 3 "Colocar Semilla" se vuelve clave y fundamental en el sentido de lograr hacer más eficiente nuestro sistema; de manera particular podemos dejar bien en claro que es ésta actividad es nuestro punto focal y sería en la cual debemos enfocarnos completa y detenidamente por todo lo que ya hemos analizado con anterioridad.

Utilizando como una buena referencia las líneas de producción y sobre todo los principios que enumera la economía de movimientos, debemos ser conscientes también que la mayor parte del tiempo o la limitación de realizar la actividad de “Colocar Semilla” no se satisface con un mínimo de personal, puesto que se genera un cuello de botella dentro del proceso por la exigencia de la misma y que se soluciona simplemente repartiendo el trabajo y/o teniendo muchas más manos disponibles para colocar la semilla de tomate en las cavidades de las charolas.

Si se busca hacerlo de la manera más sencilla y eficiente posible no hay mucho que pensar para poder determinarlo, la mejor solución sería integrar un número mayor de operarios(as) al proceso teniendo así una mayor capacidad instalada y sobre todo librar el hecho de poder satisfacer la disponibilidad y el número de charolas terminadas en alguna unidad de tiempo preestablecida.

Siguiendo con esta lógica y aterrizando a la realidad lo antes expuesto el escenario sería simple, dividir los 434segundos requeridos del Tiempo Total documentado entre 2 operarias significaría al final tener cada 217segundos (3m 40s) una charola completa y lista, por lo que si extrapolamos hacia 4 operarias tendríamos que solo se requieren 109segundos (1m 48s), para 6 nos da un total de 73segundos (1m 13s) para llenar cada charola completa y así sucesivamente hasta llegar al número ideal que satisfaga de buena manera el sistema.

Aquí cabría también la recomendación de correr un análisis en cuanto a determinar el costo-beneficio para determinar el punto de equilibrio así como apostar a los aspectos básicos y elementales de ergonomía en conjunto con el buen diseño y/o adaptación de la estación de trabajo en aras de mejorar el entorno laboral para el operario (respetando eternamente los principios de la economía de movimientos). Se ha decidido para este caso en particular que cada una de las operarias se encargue solo de llenar la mitad de la charola, pues la estación de trabajo se establece en una mesa alta (alrededor de 1.45m de elevación en referencia al piso) y se encuentran situadas de pie frente a frente, por lo que resultaría mucho más sencillo llenar solo la mitad de la charola pues el tiempo se acortaría a tan solo la mitad (en cualquier escenario) y el nivel de cansancio o fatiga que se va acumulando se reduciría también considerablemente en buena manera. Finalmente todos estos ajustes nos brindan la certeza que para esta actividad de “Colocar Semilla” dentro de la práctica agronómica de “Producción de Plántula” se satisfacen de buena manera los requerimientos mínimos necesarios para operar con un nivel aceptable de armonía en el trabajo.

Esto nos remonta automáticamente a la clasificación de movimientos y sus diferentes niveles ya explicados anteriormente, por lo que el área de trabajo que analizamos y considerando a las 2 operarias que operan regularmente por charola, no se excede un nivel de movimiento 4 (movimiento que nace desde el hombro) significando esto que se vuelva mucho menor cantidad de tiempo y energía requerida para realizar movimientos manuales de nivel 3 (movimiento del codo), así que el diseño del área o la estación de trabajo para la actividad numero 3 de “Colocar Semilla” limita ampliamente los movimientos a este radio de alcance y definitivamente hace que el rendimiento se potencialice pues a pesar de que es un trabajo muy detallado se logra hacer evidentemente mucho más fácil y eficiente.

Se ha llevado la explicación de la metodología a este nivel de detalle a manera de poder entender de buena manera como es que se integrarían los diferentes tiempos que estaremos utilizando, los usos que podemos darles, las implicaciones propias de cada actividad y sobre todo el análisis particular por actividad que hemos de someter aquí, posteriormente para todas y cada una de las diferentes actividades que hemos de explorar no resultaría nada extraño que se requiera llegar a este tipo de escrutinio con la finalidad de que el estudio sea totalmente fidedigno y sobre todo arroje información de calidad y/o muy detallada para quien pueda resultarle atractivo llevarlo a la práctica o le signifique alguna utilidad.

III MATERIALES Y METODOS.

3.1 Información General del Área de Estudio

El presente estudio se realizó en el Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandia (24° 11´ 50.06 N, 100° 4´ 55.9 O) el cual se encuentra situado en la localidad de Sandia el Grande, localizado al Noreste de México ubicado en la zona sur del estado de Nuevo León y orientado al oeste del municipio de Aramberri sobre la carretera el Salero–Sandia Km 42 (González–Valdez, 2008). El Valle de Sandia, en Aramberri N.L., tiene una altura promedio de 1,600 msnm y es ideal por su clima para establecer un proyecto de esta naturaleza permitiendo explotar la ventana de comercialización donde se registran los mejores precios del mercado (Montes–Cavazos, 2002).

El Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandia inició su operación en marzo del 2008 con 55 invernaderos de 2570m² (14.25has) y en su primer ciclo se lograron cosechar más de 3 mil 400 toneladas de tomate. En el segundo año de producción se incrementó su capacidad con 25 módulos adicionales de 2,570m² llegando a un total de 20has para finalmente en su tercera etapa de construcción se terminó para establecer finalmente con un total de 29.3has divididas en 114 módulos de invernaderos. El sistema de producción es de un solo cultivo por año y su ciclo productivo comprende los meses de marzo a diciembre; el cultivo se trasplanta en marzo, se desarrolla de abril a junio y se comercializa de julio a diciembre (González–Valdez, 2010). La ventana de comercialización como se menciona arriba se lleva a cabo durante el verano, otoño y parte del invierno, donde los precios son considerablemente mucho más convenientes para el productor, para 2011 el historial de producción es cercano a las 26,400 toneladas (Molina–Velázquez, 2010).

3.2 Caracterización Climática del área de estudio

El clima se puede especificar como árido templado BSok(x') (según la clasificación climática de Köppen) con características de verano cálido, temperatura entre 12°C y 18°C y una media anual de 16–18°C, presenta temperaturas extremas máximas de 30°C y temperaturas mínimas de –3°C, la precipitación pluvial oscila entre 350–400mm al año, con régimen de lluvias en verano, época seca de 8 meses y con periodo libre de heladas de 200 días en promedio (SEDESOL, 2006).

3.3 Caracterización Tecnológica del área de estudio

El Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandia como ya se mencionó consta de 114 invernaderos con cubierta de plástico de una capa, su estructura es modular y hermética de material recubierto o galvanizado, el diseño es de tipo israelita cada invernadero cuenta con ventanas laterales y cenitales equipadas con dispositivos mecánicos y motores en general, todos cuentan con cubiertas de malla antiáfidos y cortinas de plástico alrededor que hacen también la función de contener y/o disminuir los fuertes vientos que se presentan en la región (Garza–Arizpe, 2010).

Los invernaderos están adaptados a las condiciones características de clima frío de la región, el sistema de calefacción es mediante calentadores de aire a base de gas, el proceso productivo es con planta injertada en suelo directo, está provisto igualmente de un sistema de fertirrigación central automatizado, tanques de almacenamiento y tres pozos de agua para el abastecimiento a lo largo de todo el ciclo productivo (González–Valdez, 2008).

En el área de post-cosecha se cuenta con un centro de empaque de 1800m², el cual posee una seleccionadora con lente electrónico de 2 líneas que clasifica tomates por tamaño y color, paralelamente un cuarto frío con capacidad de empacar 60 toneladas de tomate por día. Tiene 2 invernaderos (0.5 has) designados específicamente para investigación de nuevos cultivos, variedades, pruebas en campo de productos y experimentación en general. Finalmente el área administrativa, con oficinas, estancias y todos los servicios básicos y de comunicación, por lo que podemos establecer que las características tecnológicas y el nivel de equipamiento con que cuenta el Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia es de tecnología media (González-Valdez, 2008).

3.4 Diseño y dimensiones de los invernaderos

El diseño del invernadero es tipo israelita y han sido adaptados a las condiciones de la región (climas fríos y fuertes vientos), cuentan con ventanas laterales y cenitales, cubiertas con malla antiáfidos y cortinas de plástico eléctricas, su estructura es modular galvanizada que se sostiene en 8 arcos de 8.5m. y su nivel de equipamiento se pudiera caracterizar como de tecnología media-baja (Molina-Velázquez, 2010).

El área de superficie productiva para cada uno de los 114 módulos de invernadero construidos es de 2,570.4m², se establece un marco de plantación en hilera doble (50 cm entre cada una) que satisface una densidad de siembra de 2.5plantas/m² (40 cm entre plantas) con 38 camas en total y estableciendo a la siembra entre 150-170 plantas por cama lo que da un total de aproximadamente 25,000 plantas por hectárea (Garza-Arizpe, 2010).

3.5 Actividades Agronómicas para la Producción de Tomate en Invernadero

Conocidas también como prácticas agrícolas, labores culturales o prácticas de manejo agronómico, son aquellas que tienen que ver directamente con el manejo del cultivo a lo largo del ciclo productivo agrícola, comprenden un conjunto de actividades vinculadas con la fisiología de la planta y se realizan en el cultivo con el fin de crear las condiciones propicias para su desarrollo. Estas prácticas agrícolas implican a su vez el uso de una cierta tecnología de procesos, una organización social, espacial, cultural y un conocimiento preciso de los recursos, patrones de consumo y trabajo ajustados a las condiciones de cada medio (Ariza–Flores, 2004).

Las actividades agronómicas y/o prácticas de manejo agronómico en el Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandia son desarrolladas de acuerdo al Manual de Producción de Tomate en Invernadero en Suelo en el Estado de Nuevo León y cuenta actualmente la unidad de producción del Tecno–Parque con una constancia de SENASICA extendida por la aplicación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de tomate (Molina–Velázquez, 2010).

Previo al diseño experimental y al análisis estadístico se realizó un desglose detallado de las diferentes actividades que conforman las diferentes prácticas agronómicas en particular, esto con la finalidad de poder segmentarlas y establecer un procedimiento detallado para cada una de las tareas específicas, posteriormente se documentan los tiempos y a su vez se calculan los diferentes tiempos que propone la metodología en conjunto con como el Coeficiente de Variación o de variabilidad para los diferentes trabajadores. El primer criterio de selección para el análisis de las diferentes actividades se hizo tomando como referencia el coeficiente de variación más alto, lo que significa en la práctica que dicha actividad puede mejorarse considerablemente en términos de variabilidad de la operación o reducir el tiempo y hacer más eficiente el proceso.

3.6 Actividades dentro de las Prácticas o Actividades Agronómicas Evaluadas.

Primeramente sería de mucha utilidad mencionar las prácticas o actividades agronómicas que no se considerarán para la investigación que aquí se haya de plantear, siendo estas:

- 1) Selección de variedad
- 2) Preparación de suelo y diseño de camas
- 3) Instalación de líneas de riego
- 4) Polinización
- 5) Manejo de plagas enfermedades y deficiencias nutricionales
- 6) Actividades de fertilización, riego y aquellas que se implican energéticos
- 7) Empaque, limpieza y mantenimiento en general

Las practicas que si se consideran dentro de nuestro estudio son las que se enlistan a continuación.

3.6.1 Producción de plántula.

La maquila o el hecho de hacer plántula es una actividad primordial en el proceso de producción de hortalizas en invernadero, la calidad y sanidad de la misma dependerá en buena medida para llevarse a cabo un buen crecimiento de la planta en el suelo. Es importante tomar en consideración el desinfectar con una solución en base a cloro todos los recipientes, mesas, herramientas y materiales que estén en contacto con las charolas, el sustrato o la semilla (Olivares–Sáenz, 2010).

Existen muchos tipos de charolas de propagación, para este caso se utilizan charolas de poliestireno con 200 cavidades (Marca Polimeros de 2x2x4cm) con un acabado liso en la parte interna de las cavidades, lo que permite extraer la plántula fácilmente. Las charolas si no son nuevas deberán desinfectarse y posteriormente deberán enjuagarse con agua limpia. Ya en el proceso de siembra se utiliza como sustrato Peat-Moss Sunshine Mezcla Fina Especial No. 3 y Vermiculita Sunshine Tamaño Medio Grado Premium (Ambas de la Marca Sun Gro Horticulture). La semilla utilizada es la variedad EL CID F1 (de Harris Moran Seed Company) y variedad CHARLESTON (Rogers) (Garza–Arizpe, 2010 y Molina–Velázquez, 2010).

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5x4x2mm y está constituida por el embrión, el endospermo, y la testa o cubierta seminal. En el proceso de germinación y emergencia el embrión desarrollará y generará la nueva planta, este mismo está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula así mismo el endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Olivares–Sáenz, 2010).

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para la Producción de Plántula:

1. Llenar charola de propagación.

Rellenar las cavidades de la charola con el sustrato, procurando hacer una leve presión dejando homogéneamente cubiertos los espacios y evitando dejar cavidades de la charola semi–vacías o mas llenadas.

2. Compactar sustrato.

Comprimir y/o apretar el sustrato con un rodillo giratorio generando un medio físico adecuado para la correcta germinación de la semilla.

3. Colocar semilla.

Dejar dentro de cada una de las cavidades de la charola una sola semilla procurando que ésta se oriente y sea alineada en el centro.

4. Cubrir semilla y regar a saturación.

Tapar completamente la semilla con material inerte para luego proceder a humedecer abundantemente (hasta llegar a saturación) el medio físico de la semilla.

3.6.2 Injerto.

El Injerto es una técnica no contaminante que involucra la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente con la finalidad de que se desarrollen como una sola planta, este método significa: unir la raíz de una planta (patrón) con la parte de arriba de otra y unir las dos partes para crear una planta con mejores características como resistencias adicionales, una planta más fuerte, de mayor vigor lo que significaría cultivos más largos y una producción mucho mayor (Olivares-Sáenz, 2010 y Molina–Velázquez, 2010).

En el injerto completo las dos partes se comportan como una sola unidad, no solo para el flujo de agua y savia en la planta, sino para el envío de señales y coordinación entre la raíz y la parte aérea de la planta.

El desarrollo de un injerto compatible comprende tres procesos:

- a) Cohesión del patrón y el híbrido.
- b) Proliferación del callo.
- c) Diferenciación vascular.

Los porta-injertos más usados en tomate alrededor del mundo son híbridos inter-específicos (beaufort, maxifort, multifort) que son obtenidos por el cruce de una variedad de *Lycopersicon esculentum* Mill. con *Lycopersicon. Hirsutum* una especie silvestre endémica. Para nuestro caso se utiliza el porta Injerto Patrón MULTIFORT F1 (De Ruiters Seeds) y las variedades antes mencionadas (Olivares-Sáenz, 2010 y Garza-Arizpe, 2010).

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Injerto:

1. Cortar planta patrón.

Se realiza el corte de la planta patrón (con navaja de corte fino) a una altura aproximada de 3cm procurando que el corte se realice con una inclinación de 45° en dirección de abajo hacia arriba y orientando todos los cortes en el mismo sentido.

2. Poner clip de sujeción en planta patrón.

Se abre el clip de silicón y se coloca sobre la planta patrón (ya cortada) tratando de repartir homogéneamente las dimensiones del clip para ser utilizadas por ambas partes del injerto.

3. Cortar variedad y unir/alinear a planta patrón.

Se corta la variedad y se empalma con el patrón asegurando el pleno contacto de ambas superficies cortadas, completando así el método de injerto.

3.6.3 Trasplante.

Uno de los momentos más críticos e importantes en el cultivo del tomate es el trasplante, ya que la planta estará sometida a condiciones de alto estrés y tendrá que acostumbrarse a un nuevo hábitat, esto implica que la planta debe generar nuevas raíces y es en este momento cuando la planta es altamente vulnerable al ataque de enfermedades e insectos presentes en el suelo por lo que se deben proporcionar las mejores condiciones a la planta (humedad apropiada, temperatura favorable, suelo que brinde protección y estimule el desarrollo de la masa radicular etc.) para que ésta pueda establecerse lo más rápido posible sin complicaciones. Es muy importante tener el suelo del invernadero bien mullido y húmedo para asegurar que la raíz de la planta se desarrolle rápido y sobre todo tener en consideración al realizar el trasplante que la planta tenga el tamaño, vigor y desarrollo vegetal-radicular deseado, por lo general las plantas estarán listas cuando alcancen una altura de 10 a 15cm y cuenten de 4 a 6 hojas, de no cumplir con estas características, es mejor esperar los días necesarios hasta que se cumplan (Olivares-Sáenz, 2010).

Durante este proceso se debe tener especial consideración en cuanto a tomar la planta con cuidado al momento de realizar el trasplante, de igual manera introducir solamente el área radicular en el suelo o sustrato dejando el área basal al nivel de la altura de la cama de siembra (Garza-Arizpe, 2010). En nuestro caso retomamos la información que hemos venido manejando con anterioridad, la superficie de cada invernadero es de 2,570.4m², diseño tipo israelita y equipados con ventanas laterales/cenitales, cubiertas con malla antiáfidos y cortinas eléctricas. Su estructura es modular galvanizada que se sostiene de 8 arcos de 8.5 m y el nivel de equipamiento se puede establecer como de tecnología media-baja. El marco de plantación se ha establecido en 25,000 plantas por hectárea, la densidad de siembra utilizada es de 2.5 plantas m⁻², con un diseño de siembra en hilera doble con dimensiones de 50 cm. entre hileras, 40 cm. entre plantas y con 1.70m. de centro a centro de cama lo que resulta en un diseño de 38 camas (19 por lado) y alrededor de 150-170 plantas por cama de siembra (Molina-Velázquez, 2010; Garza-Arizpe, 2010 y González-Valdez, 2008).

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Trasplante:

1. Definir y adecuar marco de plantación.

Delimitar y marcar las líneas de siembra estableciendo paralelamente la distancia entre cada plántula dentro de la cama de siembra.

2. Señalar marco de plantación.

Realizar físicamente los hoyos dentro de la cama de siembra (que fueron delimitados en el marco de plantación con anterioridad).

3. Colocar plántula.

Sacar la plántula de las charolas de propagación y depositarla en la cama de siembra del cultivo (dentro del marco de plantación que ya fue pre-establecido).

4. Cubrir y/o sembrar plántula.

Resguardar o cubrir totalmente el cepellón con tierra ejerciendo un poco de presión con las manos y procurando que la plántula quede orientada en posición vertical lo más erguida posible.

3.6.4 Tutorado o Entutorado.

El tipo de tomate recomendado para producción en invernadero es el de hábito indeterminado, en este tipo de tomate es indispensable el tutorado o entutorado de las plantas ya que se hace con la finalidad de mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación solar y la realización de las labores culturales. Todo ello repercutirá en la producción final, la calidad del fruto y el control de las enfermedades (Olivares-Sáenz, 2010).

En este caso la sujeción de la planta se realiza con Rafia o Hilo de Polipropileno Fino Baler Twin (Marca Jarcimex) que se sujeta a un extremo de la zona basal de la planta liado y anudado mediante broches plásticos alrededor del tallo (Garza-Arizpe, 2010).

El hilo de polipropileno en este caso sirve como guía o patrón y está detenido sobre un alambre tutor que forma parte y se integra a la estructura del invernadero, generalmente se encuentra situado a una determinada altura por encima de la planta (en este caso a 2.4 m sobre el suelo); todo este mecanismo integrado por el alambre tutor y el hilo de polipropileno se asocia en conjunto al material vegetal y conforme la planta va pasando por las diferentes etapas fenológicas ésta va creciendo y se va enredando o sujetando al hilo mediante broches plásticos hasta que la planta alcance la altura del alambre (Molina–Velázquez, 2010).

A partir de ese momento se realiza una sub-actividad contenida también dentro de esta misma práctica agrícola, pero que se lleva a cabo de manera más esporádica y no tan cotidiana como las otras actividades, sin embargo hay que reconocer que también se vuelve sumamente importante para el ciclo de producción ya que generalmente cuando se presenta la necesidad de llevar a cabo esta actividad la planta se encuentra en plena producción por lo que hay que tener consideraciones especiales y mucho cuidado al realizarla. Esta labor se denomina o es conocida comúnmente como el “bajado de planta” o simplemente “bajar planta”, y no es más que la integración de realizar ciertas actividades que significan el restringir y acortar el alcance del punto de crecimiento de la planta a una altura donde pueda seguir manejándose con facilidad, por lo que la planta comienza a acostarse o inclinarse sobre las otras para crear nuevamente los requerimientos necesarios y satisfacer los hábitos de crecimiento indeterminado de la planta con el fin de crear las condiciones propicias para favorecer su óptimo crecimiento y tener cubiertos la demanda de requerimientos especiales (en este caso de espacio y manejo) siguiendo con el buen desarrollo y rendimiento del cultivo sin afectar los atributos de calidad del producto final.

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Tutorío:

1. Poner hilo.

Se corta previamente un hilo para cada planta y se amarra en los alambres tutores, las dimensiones dependerán del tipo de invernadero, para este caso se cortan hilos de 2.50m colocando alrededor de 200 hilos por alambre, ya que cada línea soportaría la mitad de las plantas establecidas dentro de cada cama de siembra tomando solo la mitad por lado (entre 150 y 170 plantas en total) aunque se pone un 10% por si llegara a romperse alguno o para utilizarlo posteriormente en la actividad de “Bajar Planta”.

2. Sujetar hilo y planta.

Ya que se ha sujetado el hilo al alambre tutor, se realiza la unión entre hilo y planta, esta unión se realiza enredando el hilo alrededor del tallo de la planta y se reafirma mediante un gancho plástico para garantizar la correcta sujeción.

3. Bajar Planta (Actividad Especial de Tutorío).

Esta actividad implica el hecho de descolgar la planta, sostenerla con las manos y recorrerla un par de metros sobre el mismo alambre tutor para acomodarla nuevamente en otra posición, inclinándola 45° aproximadamente (en referencia al piso) y poniendo mucho más al alcance el punto de crecimiento permitiendo realizar las actividades propias de manejo sin complicaciones o limitantes por la altura; todo esto se lleva a cabo mediante la acción de liberar primeramente la planta del gancho plástico y desenredarla del hilo que la sostiene, cargarla y maniobrar con ella dando un par de pasos hacia su nueva ubicación, para posteriormente (soportando el peso con una sola mano) encontrar otro hilo disponible que pueda tutorarla de nuevo respetando o generando de igual manera las condiciones de espacio vital requeridas por la planta y que ésta se pueda sostener de buena manera al alambre tutor que sirve de guía.

Consideración Especial.

Aunque por lógica elemental debiéramos considerar primeramente las actividades de Deshoje y Desbrote (pues éstas se realizan primero dentro del desarrollo y crecimiento de la planta), de forma particular se ha incluido esta actividad dentro de la parte de Tutorio por la simple razón de que se relaciona de manera más estrecha a este tipo de actividad, sin embargo la decisión también obedece al sentido del acomodo de las actividades y a poder complementar la descripción de una mejor manera.

Se hace con la intención de plasmar de una manera más clara la situación en cuanto a llevar a cabo esta tarea, pues cabe recalcar que seguramente al momento de realizar la actividad de “Bajar Planta” por primer vez dentro del ciclo de producción ya se deberían haber realizado cuatro o cinco Deshojes así como la limpieza del tallo. De igual manera en el orden de los Desbrotos se estaría realizando llevando a cabo alrededor del octavo con sus respectivos Tutorios por lo que se habrá de proveer el escenario ideal para poder proceder con la presente actividad, pues es estrictamente necesario que la planta presente las condiciones fenotípicas ideales para que sea llevada con éxito la labor. Esta actividad se realiza generalmente 2 o 3 veces por ciclo (según la variedad establecida) y se describen brevemente algunas diferencias en términos de etapas de fenología a continuación:

3.1 Bajar Planta primera vez.

La primera vez se realiza cuando la planta alcanza o desarrolla 2.2m o más de altura en sus etapas tempranas de crecimiento, lo que en términos prácticos haría suceder que el punto de crecimiento llegue al nivel del alambre tutor por lo que se vuelve prácticamente imposible e inalcanzable realizar las labores de manejo, lo que limitaría seriamente la producción por lo que hay que situarla a una altura considerable para poder proveerle nuevamente los requerimientos especiales de espacio y manejo principalmente. Habría que tener una consideración especial para no romper los tallos o en su defecto desprender los tomates evitando que caigan al suelo, pues de ser así ya no podrán enviarse al área de empaque como medida preventiva de inocuidad.

3.2. Bajar Planta segunda vez (o más).

La segunda ocasión o las veces posteriores cuando habrá de realizarse el “Bajado de Planta” nuevamente sucede exactamente el mismo fenómeno que la primera vez, pues la altura del ápice de la planta se ha tornado inalcanzable para poder manejarla por lo que se debe poner a un nivel accesible otra vez; ahora la planta ya se encuentra en una etapa fenológica mucho más avanzada por lo que evidentemente existe una mayor cantidad de material vegetal avejentado con el que habría que maniobrar al momento de realizar la actividad, de igual manera se debiera tener especial consideración con la planta para el reacomodo dado que pudiera resultar más complicado el simple hecho de intentar moverla (pues quizá esté enredada) sin olvidar el hecho de procurar que los tomates no caigan o se despeguen de la planta, así como descansarlos o ponerlos sobre los tallos para que en la medida de lo posible no toquen el suelo, generando que en algunas ocasiones se rompa o zafe el hilo de polipropileno (por la degradación que ha sufrido por los rayos solares) o que hasta que el mismo tallo se lesione o se seccione si es que llegara a suceder que se soltara el hilo y callera al suelo la planta generando seguramente daños o pérdidas que pudieran sufrir los frutos.

Para este caso en particular la mayoría de los trabajadores entrevistados señalan que la actividad de “Bajar Planta” invariablemente es de las tareas que más exigencia física y tiempo les significa, por lo que resulta un alivio que tenga que realizarse sólo durante un par de veces a lo largo del ciclo y no tan cotidianamente como algunas otras prácticas agrícolas que se realizan de manera mucho más periódica y casi semanalmente.

3.6.5 Deshoje o Poda.

Cada vez más se está intensificando la práctica de la poda o deshoje en cultivos hortícolas intensivos, pues el corto período de tiempo que transcurre en el invernadero, el deseo de obtener la mayor rentabilidad y la utilización de marcos de plantación muy estrechos, entre otros factores, obliga a realizar éstas prácticas con el objetivo de encauzar el crecimiento y regular desarrollo de la planta a formas más productivas. En general, esta práctica agrícola se dirige a dejar uno o varios tallos, eliminando determinados brotes, hojas, frutos y los chupones que por su excesivo desarrollo apenas fructifican. Es importante saber que cada especie vegetal tiene una poda característica y está asociada generalmente al marco de plantación, forma de vegetar y fructificar de la planta en conjunto con la climatología del lugar (Reche–Marmol, 1998).

Esta práctica pretende mantener a las plantas con la vegetación suficiente pero en sus justos límites, a fin de conseguir una mayor precocidad y calidad en los frutos que se están produciendo; de igual manera es necesario tener muy en cuenta que dicho control del desarrollo estará siempre limitado por la fisiología de la planta, pues para ello se eliminan órganos improductivos e inútiles que entorpezcan el buen desarrollo de la planta. También se persigue con el deshojado hacer una buena conformación de la planta en cuanto a fructificación y desarrollo vegetativo (pues se busca equilibrar ambas funciones) limitando el número de hojas, facilitando las labores culturales y en ocasiones hasta logrando incrementar el número de plantas al reducir el marco de plantación, de igual manera se favorece la aireación e iluminación en el interior de la planta limitando la incidencia de algunas plagas y enfermedades permitiendo el equilibrio entre follaje, fecundación y el desarrollo de frutos de manera adecuada (Reche–Marmol, 1998).

Con el Deshoje o Poda se consigue:

- a) Mayor precocidad, mejores atributos de calidad de los frutos con un mejor tamaño y uniformidad.
- b) Se facilitan enormemente las prácticas culturales y se regulariza la producción.
- c) Abre la posibilidad de cultivar un número de plantas mayor con marcos de plantación más estrechos.

Sin embargo, y antes de realizar las operaciones de Deshoje o Poda (en determinado cultivos) hay que prever la rentabilidad, pues la mano de obra necesaria puede ocasionar muchas veces que el costo sea mayor que el beneficio y en este caso pudiera no sea tan recomendable o conveniente llevar a cabo esta práctica, por lo que hay que analizar previamente la situación detalladamente (Reche–Marmol, 1998).

Este tipo de Poda o Deshoje se realiza en las hojas que se encuentran cercanas al suelo, por debajo del primer racimo floral y continuando hasta una altura de 0.35 a 0.40m posteriormente se van eliminando todas aquellas hojas inferiores senescentes y que se encuentran por debajo del último racimo que se va cosechando. El corte de la hoja debe ser limpio, sin producir desgarres y a ras del tallo principal para evitar sobre todo entrada de patógenos (Botritis principalmente) sin olvidar que se pueden utilizar herramientas auxiliares o utensilios que faciliten la realización de la misma. Con el deshojado se consigue como ya se mencionó, una mayor ventilación y mejora en el color de los frutos, esta actividad se hace periódicamente no quitando más de dos o tres hojas para no estresar la planta en cuanto a su balance hídrico y energético, pues tras una poda muy enérgica la planta puede sufrir trastornos vegetativos que pudieran significar en afectaciones importantes en el crecimiento. Es importante que las hojas eliminadas sean recolectadas de inmediato y sacadas del invernadero para reducir considerablemente posibles fuentes de inóculo (Olivares–Saénz, 2010).

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Deshoje:

1. Cortar y retirar hojas de la planta (Actividad Especial de Deshoje).

Se eliminan las hojas basales o senescentes que están ocultas en el follaje con objeto de facilitar la aireación y mejorar la maduración homogénea de los frutos, de igual manera el principio aplica para las hojas enfermas aunque en este caso se hace para evitar la presencia de fuentes de inóculo; los cortes de manera general deben realizarse con utensilios adecuados o manualmente en casos de las hojas muy tiernas.

Consideración Especial.

De igual manera que en el caso anterior de “Bajar Planta” (actividad perteneciente a la práctica agronómica de Tutorío analizada hace un momento), tenemos que hacer un alto también para dar lugar a una excepción previa en el sentido de hacer mucho más énfasis en la evidente interconexión que existen de los muchos factores que influyen sobre las actividades específicas de manejo agrícola que estamos estudiando.

No es ninguna sorpresa que para algunos casos éstas labores agrícolas se encuentran íntimamente ligadas a la fenología de la planta, motivo por el cual en este caso particular la tarea “Cortar y Retirar hojas de la Planta” de igual forma debiera considerarse como un actividad especial, pues tiene implicaciones muy particulares en cuanto a la relación estrecha que existe entre la etapa fenológica que se aprecia en la planta y los aspectos fisiológicos que los trabajadores experimentan al momento de manipular y trabajar con la planta.

Dentro de esta relación que se da entre fenología de la planta y fisiología humana, se ponen en evidencia (especialmente al momento de llevar a cabo el primer deshoje del ciclo productivo) marcadas implicaciones muy particulares pues en algunos casos este deshoje se realiza sin utilizar herramientas auxiliares con la finalidad de no dañar la planta ya que los cortes se deben de realizar con sumo cuidado para no comprometer ni poner en riesgo el tallo y los frutos de un eventual corte o una caída respectivamente. Este Deshoje o Poda generalmente es el que más exigencia física y tiempo les significa a los trabajadores, por la simple y sencilla razón que el área de trabajo está casi al mismo nivel del suelo y al ras casi de la superficie donde están pisando, siendo el punto más bajo de la cama de siembra donde hay que comenzar a cortar las hojas; de igual manera no olvidemos la fisiología de la planta, pues se está realizando el primer deshoje por lo que la cantidad de material vegetal que habrá que manejar seguramente será considerablemente mayor.

En este sentido resulta claro pues poder concluir que los deshojes subsecuentes y que corresponden elementalmente a etapas iniciales de esta tarea, se pudieran relacionar de manera directa con los fuertes riesgos derivados de los movimientos repetitivos realizados en conjunto con la adopción de posturas forzadas (que englobaría tareas cansadas y/o posturas incómodas, significando tal vez a la larga fatiga), sin dejar de lado molestias y dolencias por los ángulos que casualmente forman los diferentes miembros del cuerpo, en conjunto con las posibles combinaciones de diversas posiciones de la espalda, cadera, brazos y las articulaciones de las piernas flexionadas que se experimentan durante la mayor parte del tiempo a lo largo de esta actividad.

De igual manera es bueno señalar que esta actividad se realiza invariablemente cada semana, eliminando en promedio entre 2 o 3 hojas senescentes de la planta, por lo que a razón de lo que se ha explicado en el párrafo anterior hemos separado y marcado algunas diferencias importantes en términos de las etapas fenológicas de la planta y la postura de los operarios adoptan pudiendo resultar de interés a la presente investigación.

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Deshoje en sus diferentes alturas:

1.1 Cortar y retirar hojas de la planta (altura baja).

Prácticamente los primeros deshojes podríamos asociarlos en el sentido estricto a lo que se conoce comúnmente (dentro de los tipos o clases de poda) como una poda de formación o preparación. En esta etapa se busca principalmente que la planta tenga una buena conformación fenotípica y este adaptada (lo más apegado posible) al agroecosistema donde se desarrollará, esto significaría adecuar de la mejor manera el material vegetal conforme a características de suelo, clima, sistema de cultivo, marco de plantación y la misma naturaleza de la planta, por lo que hay que distribuir regularmente el flujo de savia para que todos los órganos vegetativos la reciban de manera uniforme sin afectar el equilibrio fisiológico de la planta (Reche–Marmol, 1998).

Lo que se busca elementalmente con estos primeros deshojes es brindar los requerimientos especiales de manejo que necesita a la planta, aunque también se pretende facilitar posteriormente las actividades agronómicas o prácticas agrícolas que en lo subsecuente se realizarán de manera intensiva y con regularidad, por lo que la tarea de deshoje habrá de ir coordinada con el resto del manejo agronómico (riego, fertilización, nutrición, etc.) que habrá de requerir el cultivo, especialmente interrelacionado con la fisiología de la planta, el crecimiento y la fructificación, vigor y el marco de plantación previamente establecido. La actividad como tal consiste en eliminar de la planta las hojas senescentes inferiores o viejas que están por debajo del último racimo en plena producción, que generalmente abarcaría hasta 1:00m de altura en referencia al suelo para poder considerar esta actividad como de altura baja.

1.2 Cortar y retirar hojas de la planta (altura media).

Después de llegar el deshoje a la altura donde estuvo situado el sexto o séptimo racimo floral (aproximadamente 1.20m o más), podemos considerar que la actividad “Cortar y Retirar hojas de la Planta” cambia considerablemente en cuanto a ya no adoptar posturas forzadas e incómodas mediante la realización de tareas cansadas, sobre todo en cuanto a los padecimientos y malestares que pudieran haber sido infringidos por las complejas posiciones que la espalda, cadera, brazos y las articulaciones de las piernas han tenido que experimentar con anterioridad pues ya se realiza simplemente estando parado y en posición horizontal. Se pudiera afirmar que a partir de ahora la actividad de Deshoje o Poda tiene como único objetivo mantener fenotípicamente a la planta, regulando su producción para que sea abundante y de calidad. Para ello se deberá mantener de igual manera un equilibrio entre el sistema radicular y la actividad de las hojas.

La importancia de esta actividad (para el caso de ambas adaptaciones que se han planteado aquí en base a “altura baja” y “altura media”) no es excluyente en ningún sentido, pues la práctica de manejo agronómico que ahora estudiamos tiene por objeto hacer brotar de nuevo la planta cuando ésta se encuentra ya en decadencia tras el ciclo de cosecha previo. Esta operación lleva consigo una supresión importante de masa vegetal que rompe el equilibrio existente de nutrientes entre raíz y tallos, por lo que la planta responde posteriormente con un rápido crecimiento rejuvenecedor. Como sabemos, las hojas se encargan de transformar la savia bruta en savia elaborada por medio de la fotosíntesis; pero, a veces, las plantas tienen tal exceso de hojas que pueden cubrirla, creando un ambiente húmedo en su interior e impidiendo que la luz llegue a algunas hojas, a las flores, a las yemas y a los frutos. Por ello y en determinadas cultivos y dependiendo de la variedad seleccionada y/o el híbrido comercial, ya que en algunos casos se llevan a cabo deshojados más o menos intensos por la misma necesidad de la situación. Con la poda de hojas se aprovecha para eliminar las afectadas por enfermedades y plagas, sobre todo enfocándose a las no funcionales y viejas como principio fundamental (Reche–Marmol, 1998).

Generalmente el deshojado se inicia por la parte inferior de la planta, procurando que la eliminación de tejido vegetal no provoque desequilibrios en la planta y no deje desguarnecidos los órganos productivos a la acción directa del Sol, ya que puede ocasionar quemaduras por la acción de los rayos solares, por lo que se recomienda quitar de 2 a 3 hojas promedio por planta procurando que siempre la planta cuente con 14 hojas como mínimo (Garza–Arizpe, 2010 y Molina–Velázquez, 2010).

Continuando con el desglose detallado y descripción específica de las Actividades posteriores para Deshoje tendríamos enumeradas las siguientes:

2. Limpiar pasillos.

Generalmente las hojas caen al suelo, por lo que es necesario arrastrar o barrer y reunir las hojas previamente cortadas en el pasillo central del invernadero, esta actividad se realiza con mecanismos auxiliares (rastrillos agrícolas principalmente) y la cuantificación se tomará para cada 150-170 plantas deshojadas, dividiendo el promedio del tiempo total entre la cantidad promedio de plantas.

3. Recolectar y recoger hojas.

Posteriormente las hojas son reunidas en el pasillo central del invernadero para tener más espacio y poder realizar una mejor maniobra, de igual manera esta actividad se realiza con mecanismos auxiliares (carretilla, rastrillo agrícola y trinche agrícola) y la cuantificación se hará por cada 150-170 plantas deshojadas, dividiendo el promedio del tiempo total entre la cantidad promedio de plantas.

4. Sacar hojas del invernadero.

Finalmente las hojas se llevan hacia el exterior del invernadero y se completa el proceso.

3.6.6 Desbrote

El desbrote de la planta de tomate es una práctica que necesariamente hay que hacer cuando se cultiva en invernadero; dentro de la producción de tomate cultivado en invernadero se pueden realizar varios tipos de conducciones del cultivo, aunque comúnmente es a un solo tallo en variedades que se denominan indeterminadas por sus hábito de crecimiento (como es nuestro caso de manera particular). Aunque también es bueno mencionar que existe otro esquema productivo (que aunque no lo hemos de explorar a detalle bien valdría la pena señalar por la naturaleza de nuestro estudio) pues se vuelve interesante en el sentido de saber que las variedades de hábito de crecimiento determinado pueden ser guiadas y/o conducidas a dos tallos, teniendo desde luego otras implicaciones particulares en cuanto a su manejo agronómico; por lo que adoptando este diseño de forma muy particular y estratégica se debiera enfocarse al sentido estricto de aumentar la producción por planta y concentrar la producción en épocas de mejores precios o para hacer doblemente productivo el ciclo del cultivo en un año (Olivares–Saénz, 2010).

Retomando la conducción a un tallo de una variedad indeterminada (que es el caso que nos correspondería), pudiéramos decir que la técnica de desbrote pretende limitar el número de puntos de crecimiento de la planta, favoreciendo el flujo de fotoasimilados, sobre todo hacia el ápice terminal, el tallo y las raíces principalmente. La eliminación de los brotes debe realizarse lo más rápido posible, pues sería mucho más práctico sanar una herida pequeña (lo que es deseable desde el punto de vista sanitario), a su vez que un brote extraído de gran tamaño significa una pérdida de energía que resiente considerablemente la producción, un desbrote a destiempo puede generar serios problemas en solo 3 días (Olivares–Saénz, 2010).

Por lo tanto los brotes a eliminar hay que cortarlos en cuanto sea posible para evitar pérdidas de materia vegetal significativas y que no se presenten posibles trastornos y/o desequilibrios fisiológicos si es que ya se encuentran muy desarrollados, la finalidad de esta práctica en términos prácticos es evitar la pérdida de energía, la cual aprovecha la planta en el desarrollo de la flor y fruto.

La actividad comienza a realizarse cuando la planta alcanza un altura aproximada de entre 40 y 50cm de altura, que de no eliminarse llegarán a formar brotes laterales más grandes, que como ya se mencionó restan una cantidad importante de energía a la planta motivo que pudiera reducir cuantiosamente su producción, además que los frutos pudieran resultar afectados en cuanto a sus parámetros de calidad (homogeneidad y tamaño considerablemente). Es de suma importancia eliminar los brotes axilares cuando estos se encuentran pequeños (entre 5 y 10cm de largo), pues de ser así se pueden eliminar fácilmente con la mano y es preferible realizar las podas por la mañana ya que la cicatrización es más rápida que si se hace al atardecer de igual manera no es tan conveniente e uso de instrumentos cortantes mucho menos de las uñas pues se diseminan las enfermedades con mayor facilidad (Garza–Arizpe, 2010).

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para Desbrote:

1. Cortar y retirar brotes de la planta (Actividad Especial de Desbrote).

Consiste específicamente en quitar o eliminar los brotes axilares que van desarrollándose en el tallo con el objeto de favorecer el desarrollo del tallo principal y debe realizarse con la mayor frecuencia posible o cuando los brotes no tienen más de 5 cm de longitud, para evitar la pérdida de biomasa y realizar herida de proporciones menos considerables.

Consideración Especial.

De igual manera que en los casos anteriores de Tutoreo previamente y en lo que respecta a Deshoje en el apartado anterior englobando sus diferentes alturas, la práctica agronómica de Desbrote que involucra la tarea de “Cortar y retirar brotes de la planta” cae también dentro de las actividades especiales que hemos venido señalando por la evidente y clara interconexión que se vuelve a presentar por la relación que se marca particularmente entre la tarea a desarrollar y la etapa fenológica de la planta, ya que se sigue presentando una estrecha relación entre la fisiología de la planta y la del mismo trabajador.

Tal vez por la naturaleza y similitud entre todas las actividades que caen en el apartado de “Actividades Especiales”, pues no sea tan estrictamente necesario volver a redactar la misma explicación puesto que ya previamente se han desarrollado un par de ejemplos en cuanto a la explicación de la actividad agronómica de Tutorio (asociada a la etapa del cultivo) y Deshoje (en cuanto a diferentes alturas a las que se realiza la acción), esperando clarificar de buena manera la idea. La única excepción al respecto para la actividad de Deshoje vendría a ser de igual manera los diferentes rangos de altura a manejar.

Consideración Especial de Cálculo.

Para el caso concreto en cuanto al cálculo del tiempo en esta actividad las actividades que hipotéticamente significarían recolectar y recoger brotes, así como sacar los brotes del invernadero están implícitas en la cuantificación ya que están asociadas naturalmente. La razón principal es que no se vuelve un factor significativo tan importante, pues la cantidad de tejido vegetal que se elimina no es tan considerable y es en mucho menor proporción que para la actividad de Deshoje.

Continuando con el desglose y descripción de las actividades para Desbrote en sus diferentes alturas:

1.1 Cortar y retirar brotes de la planta (altura media).

Consiste específicamente en quitar o eliminar los brotes axilares que van desarrollándose en el tallo para evitar la pérdida de biomasa, los rangos que se han de considerar para cuantificar la actividad como “Cortar y retirar brotes de la planta altura baja-media” llegaría hasta el límite de altura de 1.60m en referencia al suelo de invernadero (no a la cama de siembra), ya a partir de esa altura cambia considerablemente en cuanto a los alcances de los trabajadores llegando a niveles cercanos a 1.80m.

1.2 Cortar y retirar brotes de la planta (altura máxima).

De igual manera que la descripción anterior la actividad consiste en quitar y/o eliminar los brotes axilares que van desarrollándose en el tallo para evitar pérdidas significativas en la producción, para este caso los rangos de altura se han considerado por arriba de 1.80m en referencia al suelo del invernadero por lo que ya habrán de utilizarse algunas herramientas o mecanismos auxiliares.

Consideración Especial Conjunta: Cuando se presentan Actividades Agronómicas Juntas.

Valdría la pena señalar y hacer evidente en este caso en particular sería mencionar respecto a un fenómeno muy característico de operación que se presenta, pues pareciera ser que en ocasiones se apela de manera empírica a la economía de movimientos que hemos venimos estudiando; pues en términos prácticos se realizan en conjunto y de manera específica el Desbrote y Tutoreo, por lo que se está planteado analizar por única ocasión dos actividades agronómicas que se realizan al mismo tiempo, ya que por la naturaleza sistemática del corte frecuente y repetitivo que implican la emergencia de los brotes que surgen de las axilas de las hojas, algunas veces favorecen al hecho de traslaparse de manera natural con el Desbrote conjuntado con Desbrote y Tutoreo en cuanto a la acción específica de ir enredando la planta al hilo de polipropileno.

Así mismo el desglose y descripción de actividades para Desbrote con Tutoreo serían:

1.3 Cortar y retirar brotes de la planta con Tutoreo (Actividades Conjuntas).

Para esta actividad se llevan a cabo conjuntamente la actividad de Desbrote y Tutoreo considerando que se realizan paralelamente ambas actividades, por un lado el Desbrote y posterior el Tutoreo que consiste en liar o enredar la planta al hilo de polipropileno.

3.6.7 Ciclo de Cosecha

Finalmente se ha llegado a la recolección del tomate que implica una gran importancia para el proceso ya que una cosecha defectuosa puede impactar de manera considerable el buen rendimiento obtenido y los atributos de calidad que se ven expresados en los frutos. A este nivel debiéramos comenzar por enfocarnos en los factores elementales que afectan o representan un riesgo para los atributos de calidad; que principalmente están relacionados con cuidar la vista y el aspecto de los tomates, regular o mantener bajo control la temperatura a la que son sometidos ya que pueden sufrir daños irreparables si se exponen a altas cantidades de calor de igual manera manipularlos de una forma adecuada impulsando aspectos de inocuidad elementales.

Habrá que determinar de manera particular el punto de corte o grado de madurez, dependiendo el mercado hacia donde van dirigidos los tomates, pues dependiendo del gusto del cliente deben ser recolectados en diferentes grados de madurez para satisfacer los requerimientos propios del producto final, así como tomar en cuenta la logística hacia el destino y/o el tiempo que se estima para que el producto llegue en buenas condiciones de madurez al mercado.

Siempre es preciso recolectar los frutos sin pecíolo, ejerciendo una ligera presión sobre el fruto o torciéndolo si está maduro, el horario ideal para llevar a cabo la cosecha en el invernadero ronda las 9 de la mañana cuando empieza a pegar el sol y se va el rocío de la noche; ya que si se realiza muy temprano los frutos pueden estar mojados o muy tarde pudieran estar calientes afectando el pre-enfriado para una correcta conservación en los cuartos fríos de refrigeración.

A continuación se hace un desglose muy detallado y la descripción específica de las diferentes Actividades para el Ciclo de Cosecha:

1. Desprender fruto de la planta y recolectar.

Se cosechan los tomates ya que presenten las características de madurez deseada, la actividad es llevada a cabo de forma progresiva utilizando ambas manos simultáneamente, esta actividad implica también niveles de exigencia y esfuerzo físico muy altos pues con una mano se sostiene el recipiente plástico a través de la agarradera (donde han de ser depositados los frutos que gradualmente harán haciendo que se torne más pesado y complicado cargarlo), de igual forma con la otra mano se van arrancando de la planta los frutos seleccionados hasta que el recipiente ya no se tenga más espacio para almacenar tomates.

2. Sacar fruto del invernadero.

Se procede posteriormente a cargar y llevar los recipientes plásticos hacia el exterior del invernadero donde se vierten en cajas plásticas o rejas para ser estibadas y se envían posteriormente al centro de empaque.

3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental para esta investigación pertenece a los diseños anidados, conocidos también como diseños jerárquicos o jerarquizados (Montgomery, 2008) que se utilizan cuando un factor está contenido en cada nivel del factor que lo precede. Para este diseño los valores de cada factor se encuentran contenidos o adjuntos dentro del factor que lo antecede, en este sentido el factor que implica al trabajador de cada cuadrilla de trabajo se establece en referencia al invernadero sobre el que se trabaja o al que nos encontramos analizando (Olivares–Sáenz, 1996).

3.8 Análisis Estadístico.

Se consideran repeticiones para cada trabajador, donde una repetición implica el proceso de cuantificar el tiempo empleado en 10 plantas trabajadas y/o procesadas por actividad, posteriormente se hace un análisis de varianza con el modelo de diseños anidados donde se obtendrán estimadores de varianza para trabajadores $[Tra_j(i)]$.

El diseño experimental y la metodología en la práctica se establece de la siguiente manera:

1. Se seleccionan invernaderos y trabajadores al azar.
2. Se mide el tiempo para cada trabajador seleccionado en función a cada actividad en particular.
3. Se consideran 8 repeticiones para cada trabajador donde una repetición implica el proceso de cuantificar el tiempo empleado en 10 plantas trabajadas y/o procesadas, en términos prácticos una repetición significaría el promedio de tiempo en una decena de plantas trabajadas, combinándolas con las 8 repeticiones para cada trabajador contemplan un total de entre 80 y 100 plantas procesadas por trabajador, lo que extrapolando y dependiendo de las cuadrillas de trabajo pudiéramos suponer entre 600 y 900 repeticiones por actividad en total.

4. Para cada actividad se realiza un desglose de actividades, se lleva a cabo una descripción particular y posteriormente se realiza un análisis detallado para cada una.
5. Posteriormente se hace un análisis estadístico con el modelo de diseños anidados donde se obtendrán estimadores de varianza para $Tra_j(i)$ trabajadores.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

En la producción de tomate cultivado en invernadero actualmente no existe una estandarización de los métodos operativos, procedimientos y no se documentan los procesos empleados en concreto para las diferentes prácticas de manejo agronómico, de igual forma el desempeño laboral no se cuantifica ni se conoce el nivel de rendimiento de los trabajadores lo que finalmente da como resultado que no se evalúa la importancia de la interacción hombre-planta-costo-eficiencia elementos que pudieran servir para comenzar a evaluar y establecer parámetros o índices de productividad hoy tan necesarios.

Dentro de los procesos de producción de cultivos en invernadero es muy importante distinguir el altísimo valor, relevancia y el significado implícito de la calidad de la Mano de Obra Directa pensando en el hecho de poder conocer los parámetros reales con que ésta opera al momento de la producción. La intención del estudio en conjunto con la implementación de la metodología es “poder detectar fallas” que en el corto plazo significarían tiempo, pero que proyectando hacia adelante significarían dejar de producir y por lo tanto dejar de ganar o generar menos, dificultando así el retorno de la inversión en relación con el pronóstico de producción reduciendo márgenes y rentabilidad en la explotación agrícola algunas veces repercutiendo de manera bastante considerable cuando no se planea de buena manera.

La información del costo real de la Mano de Obra Directa y que se deriva principalmente de los estudios de tiempos y movimientos para este tipo de sistemas, determina finalmente en muchas de las ocasiones lo que en realidad debiera valer el trabajo de cada trabajador. Es por ello que para este tipo de explotaciones agrícolas el manejarse con máximos niveles de productividad, entendida ésta como “...la relación entre la producción obtenida y el insumo o los recursos utilizados para obtener dicha producción...” resulta esencial sobre todo en términos de optimizar y ser mucho más eficientes sin comprometer la rentabilidad o que se afecten directamente los márgenes de contribución.

Si bien es cierto el sector primario en su mayoría en nuestro país refleja una baja productividad, es necesario se explore a conciencia la situación en este tipo de sistemas agrícolas y sobre todo se destine una mayor inversión a incrementar estos niveles, analizando detenidamente y haciendo mucho más eficientes los procesos específicamente al interior, en la búsqueda no solo de optimizar si no de innovar y desarrollar el conocimiento de las técnicas de producción ya existentes con el fin de hacerlas más eficientes y facilitar la transición hacia una producción de mayor valor de manera integral continuamente en los procesos. Paralelamente se pudieran asociar algunos otros factores al análisis para determinar de manera muy anticipada el costo de producción por unidad (toneladas en este caso) integrando indicadores o tasas de conversión que pudieran ser una guía que permita determinar ¿cuánto se ha de producir en un espacio de tiempo futuro y a que costo? lo que al final significaría tomar decisiones mucho más oportunas en cualquier momento con base en esta información.

Finalmente pero no menos importante el estudio también puede extenderse hacia el nivel de los riesgos psicosociales dentro de la Ergonomía Organizacional y que también pudieran resultar un causal de riesgo laboral si no se explora bien a bien el terreno de la prevención, asociando de manera muy empática el contenido de trabajo que se puede o debiera realizar por tiempo específico ya que en algunas situaciones de manera general se han venido presentando un creciente número de lesiones laborales, enfermedades, deserciones y tantas situaciones que afectan no solo la eficiencia del propio sistema productivo, si no la misma vida del trabajador y por lo tanto directamente su entorno de vida por adoptar los diferentes ángulos que forman los miembros del cuerpo involucrados y las posibles combinaciones de la espalda, brazos y piernas adicionando el soporte de carga levantada que en algunos casos generan problemas de salud bastante graves durante la jornada de trabajo.

Aunque todos estos tipos de estudios parten prácticamente de la nada y hay que adaptar y/o desarrollar metodologías propias para poder llegar a algo en concreto ya que es evidente reconocer y validar que existe todo un mundo por delante de opciones por investigar y desarrollar en este sentido, lo que significaría verdaderamente un alto impacto para cualquier agricultor de invernadero que se vea afectado por cualquier situación relacionada con estos factores que aquí se presentan lo que en teoría permite organizar mejor el trabajo sin arriesgar la salud desarrollando herramientas estratégicas definidas o simplemente establecer modelos o los planes de acción más convenientes para cada región.

Considerando todo lo anterior, se presenta a continuación el análisis realizado para las diferentes actividades de manejo agronómico dentro del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandía.

4.1 Análisis para Producción de Plántula.

A continuación se presenta un comparativo de los diferentes tiempos registrados en campo para esta actividad, se incluyen los tiempos máximos documentados (trabajador menos eficiente), tiempos mínimos (trabajador más eficiente) y un promedio de todos los trabajadores que se documentaron en campo, esto sirve a la intención de hacer clara la diferencia en base a tiempo necesario para completar cada una de las diferentes actividades que se incluyen dentro de la práctica agronómica que se estudia y poder así contrastar las diferencias.

Cuadro 12. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Producción de Plántula.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado(s)	Tiempo Mínimo Registrado(s)	Tiempo Promedio(μ)	CV entre Trabajadores
1	89	61	72.6	10.93%
2	30	19	24.6	12.67%
3	460	260	340	13.53%
4	42	30	35.9	12.92%
Σ Plántula	621seg (10m 21s)	370seg (6m 10s)	473seg (7m 53s)	

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por charola de plántula de 200 cavidades terminada, la variable independiente para esta práctica de manejo agronómico fue evaluada al azar en 6 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1. Llenar charola de propagación.

Actividad 2. Compactar sustrato.

Actividad 3. Colocar semilla.

Actividad 4. Cubrir semilla y regar a saturación.

En el Cuadro 12 se puede ver claramente que la Actividad 3 “Colocar semilla” presentó el Coeficiente de Variación más alto entre todos los trabajadores evaluados, esto se puede atribuir a que esta actividad es la que requiere mayor cantidad de tiempo para realizarse además exige un nivel mayor de complejidad en cuanto a la operación, de igual forma los tiempos medios para estas actividades fueron muy variables.

La explicación de esta variabilidad se ajusta más a detalle en cuanto a la forma y las dimensiones de la semilla de tomate, pues su conformación refiere que es de forma lenticular y sus dimensiones aproximadas son de 5x4x2mm lo que hace suponer que el manejo de cada semilla (por su tamaño elementalmente) exige cierta astucia, concentración, lucidez, agilidad y un nivel de detalle bastante considerable en cuanto a destreza de manos. Habrá de tenerse especial cuidado y mucha concentración al momento de maniobrar la semilla para colocarla dentro de la charola de propagación y sobre todo habría que buscar la forma de optimizar la operación ideando algún tipo de dispensador, contenedor, dispositivo y/o mecanismo auxiliar que permita tener dentro de un rango mucho más accesible la semilla que se va a depositar en la charola de propagación sobre el sustrato.

Generalmente, el simple hecho de suministrar la semilla y que ésta sea depositada en la charola con éxito (generalmente sostenida la sobre la palma de la mano que no es la diestra) resulta en ocasiones muy complicado de maniobrar, sobre todo en aquellos los casos en que se vierte o se coloca por cualquier circunstancia más de 1 semilla en la cavidad de la charola, la situación resulta peor si la semilla cayera al suelo, afectando el proceso de manera considerable debido a que es necesario detener totalmente el procedimiento para corregir la falla (si es posible) y después proseguir para retomar la actividad.

En resumen, para evitar la pérdida de tiempo en esta actividad se pudiera generar algún tipo de herramienta o utensilio que facilite la extracción de la semilla y el reacomodo de la misma en la cavidad. Actualmente se utilizan una infinidad de técnicas y objetos como clips, clavos, pedazos de cartón y hojas de papel doblado para retirar el excedente no siendo esto desde luego lo más recomendable a implementar.

Cuadro 13. Cálculo de Tiempo Total para Producción de Plántula.

Actividad	1	2	3	4	5	6	T.E. (μ)
1. Llenar Charola de Propagación.	66.5	70.8	80.7	85.6	67.1	64.8	72.6
2. Compactar Sustrato.	22	21.1	25	26	28.6	24.8	24.6
3. Colocar Semilla.	320	300	320	340	360	340	340
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación.	34	35.8	37	35.4	38.3	35.1	35.9
Σ Tiempo Total de la Actividad 7min 53seg (473seg)							

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

El Cuadro 13 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Producción de Plántula. El cálculo de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por charola de plántula producida completa, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad de manejo agronómico que incluye las 4 tareas específicas en base a 1 charola terminada y completa.

Cuadro 14. Calculo de Tiempo Normal para Producción de Plántula.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Llenar Charola de Propagación.	72.6	1.0	72.6
2. Compactar Sustrato.	24.6	1.0	24.6
3. Colocar Semilla.	340	1.2	408
4. Cubrir Semilla y Regar a Saturación.	36	1.1	39.6
Σ Tiempo Normal de la Actividad 9min 5seg (544.8seg)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

El Cuadro 14 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Producción de Plántula (Cuadro 13), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con éste cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 4 tareas específicas de la práctica agronómica.

Cuadro 15. Cálculo de Tiempo Estándar para Producción de Plántula.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
9min 5seg (544.8s)	10% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 3%)	9min 59seg (599.2seg)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por charola de plántula producida de 200 cavidades terminada.

El Cuadro 15 reporta el Tiempo Estándar que fue calculado en base al Tiempo Normal Promedio que previamente se calculó para la actividad de Producción de Plántula (Cuadro 14), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador.

Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad, el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en los 3 casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica, lo que se clarifica en el siguiente cuadro de una mejor manera (Cuadro 16).

Previamente se ha de comentar que este comparativo se establece en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad arrojaría el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores.

Los tiempos que arroja el Cuadro 16 presentan una variación atribuida a los factores que se explicaban con anterioridad, sin embargo el rango permisible de operación o el tiempo estimado para la realización de la actividad de manera particular tendría que considerar para este caso en específico y de manera sumamente especial el doble de Horas Hombre Requeridas e igual número de Jornadas de Trabajo Necesarias para calcular y poder proyectar de buena manera el Costo Total.

La explicación recae en que se necesita producir el doble de plántula, pues como se podrá imaginar se requiere tener disponible la planta patrón o porta injerto patrón MULTIFORT F1 (donde será injertada la variedad) y de igual manera la misma cantidad de la plántula a desarrollar que para este caso es la variedad EL CID F1 (de Harris Moran Seed Company) y la variedad CHARLESTON (Rogers) razón por la cual esta actividad forzosamente tendría que considerarse un par de veces más en la cuantificación para el Cálculo Final de Costo del Ciclo Completo de producción pues se replica prácticamente la producción tanto para la variedad a producir como del patrón a injertar.

Como medida preventiva y por decisión propia del Grupo Operativo se genera un excedente de producción del orden del 10% para ambos casos, tomando en cuenta y anteponiéndose a cualquier falla o siniestro que se pudiera presentar con la finalidad de no estar limitados en cuanto a material vegetal disponible por cualquier eventualidad.

Cuadro 16. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad Producción de Plántula.

Trabajador(a) Promedio por Charola	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Plántula	Costo Total o Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo
+Rápido 370s (6m 10s)	28h 16m	4.34	\$478.24
Promedio 473s (7m 53s)	36h 8m	5.55	\$611.43
-Rápido 621s (10m 21s)	47h 26m	7.29	\$802.66
Tiempo Normal 544s (9m 5s)	41h 33m	6.39	\$702.90
Tiempo Estándar 599.2s (9m 59s)	45h 47m	7.04	\$774.56

Los tiempos que se presentan en trabajador son por charola de plántula de 200 cavidades terminada siendo la cantidad estimada de plantas por ha de 25,000 (125 charolas).

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

El comparativo del Cuadro 16 incluye al trabajador más eficiente o más rápido, el trabajador promedio, el trabajador menos eficiente o más deficiente así como el Tiempo Normal y Estándar calculado que arroja el estudio de tiempos y movimientos, esto sirve a la finalidad de hacer clara y contundente la diferencia en base a Horas Hombre Requeridas y/o Jornadas de Trabajo Necesarias para ejecutar cada una de las diferentes actividades que se incluyen dentro de la práctica agronómica.

Estadísticamente los análisis de varianza realizados entre los invernaderos evaluados para Producción de Plántula presentan diferencias significativas únicamente en la Actividad 1 (Cuadro A9).

Por su parte en los análisis para los trabajadores dentro de invernaderos se presentaron diferencias significativas en la Actividad 1 y 2; en la Actividad 1 los Tratamientos 1 y 2 y para la Actividad 2 sólo el Tratamiento 3, por lo se puede inferir que estos trabajadores fueron diferentes en su mayoría dentro de cada invernadero evaluado en Producción de Plántula (Cuadro A9).

En la Actividad 1 (Llenar charola de propagación) el trabajador más rápido (Invernadero 3 Trabajador 2) realiza el llenado del sustrato de la charola descansando la misma sobre la superficie y optimizando así el uso de sus 2 manos en comparación con los demás, por lo que los trabajadores que sólo lo hacen con 1 mano debieran buscar la manera de liberar el uso de ambas manos para ser mucho más eficientes ahorrándose así entre 15 y 20 segundos por charola de 200 cavidades en promedio.

En la Actividad 2 (Compactar sustrato) sucede que durante la cuantificación en campo que se hizo del trabajador (Invernadero 3 Trabajador 1) el fenómeno específico que se presentó fue que las cavidades del rodillo giratorio y el mecanismo de giro se habían llenado sobre manera de sustrato, por lo que fue estrictamente necesario sumergirlo varias veces en agua para eliminar el excedente del mismo dejando así otra vez el rodillo funcional y libre para su uso, lo que de cierta manera dificultaba el buen deslizamiento sobre las charolas haciendo que el trabajador se convirtiera en el menos rápido. Sin embargo analizando más hacia el interior la actividad el Coeficiente de Variación dentro de trabajador para la Actividad 2 de la Practica Agronómica de Producción Plántula, reporta uno de los más bajos CV lo que indica que los tiempos de los trabajadores fueron muy uniformes al realizar esta actividad.

Es bueno señalar que dentro del análisis para cada una de las 7 actividades de manejo agronómico que se están evaluando, se han encontrado ciertos Factores Clave que se debieran Considerar intentando describir una referencia clara en cuanto a validar la situación particular de cada actividad y exponiendo todo lo estrictamente necesario para poder establecer requerimientos específicos de Mano de Obra y Costo Proyectado calculados con anterioridad y que se ha de mencionar en este mismo apartado pero dentro de cada actividad de forma posterior. Así pues de esta manera se podrá tener una perspectiva mucho más clara en el sentido de contextualizar de buena manera el entorno para cada actividad y sobre todo ofrecer un panorama concreto en cuanto a elementos, materiales, componentes, herramientas, equipos y todo lo necesario para concretar de buena manera todas y cada una de las actividades necesarias a desarrollar con éxito.

Los Factores Clave que se han puntualizado y debieran considerarse para la Actividad de Manejo Agronómico que involucra la Producción de Plántula y sobre todo al momento clave del inicio del ciclo debieran ser el hecho de tener especial consideración en cuanto a la programación de la actividad, así como el costeo y surtimiento de los insumos necesarios para completar la actividad. Se parte de la disponibilidad puntual y oportuna de los materiales necesarios, el espacio físico para realizar la actividad y los diversos artículos requeridos durante la realización de la misma también son trascendentales, todo esto pensado con la simple intención de evitar demoras, tiempos muertos y pausas que afecten directamente al proceso productivo y sobre todo la productividad del trabajador.

De igual forma analizando más detenidamente la actividad se tendría que proveer y asegurar primeramente el número adecuado de trabajadores necesarios en la cuadrilla de trabajo (pensando en función de los requerimientos de plántula), acto seguido se inicia el proceso de siembra con las charolas de propagación (en función de las plantas a producir) sin olvidar el lavado y/o desinfección de las mismas previamente, así mismo se debe garantizar la cantidad de semilla y el sustrato (peat moss) o material inerte a utilizar (vermiculita en este caso) necesarios, pues deben estar siempre al alcance y listos si es que se requiriera resurtir cualquier insumo que llegara a terminar.

La fuente de agua y los diversos utensilios requeridos al momento de llevar a cabo la actividad también se vuelven importantes, pues el rodillo plástico giratorio, las regadoras manuales, guantes, palas y proveer de manera eficiente todas aquellas herramientas, artículos o mecanismos auxiliares específicos necesarios para la preparación o mezcla del peat moss de manera correcta se vuelven muy importante en cuanto al sustento y realización adecuada de las actividades posteriores.

En ese mismo orden se habrá de realizar el diseño muy básico de una estación de trabajo si es que no se cuenta con alguna en particular (que generalmente nunca se presenta), desde luego respetando la lógica común del procedimiento lo más posible e ideando una línea de producción para evitar demoras o que se crucen las actividades. En este sentido también debiera pensarse en un equipo de staff o de apoyo para trasladar las charolas terminadas a la cámara de germinación, el resurtido de las mismas charolas y agilizar todos aquellos desplazamientos necesarios durante la producción evitando que los operadores o trabajadores involucrados se muevan de su lugar.

4.2 Análisis para Injerto.

A continuación se presenta un comparativo de los diferentes tiempos registrados en campo para esta actividad, se incluyen los tiempos máximos documentados (trabajador menos eficiente), tiempos mínimos (trabajador más eficiente) y un promedio de todos los trabajadores que se documentaron en campo, esto sirve a la intención de hacer clara la diferencia en base a tiempo necesario para completar cada una de las diferentes actividades que se incluyen dentro de la práctica agronómica que se estudia.

Cuadro 17. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Injerto.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1	660	380	520	27.78%
2	1,100	700	920	11.91%
3	3,480	1,940	2,540	35.64%
Σ Injerto	5,240seg (1h 27m)	3,020seg (50m 20s)	3,980seg (1h 6m)	

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por charola de plántula de 200 cavidades injertada terminada, la variable independiente para esta práctica de manejo agronómico fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1. Cortar planta patrón.

Actividad 2. Poner clip de sujeción en planta patrón.

Actividad 3. Cortar planta variedad y unir/alinear a planta patrón.

La Actividad 1 (Cortar planta patrón) así como la número 3 (Cortar variedad y unir/alinear planta variedad a patrón) presentaron un Coeficiente de Variación muy alto. La explicación para esta variabilidad se asocia especialmente, en principio, al limitado espacio libre que se genera entre las plántulas dentro de las charolas de propagación que previamente se han procesado, pues con escasos 2 o 3 cm como máximo de separación entre los tallos y las plántulas de alrededor se dificulta considerablemente la movilidad y se limita sobremanera el rango de movimiento para realizar primeramente la actividad de "Cortar Planta Patrón".

Esta actividad aunque sencilla también involucra muchos factores que envuelven la variabilidad en el proceso, por ejemplo, la inclinación de la espalda por parte del trabajador, limitará en buena medida el corte que ha de realizarse a la planta patrón o porta injerto patrón, pues ésta acción no debe sobrepasar los 3 cm en referencia a la base del tallo, acto seguido el corte debe ser limpio, es decir, no debe hacerse segmentado o en partes a su vez que la dirección del corte empieza con una tendencia de abajo hacia arriba y con un inclinación estrictamente necesaria de 45° respecto al tallo, para finalmente orientar dicho corte frente a la cara de la persona esto con la finalidad de tomar una referencia práctica y llevar un orden de corte para lo que viene a continuación.

Siguiendo bajo esta misma perspectiva, la Actividad 2, que en términos prácticos no tiene ninguna injerencia estadística pero que se menciona en cuanto al hecho de integrar de una mejor manera la explicación, obedece a la razón que el hecho de “Poner el clip de sujeción en la planta patrón” busca orientar el mismo en una dirección específica que habrá de servir como referencia del soporte entre la unión de ambas plántulas producidas y sobre todo como guía muy práctica y visual para el momento del empalme de los tallos que es cuando se completa el proceso como tal.

Por su parte la práctica agronómica que corresponde a la Actividad 3 (Cortar variedad y unir o alinear planta patrón a variedad) significaría en buena medida el éxito rotundo de la actividad como tal, pues durante esta actividad se unen las superficies del material vegetal que previamente fue cortado, adquiriendo un significado muchísimo más substancial que simplemente alinear las plantas pues se ha de manipular ambas plántulas con un nivel de detalle bastante importante y tomando en cuenta primeramente hacerlo de manera eficiente para que no se deshidrate demasiado el tallo o la planta misma, por lo que ha de llevarse a cabo lo más pronto posible la unión.

De igual forma habrá que seguir los mismos principios de orientación del corte y sobre todo que la repartición del clip de silicón se distribuya de manera equitativa en ambas superficies, es decir, mitad y mitad para respetar a cabalidad la dirección del empalme de ambos lados (garantizando el pleno sustento y contacto de las superficies) para que posteriormente se realice la cohesión del patrón y el híbrido con la finalidad de obtener una adecuada proliferación del callo y una perfecta conexión vascular.

Es importante pues acoplar el injerto de manera adecuada y casi perfecta haciendo alarde de destreza y agilidad de manos, conjugado con un buen nivel de detalle, aptitud e inteligencia al momento de realizar el empalme ya que un mal movimiento pudiera significar un corte defectuoso o incorrecto que a su vez pudiera presentar el escenario de que se suelte el clip de sujeción de la planta patrón (que ya se puso previamente) y que se tenga que repetir la actividad nuevamente desde el punto inicial. Habrá pues de asegurarse sobremanera que el injerto se realice en forma correcta, ajustando de manera ideal las superficies cortadas de los tallos y estrechando la unión de las mismas al momento de acoplarlas, ya que una falla o error en este paso tan crítico significaría repetir toda la practica agronómica completa obviamente englobando un retraso bastante considerable y elevando los costos de producción.

Cuadro 18. Cálculo de Tiempo Total para Injerto.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1. Cortar Planta Patrón.	3.9	3.2	2.4	2.2	2.2	2.3	2.5	2.5	2.3	2.6	2.6
2. Poner Clip de Sujeción en Planta Patrón.	4.6	4.7	5	5	4.5	4.6	4.1	4.6	4.9	4.5	4.6
3. Cortar Variedad y unir/alinear Planta Patrón a Variedad.	14.7	15.1	14.9	11.2	11	14.2	11.8	12.4	11.2	10.5	12.7
∑ Tiempo Total de la Actividad 1h 6min (3,980seg)											

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por plántula injertada y el Tiempo Total de la Actividad se expresa en charola de plántula producida de 200 cavidades.

El Cuadro 18 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Injerto. El cálculo sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por charola de plántula injertada completa, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 3 tareas específicas en base a 1 charola injertada completa.

Cuadro 19. Calculo de Tiempo Normal para Injerto.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Cortar Planta Patrón.	2.6	1.1	2.86
2. Poner Clip de Sujeción en Planta Patrón.	4.6	1.1	5.06
3. Cortar Variedad y unir/alinear Planta Patrón a Variedad.	12.7	1.2	15.24
Σ Tiempo Normal de la Actividad 1h 18min (4,632seg)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por charola de plántula injertada de 200 cavidades terminada.

El Cuadro 19 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Injerto (Cuadro 18), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con éste cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 3 tareas específicas de la práctica agronómica.

Cuadro 20. Cálculo de Tiempo Estándar para Injerto.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
1h 18m (4,632s)	8% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 1%)	1h 24min (5,003seg)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por charola de plántula injertada de 200 cavidades terminada.

El Cuadro 20 reporta el Tiempo Estándar que fue calculado en base al Tiempo Normal Promedio que previamente se calculó para la actividad de Injerto (Cuadro 19), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador.

Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad en especial, el tener los 3 tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en los 3 casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas de la práctica agronómica lo que se clarifica en el siguiente cuadro de una mejor manera (Cuadro 21). Antes de abordarlo, es bueno saber que este comparativo se establece en base a Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad nos arrojaría el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores.

Cuadro 21. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectoado de Mano de Obra para la Actividad de Injerto.

Trabajador(a) Promedio por Charola	Horas Hombre Requerida s por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Injerto	Costo Total de Injerto por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo
+Rápido 3,020s (50m 20s)	104h 52m	16.13	\$1,774.30	\$1,951.73
Promedio 3,980s (1h 6m)	138h 12m	21.26	\$2,338.60	\$2,572.46
-Rápido 5,240s (1h 27s)r	181h 57m	27.99	\$3,079.05	\$3,386.95
Tiempo Normal Calculado 4,632s (1h 18m)	160h 52m	24.74	\$2,721.40	\$2,993.54
Tiempo Estándar Calculado 5,003s (1h 24m)	173h 43m	26.72	\$2,937.00	\$3,230.70

Los tiempos presentados en trabajador son por charola de plántula de 200 cavidades injertada terminada y la cantidad estimada de plantas por ha es de 25,000 (125 charolas).

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Los tiempos documentados presentan cierta variación, aunque es importante saber que el intervalo de tiempo para esta actividad de injerto en el sentido estricto debe integrar mucho más personal de manera eventual a la actividad durante varios días, pues de lo contrario no se tendría garantizada la plántula injertada y completa para la actividad posterior (Trasplante).

A su vez para este caso el hecho de integrar el cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo significaría adicionar un 10% al Costo Total de Injerto por Hectárea calculado, esto con la intención de hacer mas descriptivo el importe ya que esta decisión se traduce en producir un excedente 10% más de planta injertada con la finalidad de contar con una sobreproducción de material vegetal y no estar limitados en cuanto a material disponible por cualquier eventualidad.

Como se puede comenzar a observar el aspecto monetario empieza a consolidarse como un factor importante en términos de requerimiento, uso y costeo de la mano de obra, pues significaría en todo caso ahorros específicos o pérdidas considerables de dinero, ya que si no se realizan las actividades de manera adecuada no solo se pierde rentabilidad si no que se retrasaría la producción por no contar con la planta lista y sana para el establecimiento del cultivo, por lo que las pérdidas o la falla en los niveles de productividad también se visualizan en términos proporcionales.

Finalmente tomando como referencia los datos del Comparativo de Tiempos Empleados y Costo Proyectado de Mano de Obra para Injerto (Cuadro 21), el trabajador menos rápido o aquel que reporta el nivel más bajo y/o ineficiente en cuanto a desempeño laboral, generaría pérdidas de alrededor del 30% en comparación a un trabajador promedio ya que a este ritmo de trabajo comparativamente con los trabajadores que si reflejan un buen desempeño laboral (o que se encuentran dentro de los rangos Tiempo Promedio o Tiempo Normal por jornada laboral) estarían delimitando una pérdida financiera o por el simple hecho de tener que trabajar horas extra (muchas veces sin goce de sueldo) para poder equiparar la producción de charolas injertadas en comparación con los demás. Para este caso en particular el trabajador menos rápido o más ineficiente sobrepasa en buena medida el Tiempo Estándar Calculado, lo que arroja un nivel de productividad muy por debajo de lo esperado, razón por lo cual hace necesario analizar estadísticamente a cada trabajador para encontrar una explicación mucho más concreta.

Estadísticamente en los análisis de varianza realizados para los 5 invernaderos evaluados en Injerto, sólo se encontró una diferencia significativa entre ellos, se reporta en la Actividad 1 (Cortar planta patrón) donde en el Invernadero 1 se obtuvieron los mayores tiempos en comparación con el 2, 3, 4 y 5 (Cuadro A10).

En este sentido la explicación recae en las dimensiones del tallo de la planta patrón, pues en algunas ocasiones como en este caso en particular se presentó que el grueso del diámetro del tallo estaba por encima del alcance del clip de silicón, haciendo que el hecho de sostenerse o abrazar el portainjerto o la planta patrón simplemente no se diera de buena manera teniendo que repetir la actividad en algunas ocasiones hasta un par de veces más de lo normal.

Por su parte en el los análisis para trabajadores dentro de invernaderos (Cuadro A10) se presentaron diferencias significativas solo para la Actividad 1, por lo que se puede inferir que las diferencias de operación se presentan entre ellos mismos al interior (Invernadero 1 Trabajador 1 y 2), no así dentro de los demás trabajadores en los otros invernaderos, ya que solo un trabajador de todos los que fueron evaluados resultó con un comportamiento irregular al resto.

En la Actividad 1 (Cortar planta patrón) la inferencia estadística recae mayormente en la experiencia y práctica que el trabajador posee, pues en este caso el trabajador que presentó el tiempo mayor al resto de los trabajadores evaluados dentro de invernaderos, el más lento, era la primera vez que realizaba la Actividad Agronómica de Injerto, lo que de cierta manera hacía ver evidentemente la falta de habilidades propias para lidiar con el limitado espacio entre las plántulas, con movimientos retraídos al momento de operar la navaja cortando la planta de manera por demás cuidadosa, lenta y pausada (a comparación de los demás) principalmente por la complicación del reducido espacio para cortar la planta y la “torpeza” de manos que presentaba en un principio debido a la falta de experiencia.

Al paso del tiempo, el mismo trabajador comenzó a desarrollar ciertas habilidades y tiempo después, entre los mismos operadores comenzaron a orientarle y aconsejarle en cuanto a que pudiera irse abriendo espacio cortando en orden lineal las plantas, ocasionando así tener mayor espacio y rango de movimiento minimizando en buena forma la variabilidad en el proceso al mínimo.

La inclinación de la espalda y la postura de los brazos limitan también en buena medida el corte que ha de realizarse a la planta patrón (o portainjerto patrón) pues después de un tiempo el trabajador deberá seguir haciendo el mismo trabajo no sobrepasando el corte (por arriba de los 3 cm en referencia a la base de tallo) a su vez que el corte debe ser limpio y no hacerse segmentado o en partes, de igual forma la dirección del corte empieza abajo y termina arriba con un inclinación estrictamente necesaria de 45° respecto al suelo, para finalmente orientar/adecuar dicho corte frente a la cara de la persona esto con la finalidad de tomar una referencia práctica y llevar un orden de corte en cuanto a prepararse para continuar con las actividades posteriores lo que a la larga genera molestias de la espalda.

Debidamente también se delimitan factores claves para la práctica agronómica de Injerto, por lo que previamente se debiera realizar un análisis detallado en cuanto a la selección y adaptabilidad de las diferentes variedades a producir en la región. Se habría de partir de una planeación en cuanto a costo-beneficio en cuanto a periodos de producción, surtimiento, fechas de siembra óptimas y proyectar un ciclo productivo estructurando bajo un esquema o bitácora definido y referenciado con el tiempo en el cual se quiere salir al mercado a comercializar.

Desde luego que previamente al injerto debieran tomarse consideraciones especiales y generar las condiciones ambientales ideales para garantizar una buena germinación y emergencia de la semilla. El manejo previo al injerto debe tomar en cuenta aspectos o factores como una buena uniformidad de tallos buscando que como referencia se tengan casi las mismas dimensiones en los tallos (tanto de la planta patrón como la variedad), para así asegurar plenamente el contacto de ambas superficies al momento del empalme y que la técnica del injerto funcione correctamente y no se presenten complicaciones como las que los análisis de varianza realizados arrojaron como diferencia significativa y que se encuentra sumamente ligada la explicación a las dimensiones del tallo de la planta patrón generando que el injerto no se diera de buena manera teniendo que repetir la actividad en algunas ocasiones para poder culminar la actividad de buena manera (Cuadro A10).

Es importante también tomar en consideración la deshidratación de las plantas al momento de la actividad, por lo que se ha de mantener en el área de trabajo para injerto una alta humedad relativa que limite el marchitamiento del material vegetal y sobre todo tratar de maniobrar las plantas lo menos posible en el sentido de evitar algún daño importante por lo que habrá de tenerse un cuidado especial en cuanto a cortar la variedad y colocar en la planta patrón a la brevedad. Tampoco hay que olvidar desinfectar el área de trabajo, el medio de traslado de las charolas terminadas y en general tener amplio cuidado de no contaminar o afectar la planta durante la maniobra.

Los trabajadores deben presentarse lo más pulcro posible, con uñas limpias y manos bien lavadas, así como la estación de trabajo debe considerar una buena visibilidad o tener alta calidad de la luz, por lo que el trabajo en lugares poco iluminados limitará en buena medida el buen desempeño de los trabajadores. Si es necesario se debe diseñar la estación de trabajo de manera que facilite el flujo de las charolas y no limite la producción en el sentido de tener un amplio espacio de operación evitando que caiga al suelo el clip de silicón, la misma planta o la navaja con la que se realiza el corte teniendo que esterilizarla inmediatamente.

Se recomienda en algunos casos antes de iniciar, refrescar a cabalidad la técnica del injerto a utilizar y explicar la importancia de la actividad por lo que se debe encomendar esta tarea a personas con aptitudes bien definidas, alto nivel de tolerancia, pacientes y detallistas así como trabajadores que no presenten problemas de espalda, cintura, cuello, brazos, dedos y dificultades con la vista.

Se deben generar siempre las condiciones ideales durante todo el proceso de injerto, por lo que se debe considerar riegos posteriores al injerto para hidratar las plantas, así como mantener los parámetros óptimos en la cámara de prendimiento, luz artificial directa y alta humedad residual (termómetro y calentadores al interior) así como generar el medio físico ideal del sustrato de la planta injertada pues al día siguiente debe humedecerse para mantenerse con un cantidad suficiente de agua y a los 3 días del injerto debe gradualmente irse levantando el plástico o ventilando la planta para comenzar con la aclimatación hasta que se lleva al invernadero para trasplantarse. En este sentido y antes de comenzar con la actividad de Trasplante, no se debe olvidar por ningún motivo el riego previo de los invernaderos, teniendo como finalidad única generar las condiciones optimas para el suelo el día del trasplante y sobre todo que pueda llevarse con éxito teniendo buenas condiciones de humedad para las maniobras necesarias y la generación de un mejor medio para el establecimiento de las plantas en el suelo.

4.3 Análisis para Trasplante.

Cuadro 22. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Trasplante.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1	496	352	416	18.78%
2	528	368	464	20.76%
3	464	208	320	40.91%
4	672	512	592	11.46%
Σ Trasplante	2,160seg (36m)	1,440seg (24m)	1,792seg (30m)	

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por cama de siembra de 160 plántulas trasplantada, la variable independiente en esta práctica fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1. Definir y adecuar marco de plantación.

Actividad 2. Señalar marco de plantación.

Actividad 3. Colocar plántula.

Actividad 4. Cubrir y sembrar plántula.

En el Cuadro 22 se observa que la Actividad 3 (Colocar Plántula) presenta una variabilidad bastante considerable escalando los niveles más altos en comparación con las demás actividades para la Práctica de Manejo Agronómico de Trasplante. La explicación para este caso pudiera resultar relativamente sencilla pues se limita a la acción específica de sacar la plántula de la charola de propagación y depositarla en la cama de siembra introduciendo solamente el área radicular en el suelo, en su defecto, llevar con las manos la planta a la superficie del invernadero por lo que desde esta perspectiva general todo luce muy concreto y natural sin embargo esta tarea significaría una infinidad de factores agronómicos que pudieran explicarse mediante la utilización de datos antropométricos ya que expresan cuantitativamente las dimensiones del cuerpo humano buscando describir una serie de proporciones corporales que tienen relevancia para la actividad física que se realiza cualquiera que ésta sea.

Como bien se menciona, ha llegado el día del trasplante y en campo se puede analizar que la explicación para la variabilidad que se presenta en cuanto a “Colocar plántula” se asocia especialmente en principio al momento específico de tomar la planta de la charola de propagación e introducir solamente el área radicular en el suelo, particularmente delimitando con esto la Actividad 3 (Colocar plántula). Los factores que envuelven la variación de ésta labor parten del hecho de ¿cómo? se toma la planta de la charola, ¿cómo? es que se saca o se maniobra la misma (sin maltratarla o dañándola lo menos posible) hasta llegar a la acción concreta de llevar y depositar la planta en el espacio final donde ha de ser establecida en el suelo dentro de la cama de siembra.

Se debe tomar en consideración el hecho de no destruir el cepellón o en su defecto, dañar lo menos posible el material vegetal (durante todo el proceso previo a culminar la actividad), ya que éste posteriormente ha de brindar el soporte de la planta y con ello determinar la posición y orientación final de la planta.

En cuanto a lo anterior es sumamente importante mantener intactas las condiciones particulares que presenta el cepellón de la planta una vez ya establecida en la cama de siembra, pues posteriormente se debe cubrir el cepellón con tierra y alinear el tallo de la planta verticalmente para dejarla correctamente establecida ya que viene un periodo crítico (de un par de días aproximadamente) donde este medio constituido principalmente por materia inerte de la que se compone el cepellón, se convertirá en el hábitat de supervivencia de la planta, gestándose durante algunas horas el único medio donde comenzará la generación natural del bulbo de humedecimiento en el perfil del suelo para la raíz y posteriormente un correcto establecimiento de la planta en campo para generar un óptimo desarrollo y crecimiento de la misma en el medio ambiente donde se ha determinado y/o establecido completamente al azar.

Otro factor importante para explicar la variación en este caso se determinaría por las dimensiones del espacio generado por el marco de plantación y la superficie del cepellón de la plántula, haciendo que la planta quede depositada de buena forma al interior de la cama de siembra previniendo con anterioridad cualquier problemática en cuanto a las tolerancias de espacio y longitud pues se deben satisfacer a cabalidad en conjunto con las dimensiones del cepellón y el marco de plantación evitando así problemas, fallas o retrasos en cuanto al momento de realizar la acción y obviamente complicando un tanto el manejo agronómico.

Cuadro 23. Cálculo de Tiempo Total para Trasplante.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1. Definir y Adecuar Marco de Plantación.	2.4	2.9	2.7	2.9	2.6	2.7	2.5	2.7	2.4	2.6	2.6
2. Señalar Marco de Plantación.	2.6	3.1	2.5	2.7	3.1	3.1	3.2	2.8	3.0	2.8	2.9
3. Colocar Plántula.	1.4	1.9	2.2	2.0	2.6	2.0	2.2	1.7	2.1	2.0	2.0
4. Cubrir y/o Sembrar Plántula.	3.5	3.9	3.9	3.9	3.5	3.7	4.0	3.9	3.5	3.7	3.7
Σ Tiempo Total de la Actividad 30m (1,792seg)											

Los Tiempos que se presentan para las diferentes actividades se expresan por planta.

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por cama de siembra trasplantada completa de 160 plantas.

El Cuadro 23 reporta el promedio de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Trasplante. El uso de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por cama de siembra trasplantada completa, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad de manejo agronómico que incluye las 4 tareas específicas en base a cama de siembra trasplantada terminada y completa.

Cuadro 24. Calculo de Tiempo Normal para Trasplante.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Definir y Adecuar Marco de Plantación.	2.6	1.1	2.86
2. Señalar Marco de Plantación.	2.9	1.1	3.19
3. Colocar Plántula.	2.0	1.3	2.6
4. Cubrir y/o Sembrar Plántula.	3.7	1.2	4.44
Σ Tiempo Normal de la Actividad 35m (2,096seg)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por cama de siembra trasplantada completa de 160 plantas.

El Cuadro 24 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Trasplante (Cuadro 23), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con este cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 4 tareas específicas de la práctica agronómica.

Cuadro 25. Cálculo de Tiempo Estándar para Trasplante.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
35m (2,096s)	11% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 4%)	39min (2,327seg)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por cama de siembra trasplantada completa de 160 plantas.

El Cuadro 25 reporta el Tiempo Estándar que fue calculado en base al Tiempo Normal Promedio que previamente se calculó para la actividad de Trasplante (Cuadro 24), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador.

Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad en especial, el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en los 3 casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica.

En el Cuadro 26 se clarifica de una mejor manera este comparativo entre los 3 diferentes tiempos y se establece en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad arrojando el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores

Cuadro 26. Comparativo de Tiempo empleados Promedio y Costo Projectado de Mano de Obra para la Actividad de Trasplante.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Trasplante	Costo Total o Calculo Final de Costo para el Ciclo Completo
+Rápido 1,440s (24m)	60h 48m	9.35	\$1,028.50
Promedio 1,792s (30m)	75h 53m	11.64	\$1,280.40
-Rápido 2,160s (36ms)r	91h 12m	14.03	\$1,543.30
Tiempo Normal Calculado 2,096s (35m)	88h 30m	13.61	\$1,497.10
Tiempo Estándar Calculado 2,327s (39m)	98h 15m	15.11	\$1,662.70

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plántulas trasplantada, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo del tiempo se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos posteriormente.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

En el cuadro anterior bien se puede observar que para este caso en particular por la misma naturaleza de la actividad de Trasplante, el Costo Total por Hectárea tiene el mismo valor que el Cálculo Final de Costo para el Ciclo Productivo Completo como tal en cuanto a realizar una comparación directa y clara, no mostrándose alguna complicación al respecto en el sentido de pretender exhibir diferencias radicales o exageradas. Naturalmente se habrá de buscar estar dentro de los parámetros normales de Tiempo Promedio o Normal garantizando una óptima operación y niveles de desempeño laboral aceptables. La preocupación más importante debería radicar en realizar la actividad de la mejor forma y de la manera más amigable posible (para reducir el estrés en la planta al nivel mínimo), por lo que en lugar de estar pensando sobre el rango óptimo de tiempo y costo se debiera hacer mayor énfasis en realizarlo bien, de buena manera y en la primera oportunidad todo el tiempo.

Dentro del apartado de Factores Clave a Considerar se integrará la totalidad de la información y se ha de validar todo el material y requerimientos estrictamente elementales necesarios para poder establecer los requerimientos específicos de Mano de Obra, Costo Proyectado e Insumos clave para el Trasplante. De igual forma habrá de ponerse en evidencia detalles a considerar y sobre todo hacer notar que algunas actividades (como el caso de Plántula, Injerto y Trasplante) están relacionadas directamente de manera proporcional (en función de tiempo y calendarización) sobre todo pensando evidentemente que están secuenciadas dentro del proceso y que de igual forma cada una requiere su tiempo, espacio y diversos elementos específicos.

Estadísticamente los análisis de varianza realizados entre los invernaderos no presentan diferencias significativas entre ellos ya que todos los tiempos documentados muestran cierta normalidad (Cuadro A11). Por su parte en los análisis para los trabajadores dentro de invernaderos presentan diferencias significativas en las Actividades 1, 2, 3 y 4; dentro de la Actividad 1 los Tratamientos 1, 2, 4 y 5, en la Actividad 2 los Tratamientos 1 y 4, para la Actividad 3 Tratamientos 1, 3 y 4, finalmente para la Actividad 4 los Tratamientos 1, 3 y 5 por lo que se puede inferir que todos los trabajadores fueron diferentes, es decir, existe diferencia significativa entre ellos y los tiempos pueden mejorarse considerablemente (Cuadro A11).

En la Actividad 1 (Definir y adecuar el marco de plantación) es importante considerar el diseño, desarrollo e implementación de un mecanismo que permita delimitar y ajustar el marco de plantación de una manera mucho más rápida, sencilla y eficiente. El mecanismo puede ser un implemento metálico con una unidad de anclaje en los extremos de los pasillos alcanzando a demarcar el largo de 10 camas de siembra simultáneamente (y que de manera normal se hace de una por una) lo que mejoraría la actividad pues entre menos personas pueden fijar la guía que servirá de referencia para delimitar las líneas de siembra otras pueden enfocarse en realizar las demás tareas o actividades necesarias para el trasplante.



En la Actividad 2 (Señalar marco de plantación) sucede que durante la cuantificación en campo el material del implemento con el que principalmente se realizaban físicamente los hoyos dentro de la cama de siembra (que fueron delimitados con anterioridad) y que fungía como utensilio y/o la herramienta utilizada para realizar la actividad presentó un fenómeno específico (Invernadero 1 Trabajador 2, Invernadero 4 Trabajador 1), ya que la punta del implemento generalmente un palo de madera, por la porosidad del mismo material se impregnaba suelo húmedo lo que en cierta manera dificultaba el procedimiento del marcado, por lo que muchas veces se tenía que señalar y/o impactar doblemente sobre el punto para delimitar el marco de plantación, pues algunas ocasiones se presentaba el fenómeno de no quedar bien señalado el orificio o espacio donde posteriormente se colocaría la planta en conjunto con el cepellón, por lo que era necesario estar retirando y eliminando el suelo adherido a la herramienta haciendo detener la actividad por completo algunos segundos. En el caso contrario (Invernadero 2, 3 y 5) los trabajadores se abocaron en diseñar o al menos contar con un implemento que tuviera un punta cónica preferentemente de metal (aunque también de madera) o un material más duro que reuniera a cabalidad las dimensiones del orificio aproximadas donde sería depositada la plántula posteriormente, estos trabajadores, además de terminar en un menor tiempo la actividad garantizaban las dimensiones y tolerancias del espacio del marco de plantación en conjunto con el ancho del cepellón de la plántula casi de manera ideal, por lo que dejaban mejor señalado el hoyo físicamente dentro de la cama de siembra haciendo que coincidan las dimensiones y que la planta se depositada correctamente de manera natural.

En la Actividad 3 (Colocar plántula) se observan factores limitantes y elementos muy concretos en cuanto a determinar el número de plantas que son depositadas en la cama de siembra en cada ocasión que se realiza la acción concreta de la actividad. De igual forma se ha visto durante la documentación de la actividad que el orden en el que se deposita la planta en el sentido de hacerlo sobre la misma hilera o alternando ambas al mismo tiempo (sólo estirando un poco más la espalda y los brazos) repercutiría en registrar un tiempo menor para terminar la actividad (Invernadero 1 Trabajador 1 e Invernadero 4 Trabajador 2) aunque el trabajo a realizar resulta ser un tanto más exigente físicamente por las posturas y que de manera casi segura solo pueden realizar esta variación personas jóvenes y con ciertas facultades físicas de la edad.

En esta misma Actividad 3 (Colocar plántula) se presenta otro fenómeno que hace alarde de mucha pericia y facultades extraordinarias de pulso, habilidad y destreza (Invernadero 5 Trabajador 2) pues manifiesta un puntería superior al arrojar desde la altura de la cintura la plántula acertando casi en su totalidad el número de plantas que son depositadas en la cavidad de la cama de siembra cada ocasión que se realiza la acción; esta técnica requiere un esfuerzo mínimo y evitando la exigente postura forzada de encorvar levemente la espalda y agacharse un poco, sin embargo se pueden romper algunas raíces u hojas al impactar el cepellón con el suelo.

En la Actividad 4 (Cubrir y sembrar plántula) los trabajadores que generalmente presentan un mayor tiempo al realizar la tarea sencillamente son los que cuentan con una edad más avanzada al resto o son del sexo femenino. Elementalmente es hasta cierto punto lógico por las capacidades y condiciones físicas, sin embargo para una explotación comercial debería de considerarse para esta actividad personas con mas vitalidad pues la tarea en específico exige estar la mayor parte del tiempo agachado en su totalidad, trastornando la espalda baja y haciendo que cada 10 o 15 plantas cubiertas se tenga que descansar forzosamente.

Los factores clave para la Actividad Agronómica de Trasplante se pueden puntualizar partiendo del hecho que esta actividad ha de realizarse por la mañana o lo más temprano posible en el día, ya que físicamente es una de las tareas que mas demanda física representa sobre todo por el desgaste de las posturas forzadas, posiciones y fatigas generadas. De igual manera habrá de programarse y estructurarse la cuadrilla de trabajo con tiempo, pues todo el proceso se lleva a cabo de manera simultánea teniendo una especial consideración en cuanto a la programación y surtimiento de los insumos necesarios para completar la actividad. Se parte de la disponibilidad oportuna de las charolas con plántula listas para ser trasplantadas y de los diversos artículos requeridos durante la realización de la misma como cinta métrica, estacas, martillo o cualquier dispositivo, mecanismo o elemento que sirva para delimitar y señalar correctamente el marco de plantación, así como la asignación de roles y tareas específicas previas.

Acto seguido se inicia el proceso de trasplante sacando o despegando la planta de la charola con la mano y tomando la planta para ser depositada en la cama de siembra, es importante maniobrar la planta con sumo cuidado y no aventarla bruscamente (pues podría desmoronarse el cepellón, perder su conformación o dañarse seriamente) por lo que de igual forma habrá que tener especial consideración en cuanto a que las dimensiones y tolerancias del espacio del marco de plantación y el ancho del cepellón de la plántula coincidan para que la planta sea depositada correctamente donde se habrá de establecer. Un punto también importante es que se debe introducir solamente el área radicular en el suelo, ejerciendo una leve presión con las manos y reuniendo tierra para cubrir totalmente el cepellón con una capa leve.

La naturaleza de la actividad significa periodos prolongados de trabajo con un rangos de inclinación de la espalda baja un tanto flexionada y encorvada lo que significa a la larga descansos prolongados junto con fatigas o dolencias musculares en la espalda baja por lo que se considera una buena estrategia rotar las actividades y roles a los trabajadores para no debilitar y extenuar de más a los trabajadores con una sola actividad a emprender, de igual forma se cambia el patrón de operación y se libera un poco la mente en cuanto a no repetir siempre las mismas actividades.

4.4 Análisis para Tutoréo.

Cuadro 27. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Tutoréo.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1	1,664	1,200	1,440	3.86%
2	784	544	656	10.75%
3.1	11,520	8,160	9,584	11.85%
3.2*(2)	19,200	9,600	14,912	18.98%
Σ Tutoréo	33,168seg (9h 13m)	19,504seg (5h 25m)	26,592seg (7h 23m)	

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por cama de siembra de 160 plantas tutorada, la variable independiente en esta práctica fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1. Poner hilo.

Actividad 2. Sujetar hilo y planta.

Actividad 3.1 Bajar planta primera vez (Actividad Especial)

Actividad 3.2 Bajar planta segunda vez (Actividad Especial)

Para el cálculo propuesto, el tiempo de la Actividad 3.2 se multiplica por un factor de 2 ya que se lleva a cabo un par de veces esta práctica agrícola durante el ciclo producción.

En el cuadro anterior se puede hacer notar que la Actividad 3 (Bajar Planta) en sus 2 diferentes variantes representa el nivel de variabilidad más alto en cuanto a la comparación directa con las otras actividades restantes que se documentan, es importante hacer la aclaración respecto a lo que se ha denominado con anterioridad como "Actividad Especial" pues como ya se detalló la característica principal de este tipo de actividades sugiere una connotación meramente particular ya que se asocia directamente con parámetros de altura, etapas fenológicas, medio físico y/o dimensiones específicas donde se desarrolla la planta por lo que habrá de realizarse un manejo agronómico especial e individualizado en tiempos específicos que marca el mismo crecimiento y desarrollo de la misma.

De igual manera estas actividades del rubro 3 del cuadro anterior, en cuanto a proporción o lapso de duración requieren y/o exigen la mayor parte del tiempo.

Existe un especial interés en cuanto a conocer las fuentes de variación o factores involucrados de variabilidad así como detectar el origen de las mismas y poder limitarlas o erradicarlas (en caso de ser posible) buscando sobre todo hacer mucho más productivo y eficiente el tiempo que se le invierte a estas tareas (y que no es poco) pues la proporción que se marca en el Cuadro 27 indica que alrededor del 90% del tiempo total de la práctica de manejo agronómico se canaliza a este par de actividades.

De entrada y como premisa exclusiva partamos de la enorme cantidad de tiempo requerido para esta actividad y la exigente condición de esfuerzo físico y concentración mental que la Actividad “Bajar Planta” implicaría de manera particular. En la práctica el total de los trabajadores entrevistados (alrededor de 20) hacen referencia y mencionan de manera muy tácita estos 2 componentes de manera general en su mayoría son elementos mencionados como “claves” o sumamente importantes a tomar en cuenta al momento de realizar dichas actividades pues requiere físicamente y mentalmente enfocarse en la actividad.

Desde luego que para concebir una explicación propia para esta actividad es necesario retomar los principios de la economía de movimientos que se han venido exponiendo, partiendo para este caso que no se habrá de tomar en cuenta las consideraciones típicas de diseño de estación de trabajo antes expuestas, pues de manera estricta habrá que adecuarse al medio físico que se presenta sin poder variar en lo absoluto o apoyarse en algún mecanismo auxiliar por la misma naturaleza del contexto y la fenología de la planta.

De igual forma se debe respetar el antecedente de que habrán de analizarse todos los movimientos de manos y cuerpo que se llevan a cabo durante el tiempo que se realiza la labor de “Bajar planta”, por lo que a consideración de la clasificación propuesta se debe examinar el rango de movimientos, la operación y la maniobra misma de manera que sea mínimo el trabajo que se deba realizar para lograr completar la actividad y sobre todo que sea viable realizar el trabajo satisfactoriamente sin sobreexplotar a los trabajadores.

El principio anterior de “Bajar planta” como ejemplo ya en la práctica se refiere a la clasificación particular de cada movimiento y tipo de esfuerzo o fatiga que significaría cada desplazamiento con el paso del tiempo, no olvidemos que esta actividad es la que exige mayor condición de esfuerzo físico y requerimiento mental (según la mayoría de los operarios entrevistados). Desde luego que para establecer una ilustración más gráfica de la situación se debe partir del nivel más bajo y elemental de la clasificación como ya se ha establecido con el movimiento de un dedo, pasando por el de la muñeca, el del codo, el movimiento que se inicia desde el hombro, la rotación parcial o total del tronco, mover/flexionar o levantar las piernas, llegando hasta integrar el movimiento de la totalidad del cuerpo, pasando hasta por niveles de jalar, empujar, mover o arrastra objetos soportando y cargando peso al mismo tiempo.

Analizando por otro lado el área de trabajo para la actividad de “Bajar planta”, se puede apreciar que el movimiento excede la clasificación de nivel 7 (movimiento del cuerpo entero) y el área máxima de trabajo por el tipo de movimiento requerido sobrepasa también un movimiento de nivel 9 (cargar y soportar peso en conjunto con el movimiento total del cuerpo) aunque hemos de mencionar que el peso es leve, todo esto significaría en términos prácticos y sencillos que cada trabajador requiere mucho mayor tiempo y energía para concretar los movimientos manuales y/o corporales requeridos en esta actividad.

La complicación radica principalmente en que no se tiene un buen diseño del área o estación de trabajo pues esto obedece a que es prácticamente imposible adecuar, diseñar o adaptar alguna herramienta o dispositivo que ayude cuando menos a intentar limitar los movimientos a un radio de alcance menor (en el mejor de los casos) pues como es claro observar la actividad se realiza manualmente al 100% comenzando en un punto prácticamente muy distante en referencia a donde termina (desplazándose casi 2 metros de separación) además que durante éste recorrido la planta se sostiene con una mano todo el tiempo caminando en promedio entre 2 y 3 pasos de manera lateral para encontrar su nueva posición y volver a realizar la unión entre la planta y el hilo para reiniciar el procedimiento nuevamente.

Definitivamente se requerirá considerablemente más energía y mucho mayor concentración para alcanzar a manipular cada planta realizando sistemáticamente y de manera frecuente el movimiento del cuerpo entero (como mínimo la escala se encuentra en un nivel 7) que dicho sea de paso incluiría un sobreesfuerzo ya de por sí importante y que para este caso en concreto el cuerpo mismo actúa como medio de soporte o maniobra resistiendo y cargando el peso de la planta (nivel 9 el más alto) aunque bien pudiéramos considerar que aunque el peso es mínimo y/o muy ligero a la larga produce fatiga y cansancio de manera natural.

Desde luego también habrá que tenerse especial consideración en acomodar de manera correcta el tallo de la planta a modo que no estorbe el tránsito de los pasillos y sobre todo que los racimos (la mayoría con frutos a punto de ser cosechados) no queden mal ubicados o en una posición inconveniente estorbando el paso y la circulación del día a día de los trabajadores, evitando con esto que los frutos puedan ser golpeados, mallugados o sencillamente caer al suelo haciendo inviable que puedan llegar al área de empaque.

En definitiva y a manera de recomendación se deberá tener mayor cuidado al momento de interactuar con la planta ya que la maniobra completa debe hacerse de manera muy sutil pero a su vez teniendo un agarre firme y estable, para impedir que la planta pueda llegar a resbalar, soltarse, caerse o doblarse en cuyo caso el tallo puede quebrarse generando una herida por donde pueden ingresar propágulos de patógenos (un inóculo para la presencia de plagas y enfermedades); también es muy importante evitar la caída de frutos ya que pudieran significar pérdidas y generar mermas importantes en la producción.

Finalmente retomando la metodología establecida y continuando con el proceso normal de integrar los cálculos para los diferentes tiempos del estudio (Total, Normal y Estándar) para este caso en particular ya es posible determinar el Cálculo Final para Tutorado (Cuadro 31), pues se cuenta con el parámetro completo de tiempo requerido a lo largo de todo el Ciclo de Producción.

El Ciclo Productivo está constituido por 270 días en total después del Trasplante, durante este periodo de tiempo se consideran y proyectan 2 ó 3 descuelgues/actividades relacionadas concretamente con la Actividad “Bajar Planta” en sus 2 variantes de tiempo; este plan se establece en función a cada cama de siembra Tutorada y se consideran a cabalidad las diferentes etapas fenológicas de la planta a las que son realizadas, tomando en consideración la etapa del Ciclo de Producción en el que se encuentra el cultivo, es decir, la primera, la segunda y la tercera vez (si es que es necesaria) que el ápice de la planta llega al alambre tutor (aproximadamente una altura de 2.20-2.40 m) o bien hasta el final del Ciclo Productivo donde se corta o elimina el punto de crecimiento y se limpia por completo el invernadero para reiniciar el próximo ciclo.

Cuadro 28. Cálculo de Tiempo Total para Tutoréo.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1. Poner Hilo al Alambre Tutor.	10	8.3	8.8	9.5	7.9	8.1	10.2	9.5	8.3	9.6	9.0
2. Sujetar Hilo Planta.	3.6	4.1	3.5	3.7	4.1	4.1	4.2	4.4	4.3	4.6	4.1
3.1 Bajar Planta Primera Vez.	63.4	59.5	60.0	59.2	58.5	61.3	54.9	60.8	62.1	59.6	59.9
3.2. Bajar Planta Segunda y Tercera Vez.	48.5	53.1	35.4	32.7	43.3	50.4	51.8	51.0	52.0	47.4	46.6*
Σ Tiempo Parcial de la(s) Actividad(es) 1, 2 y 3.1 3h 13m (11,680seg)											
Σ Tiempo Parcial de la(s) Actividad(es) 3.2 (2°y3°Vez) 4h 9m (14,912seg)											
Σ Tiempo Total de la Actividad 7h 22m (26,592seg)											

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por cama de siembra tutorada completa de 160 plantas considerando el ciclo de producción completo..

Para el cálculo del Tiempo Estimado Parcial de la Actividad "Bajar Planta Segunda y Tercera ocasión", el tiempo registrado/documentado se multiplica por un factor de conversión con valor de 2 ya que ésta actividad se lleva a cabo un par de veces durante el ciclo de producción.

El Cuadro 28 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Tutoréo. El cálculo de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral.

En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por cama de siembra tutorada completa, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad de manejo agronómico que incluye las 4 tareas específicas en base a cama de siembra tutorada terminada completa.

Cuadro 29. Calculo de Tiempo Normal para Tutoreo.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Poner Hilo al Alambre Tutor.	9.0	1.1	9.9
2. Sujetar Hilo Planta.	4.1	1.1	4.51
3.1 Bajar Planta Primera Vez.	59.9	1.3	77.87
3.2. Bajar Planta Segunda y Tercera Vez.	(46.6)(2)	1.3	121.16
Σ Tiempo Parcial de la(s) Actividad(es) 1, 2 y 3.1 4h 6m (14,764.8seg)			
Σ Tiempo Parcial de la(s) Actividad(es) 3.2 (2°y3° Vez) 5h 23m (19,385.6seg)			
Σ Tiempo Normal de la Actividad 9h 29m (34,150.4seg)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por cama de siembra tutorada completa de 160 plantas considerando el ciclo de producción completo.

El Cuadro 29 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Tutoreo (Cuadro 28), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con este cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 4 tareas específicas de la práctica agronómica.

Cuadro 30. Cálculo de Tiempo Estándar para Tutorío.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
9h 29m (34,150.4s)	<p style="text-align: center;">10%</p> <p style="text-align: center;">(Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 3%)</p>	10h 26m (37,565.4seg)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por cama de siembra trasplantada completa de 160 plantas considerando el ciclo de producción completo.

El Cuadro 30 reporta el Tiempo Estándar que fue calculado en base al Tiempo Normal Promedio que se previamente se calculó para la actividad de Tutorío (Cuadro 29), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador.

Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad, el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en los 3 casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica, lo que se clarifica en el siguiente cuadro de una mejor manera.

Cuadro 31. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Projectado de Mano de Obra para la Actividad de Tutorio.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Tutorio	Costo Total o Calculo Final de Costo para el Ciclo Completo
+Rápido 19,504s (5h 25m)	823h 30m	126.69	\$13,935.90
Promedio 26,592s (7h 22m)	1,122h 47m	172.73	\$19,000.30
-Rápido 33,168s (9h 13m)r	1,400h 26m	215.45	\$23,699.50
Tiempo Normal Calculado 34,150.4s (9h 29m)	1,441h 54m	221.83	\$24,401.30
Tiempo Estándar Calculado 37,565.4s (10h 26m)	1,586h 6m	244.01	\$26,841.10

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas tutorada, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo del tiempo se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Dentro del Cuadro 31 se establece un comparativo directo en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad arrojaría el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores arrojando un panorama bastante claro y descriptivo hacia el costeo marginal.

Finalmente con los datos que ya se han documentado y posterior al cálculo de los diferentes tiempos, se ha podido establecer implícitamente el Cálculo Final para la Actividad de Tutorio durante el Ciclo de Producción Completo (hecho de igual manera en base al cuadro anterior). Se muestra de forma clara que se han integrado bien las 2 tareas en promedio que involucran el hecho de “Bajar planta” en sus diferentes variantes de altura.

A partir de ahora no se debe perder de vista los rangos de tiempos y costos factibles reales para esta actividad pues en el sentido estricto los costos fijos, el costeo y/o presupuesto estimado de Mano de Obra para todo el ciclo debe rondar sobre el valor del Tiempo Promedio Documentado y el Tiempo Normal Calculado; así mismo se debe establecer como límite máximo no sobrepasar el Tiempo Estándar calculado que arroja el estudio (Cuadro 31).

Analizando más detenidamente la situación en particular y sacando algunas conclusiones previas al estudio de tiempos y movimientos es claro observar que existe un nivel bastante alto de desempeño laboral, pues la mayoría de los trabajadores que se sometieron al estudio del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandía (al menos la documentación que se hizo en campo para la actividad de Tutorío) refleja niveles de productividad muy adecuados hasta para aquellos trabajadores que registraron la mayor cantidad de tiempo en sus labores, en otras palabras, el nivel de desempeño laboral del trabajador menos eficiente (o en su defecto el operario que requiere la mayor cantidad de tiempo para completar la actividad) está todavía un 3% debajo del Tiempo Normal, lo que indica que aún para el caso de los trabajadores “no tan rápidos o menos eficientes” en esta actividad gradualmente se va mejorando y tiende en su gran mayoría a estar cerca del ideal de rendimiento y desempeño de los trabajadores según el estudio de tiempos y movimientos.

Lo sorprendente para este caso vendría a presentarse en el tiempo que se ha registrado para la gran mayoría por los diferentes trabajadores documentados, pues se manifiesta alrededor de un 22% por debajo de los niveles normales de eficiencia establecidos con el estudio, lo que hace suponer que los rangos permisibles de tiempo han sido mejorados ya que a lo largo de los años se han desarrollado ciertas aptitudes, habilidades y destrezas para reducir al máximo interrupciones, demoras o tiempos muertos de trabajo, motivo que exhibe y manifiesta el creciente dominio y crecimiento laboral en cuanto al evidente adelanto o progreso en referencia a algunas otras explotaciones agrícolas de este tipo y que seguramente pudieran arrojar resultados muy divergentes en cuanto a su manera de operar.

Algunos factores claves a considerar para Tutorio serían que ya establecida la planta, continúan las actividades de los trabajadores de manera más intensa con la realización de las labores culturales y/o prácticas agronómicas al cultivo, por lo que se habrá de tener una especial consideración en cuanto a integrar de buena manera las actividades y asociarlas directamente con la producción de la planta evitando romper el equilibrio de la misma.

Para este caso aunque no es la primera práctica de manejo que se realiza con el cultivo ya establecido (pues se acomoda en este orden para continuar con la lógica del trabajo), lo más elemental a mencionar sería que esta tarea reduce de manera significativa el espacio físico y las capacidades del trabajador. El espacio físico se menciona y se considera en el sentido de no empalmar actividades que puedan limitar el rango de movimientos o en su defecto interrumpir, estorbar u obstaculizar las tareas dentro del área de operación; desde luego es importante relacionar las aptitudes y/o destrezas que presente o haya desarrollado el trabajador a lo largo del tiempo, pensando sobre todo en la simple intención de evitar demoras, tiempos muertos y pausas que afecten directamente al proceso y la productividad.

Aterrizando en buena manera la situación particular para Tutorio habrá de considerarse que la tarea de Bajar o Descolgar la Planta por primera vez (Actividad 3.1) se debe realizar de manera más detallada y específica, ya que la planta es joven y tiene muchos más racimos cuajados por lo que probablemente es más pesada y habrá que soportar el peso en buena forma a como dé lugar ya que es más vegetativa y vigorosa por estar en etapas iniciales. Definitivamente previamente a realizar esta actividad y para que se pueda llevar a cabo de una mejor manera forzosamente se tiene que llevar a cabo el Deshoje y la limpieza del tallo en su totalidad, a su vez es importante tomar como referencia que es mucho más rápido y sencillo (relativamente) enfocarse solo en la tarea de bajar planta sin enredar la misma o Tutorarla, aunque idealmente no debiera ser o considerarse de esta manera pues posteriormente tendría que pasar nuevamente otra persona realizando el desbrote, tutorando o enredando la planta pudiendo llevarse a cabo al mismo tiempo.

En ocasiones cuando la situación de trabajo apremia y/o las labores culturales se complican por la disposición, requerimiento, habilidad o cualquier limitante de uso de la Mano de Obra que retrase el manejo adecuado de la planta, se opta por la táctica o mejor dicho se ha visto en la práctica que se adopta la estrategia de solo realizar la actividad de Bajar Planta específicamente, esto sin considerar enredar o tutorar la planta y obedeciendo a la idea de agilizar la situación atendiendo sobre todo la intención de no seguir limitando la producción principalmente por la altura y el alcance al que se encuentra la planta ya que las actividades de Deshoje y Tutorado no pueden llevarse a cabo a esa altura en la que se encuentra el punto de crecimiento (aproximadamente 2.20 m) generando más retrasos en el trabajo y la productividad de la planta haciendo que la producción se limite en buena medida.

De entrada esta decisión pudiera ayudar a agilizar el manejo o en cierta medida pudiera bien funcionar como una forma eficiente de normalizar la situación en cuanto a poder maniobrar la planta en un nivel accesible para una persona normal, sin embargo no siempre es lo más recomendable ya que asumiendo ésta estrategia se corre el riesgo que la planta pueda llegar a crecer muy rápido o por alguna u otra razón sucediera que el manejo pudiera descuidarse un par de días, empalmando aún más el trabajo con alguna otra labor cultural necesaria, lo que hace imposible que se puedan llevar a cabo al mismo tiempo ambas actividades cualesquiera que sean siendo sumamente importantes en cuanto a crecimiento y desarrollo.

Es bueno también mencionar que esta estrategia se lleva a cabo cuando la planta ha crecido demasiado vegetativamente o se ha descuidado el manejo de manera importante, por lo que no se habrá de tomar en consideración esta información para el estudio, pues de entrada significaría un par de días más de jornadas de trabajo (a comparación de los 8 segundos más en promedio que significa por planta si se hace al mismo tiempo que cuando se baja la planta) por lo que solo se menciona a razón de que se observó en algunos casos aunque formalmente no es importante tomar en cuenta ya que no se considera como una actividad que se realice de manera común.

Así mismo el tipo de crecimiento y la variedad de la semilla a establecer como cultivo juegan un papel muy importante y trascendental en esta práctica, pues la variedad Charleston por su crecimiento y desarrollo se baja o descuelga en promedio solamente 2 veces por ciclo, a su vez que la planta de tomate tipo Saladette puede llegar a bajarse hasta 4 veces en el ciclo por el mayor crecimiento vegetativo que representa. Finalmente lo que se ha podido validar en este trabajo es que se optimiza el tiempo de manera considerable si se conjunta la actividad de bajar o descolgar la planta y enredarla a su vez en una misma ocasión de igual forma que para las ocasiones posteriores donde se baja o descuelga la planta por segunda ocasión o más, significando que el tiempo es menor pues la planta comienza a hacerse mayor y menos eficiente ya que generalmente tiende a caer su producción con el paso del tiempo por lo que se debe procurar principalmente que los racimos de tomate formados queden descansando sobre los tallos para evitar el contacto directo con el suelo limitando contaminación y pudriciones del fruto.

Estadísticamente los análisis de varianza para los 5 invernaderos evaluados sólo muestran diferencia significativa entre ellos en cuanto a la Actividad 3.2 (que correspondería a “Bajar planta segunda vez o más), encontrando que en el Invernadero 2 se obtuvieron los menores tiempos comparados con los invernaderos 1, 3, 4 y 5 (Cuadro A12).

Por su parte en los análisis para los trabajadores dentro de invernadero se presentaron diferencias significativas en la Actividad 1, 3.1 y 3.2; dentro de la Actividad 1 los Tratamientos 1, 2, 4 y 5, en la Actividad 3.1 sólo el Tratamiento 4 y finalmente para la Actividad 3.2 los Tratamientos 1, 3 y 5 por lo se puede inferir que todos los trabajadores fueron diferentes, es decir, existe diferencia significativa entre los trabajadores dentro de cada invernadero evaluado.

En la Actividad 1 (Poner hilo) la inferencia estadística se asocia más a la organización de los hilos y el hecho de contabilizarlos de buena manera desde el momento de cortar y comenzar a anudar alrededor del alambre tutor. Se busca separar 7 grupos de 25 unidades para distribuir de manera equitativa cada grupo de hilos de polipropileno a lo largo de los 35 m de largo de la cama de siembra para cada lado, éstos hilos descansarán atados al alambre tutor y se recomienda para este caso apartar grupos de 25 ya que posteriormente se van acordonando de manera ordenada y distanciándose con una separación de 5 m para al final obtener grupos de 175 hilos aproximadamente para cada hilera de la cama de siembra y debidamente separados a lo largo de todo el alambre tutor. En este caso para hacer más eficiente el procedimiento se baja el alambre tutor a una altura aproximada de 1.20 m y se distribuyen los hilos por todo el largo del alambre de manera manual, ya que después cada uno de estos soportará de forma lineal la misma cantidad de plantas en total.

Para la Actividad 3.1 (Bajar planta primera vez) y 3.2 (Bajar planta segunda vez o más) debido a su enorme parecido se puede unificar el criterio para hacer la inferencia estadística de los análisis de varianza de trabajadores dentro de invernaderos y la explicación de manera general. Inicialmente se parte del análisis del área de trabajo, esto obedeciendo a que es prácticamente imposible adecuar, diseñar o adaptar alguna herramienta o dispositivo que ayude a limitar los movimientos a un radio de alcance menor, debido a que la actividad se realiza manualmente al 100% y desplazándose casi 3 m recorriendo con la planta detenida en una mano buscando encontrar una nueva posición de la planta y el hilo para reiniciar el procedimiento nuevamente con la planta siguiente.

De igual manera es bueno hacer mención que se presentan algunas interrupciones o demoras por dificultades evidentes al momento de realizar la compleja maniobra. La más común parece ser que en algunas de las ocasiones simplemente el hilo de polipropileno se rompa (quizá por la degradación del sol a la que ha estado expuesto) y en algunos otros casos se vence o se corre el nudo que sostiene la unión, haciendo de alguna manera que se suelte el hilo del alambre tutor que lo sujeta cayendo de manera inmediata abruptamente la planta.

Así mismo se presenta el fenómeno de que caiga el broche plástico al suelo por cualquier razón y que éste quede fuera de alcance del trabajador, resultando en el hecho de no contar (en tiempo y forma) con el mecanismo de sujeción y/o el conjunto completo que soporta la unión directa entre el alambre-hilo-broche-planta que tiene como finalidad brindar soporte a la planta; teniendo el trabajador que ingeniárselas e idear alguna acción concreta para agacharse y levantar el broche plástico (sosteniendo la planta al mismo tiempo con la otra mano) teniendo que parar la actividad por completo de igual manera que cuando el hilo se suelta. Cuando sucede esto se habrá de anudar el hilo nuevamente a la altura del alambre tutor (alrededor de 2.40 m) y la manera más práctica que se ha encontrado es poner el broche junto con el hilo arrojándolo manualmente por encima del alambre tutor para que haciendo uso del mismo peso del broche haga regresar el hilo del que se encuentra atado ajustando la posición del mismo nuevamente para continuar con la actividad.

Un factor importante a considerar en esta actividad implica la facilidad con la que fluye o se puede maniobrar el hilo al momento de liberar la planta, es decir, en este punto cuando se ha liberado el mecanismo del broche plástico, el hilo y la planta se debe sostener forzosamente la misma con una mano y de igual forma se debe ir avanzando, recorriendo o reacomodando el hilo junto con el tallo hacia su nueva ubicación por lo que la forma en que se realice se vuelve determinante ya que una de las manos debe estar libre para ubicar el hilo de polipropileno en la nueva ubicación algunos pasos laterales más hacia adelante o atrás según sea el caso

Otro punto importante a tomar en consideración es que habrá de tenerse especial atención en dejar bien acomodados y de manera correcta el largo tallo que ha desarrollado la planta, a modo de que no estorbe el tránsito de los pasillos de los trabajadores y sobre todo que los racimos (la mayoría con frutos) no queden mal ubicados rozando el suelo o en una posición inconveniente dentro de la línea de circulación del pasillo o estorbando el paso y la circulación de los operadores evitando con esto que puedan ser golpeados, mallugados o sencillamente que sean desprendidos de la planta y caigan al suelo inviable que puedan llegar al área de empaque.

Algunos trabajadores sobre todo los que cuentan con 2, 3 o más años de experiencia previa, realizan la actividad con mayor normalidad y fluidez, pues en algunos casos los operarios que tienen poca experiencia, si bien realizan la actividad con cierta destreza, el trabajador que ya cuenta con experiencia previa lo supera en un 30%, esto quiere decir que en teoría cada año que pasa se iría mejorando en la tasa de rendimiento versus al año anterior, por lo que será sumamente importante tener a los trabajadores con experiencia previa motivados y bien incentivados pues las tareas conforme pasa el tiempo tienden a hacerse mucho más sencillas y rutinarias para ellos, lo que se traduce en un nivel de productividad bastante bueno y que seguramente se replicará en todas las actividades y/o tareas específicas a realizar como prácticas de manejo agronómico para la producción de tomate cultivado en invernadero.

4.5 Análisis para Deshoje.

Cuadro 32. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Deshoje.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1.1	3,360	2,080	2,672	21.59%
1.2	2,400	1,120	1,808	22.42%
2	207	134	172	10.20%
3	163	109	131	13.21%
4	301	251	277	10.08%
Σ Deshoje Altura Baja	4,031seg (1h 7m)	2,574seg (42m 54s)	3,252seg (54m 12s)	
Σ Deshoje Altura Media	3,071seg (51m 11s)	1,614seg (26m 54s)	2,388seg (39m 48s)	

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por cama de siembra de 160 plantas deshojada, la variable independiente en esta práctica fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1.1 Cortar y retirar hojas de la planta altura baja (Actividad Especial)

Actividad 1.2 Cortar y retirar hojas de la planta altura media (Actividad Especial)

Actividad 2. Limpiar pasillos.

Actividad 3. Recolectar y recoger hojas.

Actividad 4. Sacar hojas del invernadero.

La Actividad “Cortar y retirar hojas de la planta” en sus respectivas variantes de altura refleja el nivel más alto de variabilidad para esta práctica agronómica tan importante, habrá de hacer una referencia muy clara y directa partiendo desde el punto de vista de ser considerada como una acción sistemática y frecuente que se repite semanalmente invariablemente de las demás actividades a implementar, ya que se realiza sin descanso a lo largo de todo el ciclo agrícola que dura alrededor de 8 a 9 meses en promedio. De igual manera es importante hacer la aclaración de manera puntual respecto a lo que se ha mencionado con anterioridad y denominado como “Actividad Especial” que en nuestro caso de estudio y de manera muy puntual se habrá de analizar de manera metódica y paulatina para explicar el ¿por qué? de los altos Coeficientes de Variación (CV) de las actividades y tareas específicas necesarias relacionadas con manejo el agronómico de esta práctica agrícola.

Esta afirmación de “Especial” alude un vínculo meramente particular que entrelaza la labor agronómica y la manera directa estrechamente ligada con parámetros biológicos y físicos de la morfología de planta en pleno desarrollo; de igual manera también éstas actividades se ven afectadas o en su mayoría son influenciadas por el medio físico en conjunto y el área de trabajo específica donde crece y se desarrolla la planta, teniendo implicaciones de efectuar un manejo agronómico integral muy detallado y concreto para satisfacer los requerimientos particulares.

Otro de los factores o puntos importantes a considerar para entender de una mejor manera y más clara las diferencias del Coeficiente de Variación entre trabajadores de la Actividad 1.1 (Cortar y Retirar Hojas Altura Baja) y la Actividad 1.2 (Cortar y Retirar Hojas Altura Media) radica en el hecho de analizar algunos factores relevantes que envuelven a los deshojes iniciales del ciclo. Para el caso particular del primer deshoje éste resulta ser el más cansado, entretenido y demandante físicamente por la simple razón de ir abriendo camino entre el espeso y tupido follaje, representando visiblemente una mayor cantidad de material vegetal a eliminar lo que significa una mayor exigencia dentro de la actividad física que se realiza vislumbrando riesgos posturales más altos derivados de los movimientos repetitivos y de la adopción de posturas forzadas, pasando por algunos ángulos de trabajo complejos que se trazan en conjunto por los diferentes miembros del cuerpo que se involucran en las diversas tareas a realizar.

Para terminar de explicar este elemento de variabilidad se percibe y se aprecia claramente que algunas de las hojas (emergidas con anterioridad en la planta) guardan una posición donde se tornan o son catalogadas en términos de manejo agronómico como “improductivas” por lo que elementalmente dejan de ser requeridas y debieran ser eliminadas encausando con ello un óptimo crecimiento y regulando el desarrollo de la planta a formas más productivas y eficientes facilitando considerablemente las labores culturales próximas a realizar las cuales generalmente se encuentran en el punto más bajo de la planta y que forzosamente se habría o tendría que alcanzar para eliminar.

La clarificación de este elemento a detalle se relaciona en buena medida directamente con descartar órganos improductivos e inútiles que entorpezcan el buen desarrollo de la planta, trastornando en muchas ocasiones el equilibrio entre el proceso de fructificación y desarrollo vegetativo. Con los primeros deshojes se busca encontrar gradualmente los límites justos para una buena conformación de la planta, limitando de manera progresiva el número de hojas a fin de conseguir una mayor precocidad y calidad en los frutos que se están produciendo. De manera general se favorece la aireación e iluminación en el interior de la planta permitiendo el correcto equilibrio entre follaje, fecundación y el desarrollo de frutos de manera adecuada, desde luego siempre condicionado por la fisiología de la planta y las circunstancias propias de la región por lo que se vuelve tan necesaria la actividad agronómica de Deshoje como tal en la producción de tomate cultivado en invernadero.

Cuadro 33. Cálculo de Tiempo Total para Deshoje ambas Alturas.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1.1	17	18	18.4	15.7	16.9	16.4	15	17	17.1	15	16.7
1.2	11.8	9	11.5	11.7	11.3	10.8	10.5	11.1	12.5	12.4	11.3
2.	182.2	187	182.4	166.5	162.4	154.2	171.7	170.2	175.5	169.5	172.2
3.	125.3	135.3	143.1	127.9	129.6	129.5	126	132.1	132.8	129.7	131.1
4.	277.3	265.2	266.3	271.9	269.7	283.3	275.2	287.7	280.2	291.3	276.8
ΣTiempo Total de la Actividad Altura Baja 54m 12s (3,252.10seg)											
ΣTiempo Total de la Actividad Altura Media 39m 48s (2,388.10seg)											

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por planta deshojada en Actividad(es) 1.1 y 1.2.

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por cama de siembra deshojada completa de 160 plantas en Actividad(es) 2, 3 y 4.

El Cuadro 33 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Deshoje. El cálculo de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es de planta deshojada para la actividad 1.1 y 1.2, por su parte para las actividades restantes 2, 3 y 4 se establece por cama de siembra deshojada, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad completa de manejo agronómico en una cama.

En lo que respecta al estudio de tiempos y movimientos que se ha venido desarrollando a lo largo del presente trabajo, habrá de partirse del supuesto en que la Actividad 1.1 y 1.2 son consideradas como “Actividad Especial” (por las diferencias que ya se explicaron asociadas con la etapa fenológica del cultivo y el manejo agronómico indicado para ésta). Para proseguir con los cálculos habría que unificar el criterio de tiempo hacia la misma unidad de medición o cuantificación (cama de siembra). La diferencia en cuanto a la unidad en la que se documentaron las practicas agronómicas 1.1 y 1.2 radica en la misma naturaleza que cada una de las actividades conlleva por separado, es decir, los factores inherentes asociados a ¿cómo? se realiza ésta y sobre todo reconocer la labor subsecuente inmediata específica a “Cortar y retirar hojas de la planta” pues lógicamente el material vegetal caería al suelo de manera natural (terminando así la cuantificación individual). En contraparte para las actividades 2, 3 y 4, ésta la unidad de medición ya no puede integrarse por planta y repetición, de ahí que todo tenga que ajustarse y expresarse en función de cama de siembra, sabiendo de antemano que en campo los datos se documentaron y consolidaron de diferente manera.

Cuadro 34. Calculo de Tiempo Normal para Deshoje ambas Alturas.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1.1 Cortar y Retirar Hojas (Altura Baja).	2,672	1.3	3,473.60
1.2 Cortar y Retirar Hojas (Altura Media).	1,808	1.1	1,988.80
2. Limpiar Pasillos.	172.2	1.2	206.64
3. Recolectar y Recoger Hojas.	131.1	1.2	157.32
4. Sacar Hojas.	276.8	1.1	304.48
Σ Tiempo Normal de la Actividad Altura Baja 1h 9m (4,142.04s)			
Σ Tiempo Normal de la Actividad Altura Media 44m 17s (2,657.24s)			

Tiempo Normal Estimado en segundos y expresado por cama de siembra deshojada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1.1, 1.2, 2, 3 y 4.

El Cuadro 34 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Deshoje (Cuadro 33), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con este cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado.

En esta ocasión la unidad de medición es cama de siembra deshojada completa y refleja el tiempo promedio total que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas de la práctica agronómica.

Cuadro 35. Cálculo de Tiempo Estándar para Deshoje Altura Baja.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
1h 9m (4,142.04s)	13% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 6%)	1h 18m (4,680.50s)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por cama de siembra deshojada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1.1, 2, 3 y 4.

Cuadro 36. Cálculo de Tiempo Estándar para Deshoje Altura Media.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
44m 17s (2,657.24s)	10% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 3%)	48m 43s (2,922.70s)

Tiempo Estándar Estimado en segundos y expresado por cama de siembra deshojada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1.2, 2, 3 y 4.

El Cuadro 35 y 36 reportan el Tiempo Estándar que fue calculado en base al Tiempo Normal Promedio que previamente se calculó para la actividad de Deshoje (Cuadro 34), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador. Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad, el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en todos los casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica.

Esto que previamente se viene comentando, se clarifica de una mejor manera en los siguientes cuadros ya que este comparativo se establece en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad arrojando el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo, establecido en base a los diferentes tipos de trabajadores y considerando ambas alturas respectivas.

Cuadro 37. Comparativo de Tiempos Empleados y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje Altura Baja.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias Deshoje Altura Baja	Costo Total de Deshoje Altura Baja por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (4 Deshojes)
+Rápido 2,574s (42m 54s) Promedio	108h 41m	16.72	\$1,839.20	\$7,356.80
3,252s (54m 12s) -Rápido	137h 19m	21.12	\$2,323.20	\$9,292.80
4,031s (1h 7m) Tiempo Normal Calculado	170h 12m	26.18	\$2,879.80	\$11,519.20
4,142s (1h 9m)	174h 53m	26.90	\$2,959.00	\$11,836.00
Tiempo Estándar Calculado	197h 39m	30.40	\$3,344.00	\$13,376.00
4,680.5s (1h 18m)				

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas deshojada completa en altura baja, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

En el Cuadro 37 se puede observar el Cálculo Final de Costo para el Deshoje solamente para Altura Baja, esto quiere decir que para cada uno de los factores que envuelven y limitan la actividad de Deshoje en cuanto a altura baja se puede atribuir que la variación se asocia principalmente a las diferencias relacionadas con las etapas iniciales del desarrollo y crecimiento de la planta.

Así mismo la variación en cuanto a la Actividad de Deshoje Altura Baja principalmente se explica por las diferentes posturas y posiciones que el trabajador adopta durante la realización de la misma, pues es claro y muy evidente entender el fenómeno observando las etapas iniciales del desarrollo y crecimiento de la planta pues el nivel de alcance de las hojas va tornándose de menos a más accesible en cuanto a la posición corporal que se debe asumir para realizar la actividad concreta de poda en los inicios del Ciclo Productivo.

Conforme pasa el tiempo y va creciendo la planta la actividad se va “facilitando” gradualmente ya que las hojas a eliminar se encuentran dentro de un rango normal de alcance de mayor accesibilidad significando cada vez menos esfuerzo físico que se presenta hasta después de los 4 o 5 primeros deshojes del ciclo de manera general.

Cuadro 38. Comparativo de Tiempos Empleados Promedio y Costo Proyectoado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje Altura Media.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias Deshoje Altura Media	Costo Total de Deshoje Altura Media por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (21 Deshojes)
+Rápido 1,614s (26m 54s)	68h 9m	10.48	\$1,152.80	\$24,208.80
Promedio 2,388s (39m 48s)	100h 50m	15.51	\$1,706.10	\$35,828.10
-Rápido 3,071s (51m 11s)r	129h 40m	19.94	\$2,193.40	\$46,061.40
Tiempo Normal Calculado 2,657.2s (44m 17s)	112h 12m	17.26	\$1,898.60	\$39,870.60
Tiempo Estándar Calculado 2,922.7s (48m 43s)	123h 24m	18.98	\$2,087.80	\$43,843.80

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas deshojada completa en altura media, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Para entender un poco mejor la situación del Cuadro 38 se puede observar primeramente que el Cálculo Final de Costo para el Deshoje Altura Media se presenta en base a solamente 21 deshojes, lo que para el caso específico de Deshoje dentro de este fenómeno de altura implicaría realizar la actividad como mínimo 21 semanas consecutivas en promedio y hasta que se despunta la planta.

Este tipo de deshoje se lleva a cabo desde que el Deshoje Altura Baja culmina (los primeros 4 o 5 deshojes iniciales) hasta que la ubicación de las hojas senescentes de planta se encuentran mediadamente mucho más accesibles a comparación de tener que adoptar posturas forzadas agachándose y pasando la mayor parte del tiempo con las piernas flexionadas como sucede al principio del ciclo.

En conclusión de los 25 deshojes promedio que se realizan a lo largo del Ciclo Productivo Completo cuatro como mínimo se contabilizan dentro de Altura Baja y los restantes 21 caerían en Altura Media. En definitiva, ya con el procesamiento de la información y el comparativo propuesto de Horas Hombre Requeridas, Jornadas de Trabajo Necesarias y los Costos proyectados se puede entender a cabalidad y dilucidar la verdadera importancia del peso específico tan trascendental de realizar de buena manera y con plena concentración todas las tareas necesarias dentro del manejo agronómico.

Como ejemplo y buscando esclarecer la integración del Cálculo Final o Costeo Total del Ciclo Completo, se expone el siguiente procedimiento de cálculo basado en el Tiempo Total de la Actividad (Cuadro 33) y que se ha de tomar como referencia directa para explicar, comprender y entender de una mejor forma la situación particular para deshoje y sus diferentes alturas pues cada implicación de manera separada derivará en arrojar información diferente en cuanto a la proporción de cada una de las actividades a realizar para cada caso.

Retomando el Tiempo Total Estimado de las diferentes Actividades para Deshoje (Cuadro 33) se tiene que:

Actividad 1.1 Cortar y Retirar Hojas de la Planta en Altura Baja.

T.E.A. 1.1 = 16.7seg por planta deshojada Altura Baja.

T.E.A. = Tiempo Promedio Estimado de la Actividad.

Actividad 1.2 Cortar y Retirar Hojas de la Planta en Altura Media.

T.E.A. 1.2 = 11.3seg por planta deshojada Altura Media.

Actividad 2. Limpiar pasillos del Invernadero.

T.E.A. 2 = 172.2seg por limpieza de pasillo de 1 cama de siembra completa.

Actividad 3. Recolectar y Recoger Hojas del Invernadero.

T.E.A. 3 = 131.1seg por recolectar y recoger hojas de 1 cama de siembra completa.

Actividad 4. Sacar Hojas del Invernadero

T.E.A. 4 = 276.8seg por sacar hojas de 1 cama de siembra completa.

Habrá que ajustar las unidades de medici3n de las Actividades 1.1 y 1.2 a cama de siembra, tomando como base las 160 plantas establecidas en promedio por cama recordando que por el tipo de actividad la unidad de medici3n para estas actividades solo puede hacerse unitariamente, lo que significará forzosamente tener que unificar toda la informaci3n a la misma unidad de medici3n, haci3ndolo de la siguiente manera:

T.E.A. 1.1 = 16.7seg por planta deshojada Altura Baja.

T.E.A. = Tiempo Estimado de la Actividad por Planta.

T.T.A.1.1 = (16.7seg)(160plantas en 1 cama de siembra) = 2,672seg

T.T.A. = Tiempo Total de la Actividad por Cama de Siembra.

T.E.A. 1.2 = 11.3seg por planta deshojada Altura Media.

T.A.1.2 = (11.3seg)(160plantas en 1 cama de siembra) = 1,808seg

Ya ajustados los datos recabados de manera individual, se parte de las mismas unidades para todas las Actividades y se establece por default la unidad de medición propuesta en un principio (cama de siembra de 160 plantas) por lo que posteriormente ya es posible se realizar los cálculos faltantes para las todas las tareas de Deshoje.

A continuación se enlista el procedimiento completo para el Cálculo de Horas Hombre Requeridas por Hectárea en base al Tiempo Total para Deshoje ambas Alturas (Cuadro 33) aunque a diferencia de éste, en este punto del análisis la información ya está convertida a la misma unidad de medición:

$$\text{T.P.A.1.1} = (2,672\text{seg por cama})(152 \text{ camas por ha}) = 406,144\text{seg.}$$

$$\text{Horas Hombre Requeridas por Hectárea Actividad 1.1} = 112\text{h } 49\text{m.}$$

T.P.A. = Tiempo Parcial de la Actividad por Cama de Siembra para 1ha.

$$\text{T.P.A.1.2} = (1,808\text{seg por cama})(152 \text{ camas por ha}) = 274,816\text{seg.}$$

$$\text{Horas Hombre Requeridas por Hectárea Actividad 1.2} = 76\text{h } 20\text{m.}$$

$$\text{T.P.A.2.} = (172.2\text{seg por cama})(152 \text{ camas por ha}) = 26,174\text{seg.}$$

$$\text{Horas Hombre Requeridas por Hectárea Actividad 2} = 7\text{h } 17\text{m.}$$

$$\text{T.P.A.3.} = (131.1\text{seg por cama})(152 \text{ camas por ha}) = 19,927\text{seg.}$$

$$\text{Horas Hombre Requeridas por Hectárea Actividad 3} = 5\text{h } 32\text{m.}$$

$$\text{T.P.A.4.} = (276.8\text{seg por cama})(152 \text{ camas por ha}) = 42,074\text{seg.}$$

$$\text{Horas Hombre Requeridas por Hectárea Actividad 4} = 11\text{h } 41\text{m.}$$

De esta manera se comienza a integrar el Cálculo Final para la Actividad de Deshoje, considerando el Tiempo Parcial de cada Actividad por separado (en base a las Horas Hombre Requeridas por Actividad) y estableciendo el parámetro de Tiempo de Deshoje para 1 hectárea completa, es decir, 160 plantas en 152 camas de siembra implicando alrededor de 25,000 deshojes en total.

Posteriormente habrán de calcularse las Jornadas de Trabajo Necesarias por tipo de Deshoje (Altura Baja y Media) en base a la misma unidad de referencia, pues el análisis y cálculo sería de la misma manera que el ejemplo anterior, aunque considerando las 6.5 horas de trabajo efectivo que se han propuesto para delimitar de una mejor manera el tiempo del estudio y quedando como se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo Total} = \text{T.P.A. 1.1} + \text{T.P.A. 1.2} + \text{T.P.A. 2} + \text{T.P.A. 3} + \text{T.P.A. 4.}$$

$$\text{T.P.A.} = \sum \text{Tiempo Parcial de la(s) Actividad(es) 1.1, 1.2, 2,3 y 4 para 1ha.}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo Total} &= 406,144 + 274,816 + 26,174 + 19,927 + 42,074 = 769,135\text{seg.} \\ &= 12,819\text{min.} \\ &= 213\text{h } 39\text{m.} \end{aligned}$$

Sin embargo este estimado no es totalmente descriptivo ni tan representativo ya que estaría sesgado en cuanto a no guardar la proporción real de duración de las actividades, siendo mucho más preciso si se realiza la acción de segmentar y descomponer el Tiempo Total para Deshoje en Altura Baja y Altura Media respectivamente ya que de esta manera se ordenarían y se considerarían solo las actividades precisas de Deshoje estrictamente necesarios para cada tipo de altura.

El cálculo inicial sería primeramente así:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo Total Altura Baja} &= \text{T.P.A. 1.1} + \text{T.P.A. 2} + \text{T.P.A. 3} + \text{T.P.A. 4.} \\ &= 406,144 + 26,174 + 19,927 + 42,074 = 494,319\text{s.} \end{aligned}$$

$$\text{T.P.A.} = \text{Tiempo Parcial de la Actividad por Cama de Siembra para 1ha.}$$

Resultando 494,319 segundos por Deshoje en Altura Baja, representando un periodo de Horas Hombre aproximado de 137 horas y 19 minutos por 1 hectárea trabajada en Deshoje en Altura Baja.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo Total Altura Media} &= \text{T.P.A. 1.2} + \text{T.P.A. 2} + \text{T.P.A. 3} + \text{T.P.A. 4.} \\ &= 274,816 + 26,174 + 19,927 + 42,074 = 362,991\text{s.} \end{aligned}$$

De la misma manera 362,991 segundos por Deshoje en Altura Media simbolizando un estimado de Horas Hombre Requeridas de 100 horas con alrededor 50 minutos por 1 hectárea trabajada en Altura Media.

En este sentido es aquí donde realmente se ha llegado al punto medular de la investigación logrando reconocer la magnitud de exaltar la verdadera importancia de los efectos de la variabilidad al momento de llevar a cabo las diferentes tareas asignadas para Deshoje, sobre todo habría que ser muy minucioso y metódico en cuanto a no afectar de manera directa el costeo y los diferentes cálculos, ya que las proporciones y el número de deshojes no se pueden establecer equitativamente de manera directa ya que en esta actividad la limitante de altura tiene una importancia definitivamente muy valiosa y respetable. Dicho de otra manera, aunque en esencia se puede observar que son actividades muy parecidas a primera vista, el contexto particular que las envuelve las hace realmente enormemente diferentes por el tiempo requerido, el esfuerzo y todo lo que las envuelve lo que limita en buena medida el poder integrar de buena manera el tiempo de manera lineal y directa pues las implicaciones para cada una son muy complejas considerando tiempo y forma sencillamente como factor de diferenciación.

Para ejemplificar la situación de una mejor manera tomemos los 3 últimos datos que hemos calculado previamente:

$$\text{Tiempo Total} = 769,135\text{seg} = 12,819\text{min} = 213\text{h } 39\text{min.}$$

$$\text{Tiempo Total Altura Baja} = 494,319\text{seg} = 8,239\text{min} = 137\text{h } 19\text{min.}$$

$$\text{Tiempo Total Altura Media} = 362,991\text{seg} = 6,050\text{min} = 100\text{h } 50\text{min.}$$

De entrada se puede validar que en términos de Horas Hombre Requeridas para una hectárea la proporción de tiempo ya no se guarda, y peor aún la suma por separado de Altura Baja y Media hace que se sobrepase por mucho el Tiempo Total, por lo que habría de desecharse este dato ya que no es un buen referente de cálculo y obligando a separar los tipos de Deshojes rigurosamente para integrar la estimación correctamente y que no sea un cálculo mal realizado, razón más que suficiente para costear incorrectamente la actividad y caer en un gravísimo error financiero.

Tomando en consideración lo antes expuesto y continuando con el comparativo se han de tomar por separado el Tiempo Total de Altura Baja y Media para consolidar por último el Costo Total de un Deshoje completo (25 en total) para una hectárea y el Cálculo Final del Ciclo Completo considerando las 2 alturas implícitamente.

Cada tipo de Deshoje se consolida posteriormente considerando 25 deshojes semanales en total necesarios durante el Ciclo de Producción Completo (4 en Altura Baja y 21 en Altura Media). Éstos se efectúan de manera progresiva del día 75 al 270 aproximadamente (expresados siempre en términos de Días Después del Trasplante o alrededor de cuando se presenta el sexto o séptimo racimo floral), resultando finalmente un cálculo mucho más real a la situación, por lo que la forma de integrarlo se muestra a continuación claramente:

Tiempo Promedio Total en Altura Baja por una Hectárea = 494,319seg.
= 8,239min.
= 137h 19m.

Horas Hombre Requeridas por una Hectárea Deshoje Altura Baja = 137h 19m.

Jornadas de Trabajo Necesarios por Deshoje Altura Baja = 21.12hrs.

Costo Total de 1 Deshoje para una Hectárea = \$2,323.20.

(Costo Total de 1 Deshoje para una Hectárea)(4 Deshojes) = (\$2,323.2)(4)

Cálculo Final del Ciclo Completo = \$9,292.80.

Así mismo:

Tiempo Promedio Total en Altura Media por 1 Hectárea = 362,991 seg.
= 6,049.84min.
= 100h 50m.

Horas Hombre Requeridas por 1 Hectárea Deshoje Altura Media = 100h 50m.

Jornadas de Trabajo Necesarios por Deshoje Altura Baja = 15.51hrs.

Costo Total de 1 Deshoje para 1 Hectárea = \$1,706.10.

(Costo Total de 1 Deshoje para 1 Hectárea)(21 Deshojes) = (\$1,706.10)(21)

Cálculo Final del Ciclo Completo = \$35,828.10.

Finalmente ya integrados y bien consolidados todos los antecedentes para el procesamiento de datos de manera concreta (Calculo Final o Costeo Total para la Actividad de Deshoje considerando ambas alturas del Ciclo Completo) solo restaría emprender el comparativo directo y establecer conclusiones.

Cuadro 39. Desglose de Tiempo Invertido y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje en Altura Baja.

	Tiempo Promedio para Trabajador por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Proporción de Tiempo Invertido del Total Asignado	Costo Total por Actividad Desglosado por Hectárea (1 Deshoje)
Actividad 1.1	2,672s	112h 49m (406,144s)	82.2%	\$1909.54
Actividad 2	172.2s	7h 17m (26,174.4s)	5.3%	\$123.17
Actividad 3	131.1s	5h 32m (19,927.2s)	4.0%	\$92.96
Actividad 4	276.8s	11h 41m (42,073.6s)	8.5%	\$197.53
Tiempo Total Requerido	3,252s	137h 19m (494,139s)	100%	\$2,323.20

Los tiempos que se presentan en trabajador son el promedio del tiempo documentado en campo para Altura Baja y se integra como Tiempo Total de la Actividad de Deshoje por Cama de Siembra deshojada completa contabilizando 160 plantas.

La jornada de trabajo para el costeo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y se considera un sueldo de \$110 que se paga por 8 horas trabajadas.

Actividad 1.1 Cortar y retirar hojas de la planta altura baja (“Actividad Especial”)

Actividad 2. Limpiar pasillos.

Actividad 3. Recolectar y recoger hojas.

Actividad 4. Sacar hojas del invernadero.

Así bien pues tenemos que el Costo Total por Actividad Desglosado en Altura Baja por una Hectárea representa \$2,323.71 de los cuales el 82.2% se justifica por la realización de la Actividad 1.1 (Cortar y retirar hojas de la planta altura baja) con una inversión de \$1909.54 (Cuadro 39). De igual manera esta misma Actividad presenta uno de los CV más grandes para todas las tareas que aquí se detallan con un valor de 21.59% dejando de manifiesto que habrá de poner mayor énfasis dentro de la actividad (Cuadro 32).

Cuadro 40. Desglose de Tiempo Invertido y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje en Altura Media.

	Tiempo Promedio para Trabajador por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Proporción de Tiempo Invertido del Total Asignado	Costo Total por Actividad Desglosado por Hectárea (1 Deshoje)
Actividad 1.2	1,808s	76h 20m (274,816s)	75.7%	\$1,291.54
Actividad 2	172.2s	7h 17m (26,174.4s)	7.2%	\$122.83
Actividad 3	131.1s	5h 32m (19,927.2s)	5.5%	\$93.83
Actividad 4	276.8	11h 41m (42,073.6s)	11.6%	\$197.90
Tiempo Total Requerido	2,388.1s	100h 50m (362,991s)	100%	\$1,706.10

Los tiempos que se presentan en trabajador son el promedio del tiempo documentado en campo para Altura Baja y se integra como Tiempo Total de la Actividad de Deshoje por Cama de Siembra deshojada completa contabilizando 160 plantas.

La jornada de trabajo para el costeo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y se considera un sueldo de \$110 que se paga por 8 horas trabajadas.

Actividad 1.2 Cortar y retirar hojas de la planta altura media ("Actividad Especial")

Actividad 2. Limpiar pasillos.

Actividad 3. Recolectar y recoger hojas.

Actividad 4. Sacar hojas del invernadero.

El Cuadro 40 sirve a la intención de profundizar el análisis y llegar a un nivel de detalle mucho más concreto dentro de cada uno de los diferentes tipos de Deshojes, sobre todo es de mucha utilidad a la misión de indagar y prorratear los componentes del Costo Total a base de ir desglosándolos poco a poco, pues si se analiza y se examina el Deshoje en Altura Media generalmente realizado durante 21 semanas a lo largo del ciclo de producción se resalta la importancia de realizar bien y a la primera la actividad para que el total del tiempo invertido fructifique en algo tangible y que no se tenga que repetir la tarea concluyendo el ciclo productivo en su totalidad de buena manera.

De la misma manera que para el caso anterior, la Actividad 1.2 (Cortar y Retirar Hojas de la Planta Altura Media) mantiene la misma tendencia de uso que se marca en cuanto a la Proporción de Tiempo Invertido del Total Asignado, pues obedece y se comporta casi de la misma manera constituyendo un 75.7% del mismo y simbolizando \$1,291.54 del importe del Costo Total por Actividad que originalmente estaría presupuestado en \$1,706.10 (Cuadro 40) con un valor en su CV de 22.42% (Cuadro 32).

En conclusión este comparativo desglosado por hectárea cobra una relevancia particular, ya que proporcionalmente entre los costos existe una diferencia muy clara en cuanto a la cadencia, simetría y frecuencia de los 2 tipos de deshojes, pues se alcanza a distinguir una proporción directa que representaría un 26.5% más rápido (en función de tiempo) para el Deshoje que se realiza en Media Altura comparado con el que se realiza a un nivel de Altura Baja, sin embargo se presenta la contraparte con el número de ocasiones que se realiza cada uno de los Deshojes en Altura Media poniendo en evidencia una muy clara y marcada periodicidad contraria al Deshoje en Altura Baja, ya que se lleva a cabo en muchas más ocasiones el de Altura Media, que es mucho menos cansado, entretenido y físicamente demandante que los primeros Deshojes que se realizan en Altura Baja significando posturas comprometidas y forzadas.

Finalmente y retomando el dato del Calculo Final o Costeo Final para la Actividad de Deshoje del Ciclo Completo (que se ha considerado en base al Tiempo Total Promedio Documentado con anterioridad en el Cuadro 33), se parte del supuesto que el marco de plantación recomendado en tomate se ha respetado a cabalidad, teniendo como referente la densidad de siembra previamente establecida de 25,000 plantas por hectárea, lo que significa en la práctica un total de 152 camas de siembra deshojadas y distribuidas en doble hilera con 160 plantas cada una a las que se les realizan 4 Deshojes en Altura Baja y 21 en Altura Media (Cuadro 41).

Cuadro 41. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Deshoje Integrado Altura Baja y Media.

Trabajador(a) Promedio por Cama (Integrado Ambas Alturas)	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Deshoje Integrado	Costo Total de Deshoje Integrado por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (25 Deshojes)
+Rápido (1,768s)	74h 38m	11.48	\$1,263.28	\$31,582.00
Promedio (2,527s)	106h 42m	16.41	\$1,805.10	\$45,127.50
-Rápido (3,225s)	136h 10m	20.94	\$2,303.40	\$57,585.00
Tiempo Normal (2,895s)	122h 14m	18.80	\$2,068.00	\$51,700.00
Tiempo Estándar (3,204s)	135h 17m	20.81	\$2,289.10	\$57,227.50

El tiempo que se presenta para trabajador es la suma del Tiempo Parcial Integrado para la Actividad y se calcula previamente por separado, el dato se integra sumando los diferentes tiempos de las tareas a realizar considerando el tipo de deshoje realizado (con sus diferentes alturas) y registrando el tiempo mínimo necesario para deshojar 1 cama de siembra de 160 plantas completa.

La cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

El número de deshojes para el ciclo de producción completo considera ambos tipos, 4 en Altura Baja y 21 en Altura Media dando un total de 25 para el ciclo de producción completo.

En el Cuadro 41 se contrastan las diferencias de manera muy clara en cuanto al costo real que verdaderamente representa cada tipo de trabajador, sobre todo vendría a manifestarse una diferenciación muy gráfica entre lo que eventualmente significaría los costos para este tipo de actividad condicionado por el desempeño laboral. Para efectos de este trabajo el rango o mejor dicho el intervalo de tiempo idealmente tendría que centrarse siempre en el Trabajador Promedio teniendo como límite máximo superior el Tiempo Estándar Calculado.

Esta variabilidad en cuanto al tiempo requerido y el costo prospectado, también se pudiera explicar analizando más detenidamente la Actividad 3 (Recolectar y Recoger Hojas) pues ésta actividad presenta un Coeficiente de Variación (CV) con valor de 10.20% (que también se pudiera considerar alto). En buena medida se percibe de entrada que ésta diferencia en cuanto a ¿cómo? aglomerar y apilar las hojas por parte de los trabajadores, se asocia intrínsecamente de manera muy particular a las formas concretas vistas en el día a día de realizar la acción de ir acumulando y acopiando directamente el material vegetal que se va desechado, pues como se presenta a continuación en algunos casos se hace de manera más práctica simplemente sacando mayor provecho a los mecanismos de apoyo utilizados y/o al tipo de dispositivos que se pudieran llegar a improvisar e ingeniar por parte de los operarios en la búsqueda de reducir la carga de trabajo y sobre todo aprovechar al máximo las herramientas auxiliares que bien se puedan integrar.

Desde luego que éste principio e innovación (aunque de manera muy empírica al proceso) más que nada lo que busca es ahorrar tiempo, fatigarse menos y que el esfuerzo o trabajo requerido sea mucho menos principalmente, en la mayoría de las ocasiones hace una inferencia directa entre trabajo y esfuerzo estampando claramente el hecho de retomar y sobre todo aterrizar los principios de la economía de movimientos haciendo más eficaz el trabajo y apoyándose realmente “en lo que sea que esté a su alcance” con tal de facilitar las tareas, que dicho de otra manera significa simplemente cansarse menos, rendir más y optimizar el tiempo de buena manera.

A partir de ahora no se debe perder de vista los rangos de tiempos calculados (Total, Normal y Estándar) así como los costos factibles asociados para esta actividad pues en el sentido estricto los costos fijos, el costeo y/o el presupuesto estimado de Mano de Obra Directa durante todo el ciclo para Deshoje ya se conoce, por lo que hay que apegarse en todo momento al él y no sobrepasarlo ya que en la medida de las posibilidades se habrá de respetar como límite o no excederse de él por gran magnitud.

Sacando algunas conclusiones previas al estudio y analizando la situación mas detenidamente, es claro evidenciar que existe un nivel de satisfacción bastante alto por los resultados obtenidos de la documentación en campo, ya que de entrada la mayoría de los trabajadores que se sometieron al estudio del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia (al menos para la actividad de Deshoje que aquí se expuso) se encuentran sobre niveles de productividad y desempeño laboral muy adecuados replicando el mismo fenómeno que también se presentó en Tutorío por lo que dentro de éstas 2 prácticas de manejo agronómico los niveles de desempeño laboral son bastante aceptables.

Lo realmente interesante en este sentido vendría a presentarse en referencia al Tiempo Normal y los Trabajadores más eficientes, llamando poderosamente la atención que el tiempo que se ha registrado para la gran mayoría por los diferentes trabajadores documentados manifiesta que solo el 13% del total arroja valores por debajo de los niveles normales de eficiencia establecidos en el estudio, lo que hace suponer que los rangos permisibles de tiempo han sido mejorados considerablemente a lo largo de los años y que con el paso del tiempo se han desarrollado ciertas aptitudes, habilidades y destrezas para reducir al máximo interrupciones, demoras o tiempos muertos de trabajo motivo que hace evidente el adelanto y la diferencia tan marcada en cuanto a realmente tener una Mano de Obra Altamente Calificada y de Calidad pues el 87% de los trabajadores evaluados se encuentra en un nivel excelente de operación.

Finalmente habría que matizar de buena manera que la eficiencia laboral para la actividad de Deshoje por parte de los trabajadores, tiende en su gran mayoría a estar cerca de ser lo ideal o a estar dentro de los límites de la excelencia implementándose en la práctica de buena manera y limitando al máximo la ineficiencia en la operación

Obviamente habría que tomarse también en consideración algunos otros factores elementales como el origen del personal, el nivel de conocimiento y/o el grado de habilidad o experiencia que los potenciales trabajadores pudieran llegar a presentar, todo esto en vías de desarrollar lo que pudiera delimitar o acelerar aún más una buena parte el progreso y la asimilación de los conocimientos durante la curva de aprendizaje y/o el periodo de adaptación del personal al sistema de producción.

Sólo por mencionar lo que anteriormente se ha comentado respecto a la poca información publicada en este tema, existen algunos casos documentados en los que se ha llegado a requerir de hasta 14 personas para realizar en su totalidad cada una las diferentes actividades requeridas para una hectárea de tomate bajo condiciones de invernadero en el primer año (De Armero et al.,2010) esto desde luego aumenta considerablemente los costos, más sin embargo habrá de considerarse de esta manera y asumir el sacrificio monetario en voz de realizar todas las labores y tareas de manera correcta dentro del invernadero los primeros años de operación, lo que bien pudiera significar encontrarle un sentido de uso práctico en la realidad al Tiempo Estándar calculado para Deshoje y en general para todas las prácticas de manejo dentro de los primeros años, pues en éste componente del estudio de tiempos y movimientos el Estándar integra como bien sabemos un concepto llamado el Factor de Suplementos que a su vez al interior considera una Tolerancia Total que viene a reflejar en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras, fallas, errores y un sinfín de necesidades básicas para el trabajador. Gradualmente es importante observar que conforme avanza el tiempo se comienza a demostrar un progreso significativo en los procesos, las tareas comienzan a hacerse más habituales y se desarrollan habilidades o se descubren aptitudes que implicarían ir reduciendo gradualmente el número de trabajadores hasta llegar a estabilizarse en un número definido para cada tipo de explotación, aunque es sumamente importante mencionar que es un proceso que conlleva cuando menos un par de años e involucra muchos factores a considerar como el tipo de tecnología, el entorno social, condiciones climáticas entre muchos otros más.

Ampliando mas el tema en cuanto a la creciente intención de encontrarle un uso práctico al Tiempo Estándar en este estudio, la propuesta de tiempo que resume y sintetiza esta realidad laboral en cuanto a los primeros años de involucrarse en este tipo de explotaciones agrícolas intensivas, pudiera significar el simple hecho de tomar como un Parámetro Factible el rango de Tiempo que se ha calculado como Estándar; la razón principal es que éste intervalo de tiempo intrínsecamente considera un Factor de Suplementos que englobaría los retrasos y fallas más comunes en el sistema, logrando tipificar con este factor una situación particular para cada explotación agrícola al inicio de sus operaciones, llegando hasta el detalle de lograr instaurar sus propias tendencias de manera oportuna que en buena medida se ven limitadas por el contexto específico en el que se opera y que puntualmente debieran considerarse en un principio garantizando que gradualmente se corrijan conforme el paso del tiempo y la experiencia de los trabajadores, para luego tratar de ingresar al intervalo de tiempo que se marca como Tiempo Normal dentro del estudio y lograr establecerse ahí de buena manera o superarlo (como pasa en Tutorio y Deshoje en este caso en particular).

Lo que sí es muy claro de poder determinar al menos para el primer año de operación es que el Costeo Total del Ciclo Completo (considerando los 25 Deshojes ya integrados) en una explotación que apenas comienza de condiciones muy parecidas a la que estudiamos aquí, no debe sobrepasar por mucho el rango del Tiempo Estándar por Trabajador, sin embargo, se deben analizar también otras externalidades como la rotación del personal (un factor muy trascendente y elemental), capacitación adecuada en tiempo y forma, conocimiento y desarrollo de aptitudes en el trabajo, implementación de rondas de supervisión continua y detallada que se acompañe con registros de bitácoras en campo para poder establecer así comparativos directos de años previos y poder medir realmente el nivel de avance o progreso de los trabajadores.

Tomando como referencia estas mismas Actividades de Deshoje (1.1 y 1.2) que son las que se realizan el mayor número de veces a lo largo del ciclo agrícola y que en realidad son las de más incidencia en cuanto a los requerimientos de Mano de Obra Directa, es importante tomar en consideración que aunque se reducen a ser de lo más sencillo y cotidiano en su mayoría también habría que tomar nota de algunos puntos importantes para optimizar el tiempo y esfuerzo del trabajador junto con las herramientas mínimas necesarias que pudieran ser de provecho.

Esto se traduce a que la tarea de “Limpiar pasillos” (Actividad 2) así como “Recolectar y recoger las hojas del invernadero” (Actividad 3) ambas sumamente ligadas a las Actividades 1.1 y 1.2 (Cortar y retirar hojas de la planta en ambas alturas), se pudieran reducir en tiempo de duración integrando todo el proceso, es decir, si reuniéramos las Actividades 1.1 y 1.2 con 2 y 3 en casos separados por ejemplo tendríamos en la práctica que el tiempo para la Actividad 2 y 3 pudiera reducirse y casi limitarse al mínimo con el solo hecho de improvisar o idear algún tipo de mecanismo y/o herramienta auxiliar específica que ayude al trabajador o limite de buena manera el tiempo para la realización de las mismas.

Siguiendo y para finalizar esta práctica agronómica de manejo tan compleja de examinar, estadísticamente los análisis de varianza realizados entre los invernaderos evaluados no presentan diferencias significativas entre ellos (Cuadro A13).

Por su parte en los análisis para los trabajadores dentro de invernadero se presentaron diferencias significativas en la Actividad 1.1, 1.2, 2 y 3; dentro de la Actividad 1.1 el Tratamiento 2, en la Actividad 1.2 el Tratamiento 1, para la Actividad 2 Tratamientos 2 y 5, finalmente para la Actividad 4 el Tratamiento 2 solamente, por lo que se puede inferir que todos los trabajadores fueron diferentes (Cuadro A13).

En la Actividad 1.1 (Cortar y retirar hojas de la planta altura baja) la inferencia estadística recae mayormente en la edad del trabajador y sobre todo en las facultades físicas que éste posee, ya que la postura forzada que se asume de las piernas flexionadas y la espalda encorvada hace que la gente considerada como adulta o menos atlética tienda a descansar un 40 o hasta 50% más en comparación con los trabajadores jóvenes o aquellos que fisiológicamente tienen capacidades de estar agachados sin complicaciones.

En la Actividad 1.2 (Cortar y retirar hojas de la planta altura media) la inferencia estadística se asocia principalmente a la experiencia y práctica con que el trabajador cuenta, es decir, la diferencia significativa entre trabajadores dentro de cada invernadero evaluado se observa de manera clara que los trabajadores más rápidos son los que tienen mayor tiempo trabajando en este tipo de sistema.

Contextualizando por separado cada uno de los factores que envuelven la actividad de Deshoje, se puede atribuir la variación principalmente a las diferentes posturas y posiciones que se adoptan durante la realización de la misma. Este fenómeno esencialmente se hace mucho más evidente y claro de poder entender observando las etapas iniciales del desarrollo y crecimiento de la planta ya que el nivel de alcance o proximidad de las hojas (para realizar la maniobra) va tornándose de menos a más accesible en cuanto a la posición corporal que se debe asumir para realizar la actividad concreta de poda en los inicios del Ciclo Productivo; visto desde otra perspectiva, el simple hecho de retirar las hojas que ya no son “tan productivas” (en términos de manejo agronómico) se va facilitando gradualmente pues las hojas se encuentran dentro de un rango normal de alcance o de mayor accesibilidad significando cada vez menos esfuerzo físico si comparamos el hecho de inclinar el cuerpo y encorvar la espalda, tener las piernas flexionadas la mayor parte del tiempo, trabajar soportando el peso del cuerpo con las rodillas y piernas, asumiendo posturas un tanto comprometidas que se experimentan dentro de los primeros 4 o 5 deshojes del ciclo de manera general.

Retomando pues los principios antes expuestos en definitiva al momento de realizar los primeros deshojes y exclusivamente el primer deshoje (el más cansado, entretenido y demandante físicamente) la planta ya cuenta con cierta morfología de conformación determinada, donde pudiera llegar a romperse el equilibrio entre fructificación y desarrollo vegetativo por lo que es estrictamente necesario realizar el deshoje en las hojas que se encuentran cercanas al suelo y por debajo del primer racimo floral, continuando hasta el segundo, tercero o cuarto según sea el caso. Todos estos movimientos sistemáticos y frecuentes englobados para la Actividad 1.1 (Cortar y Retirar Hojas Altura Baja) a la larga significarían mucha más fatiga, molestias y dolencias por las diversas posiciones forzadas de la espalda, cadera, cuello, brazos y las articulaciones de las piernas flexionadas (que se experimenta la mayor parte del tiempo en esta actividad) comparado con la sencilla y relativa facilidad de estar de pie e ir paulatinamente asumiendo una posición más cómoda y apacible conforme la planta va llegando a un nivel mayor para maniobrarla plácidamente cuando se trata de la Actividad 1.2 (Cortar y Retirar Hojas Altura Media) pues a ese nivel de altura es más que innegable y sencillo poder realizar la actividad.

Para las Actividades 2 y 3 (Limpiar pasillos junto con Recolectar y recoger hojas respectivamente) se presenta un caso que bien pudiera tomarse como modelo a seguir. Lo que sucede dentro de Invernadero No. 17 donde la propietaria Basilisa Vázquez Castilleja en conjunto de su cuadrilla de trabajo han ideado una forma práctica y económica el sintetizar ambas actividades como tal, logrando simplificar la tarea de limpiar pasillos del invernadero (Actividad 2) así como la de recolectar y recoger las hojas (Actividad 3) simplificando en solamente 1 ¿cómo? Aquí la respuesta en imágenes:



Aquí el mismo principio, aunque utilizando una carretilla:



Esta manera de operar bien pudiera ser digna de un análisis mucho más profundo y descriptivo, pues engloba en buena parte un toque muy positivo de iniciativa en el trabajo, ingenio para la resolución de problemas y sobre todo aterriza el concepto de optimización de recursos en todos los sentidos. Quizá el caso anterior parte mucho más del aspecto económico ya que el utensilio o mecanismo (si así lo pudiéramos llamar) se constituye del mismo plástico que recubre el invernadero y que seguramente está en desuso quedando como sobrante del material que se utiliza comúnmente para reparar alguna ruptura o rasgadura del invernadero y no tienen ningún uso posterior en el primer caso.

Finalmente implementando estas actividades el trabajador se esfuerza menos, rinde más y el trabajo se realiza de manera mucho más eficiente es bueno mencionar que el Tratamiento de la Actividad 2 (Invernadero 2 Trabajador 2) y en la Actividad 3 (Invernadero 3 Trabajador 2) mismas que sustentan la explicación anterior, reportan el tiempo más bajo para la realización de ambas tareas. Probablemente no sea del todo válido establecer una comparación directa en este caso de manera tan empírica y no tan estructurada, pero lo que sí es claro de poder analizar es que el tiempo realizando para esta misma actividad y considerando estas mismas variantes de operar que se mencionan, proyecta una mejoría en tiempo requerido en promedio un 14% menos de tiempo (en relación con los demás trabajadores) y llegando hasta generar un 21% de más eficiencia en el proceso comparado con el trabajador más lento al realizarlo de la manera tradicional, significando ahorros sustanciales y que aún es posible desarrollar algunas ideas para hacer más eficiente los procesos generando una economía de movimientos y ahorros al interior.

4.6 Análisis para Desbrote.

Cuadro 42. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Desbrote.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1.1	1,440s	800s	1,152s	16.94%
1.2	3,040s	1,760s	2,336s	22.08%
1.3	3,200s	2,080s	2,544s	14.02%

Los tiempos presentados se expresan en segundos y son por cama de siembra de 160 plantas desbrotada completa, la variable independiente en esta práctica fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes y con 8 repeticiones para cada uno.

Actividad 1.1 Cortar y retirar brotes de la planta altura media (“Actividad Especial”)

Actividad 1.2 Cortar y retirar brotes de la planta altura máxima (“Actividad Especial”)

Actividad 1.3 Cortar y retirar brotes de la planta con Tutoreo (“Actividad Especial Conjuntas”)

Las tres Actividades que se incluyen dentro de este apartado que considera todas las tareas asociadas a la labor Desbrote se han denominado por su naturaleza inherente como “Actividad Especial” ya que se asocian directamente con parámetros de altura, etapas fenológicas, medio físico y/o dimensiones específicas donde se desarrolla y crece la planta; por lo que de igual manera (como todas las anteriores) habrá de realizarse un manejo agronómico especial e individualizado muy concreto en los tiempos específicos que marca el crecimiento y desarrollo de la misma.

Analizando los resultados presentados en el Cuadro 42, se tiene que para Desbrote la Actividad 1.2 (Cortar y retirar brotes de la planta altura máxima) expone la variabilidad más alta en este listado, lo cual resulta interesante en el sentido de explicar dicha variabilidad explorando todos los elementos y factores que influyen y se ven relacionados para llevar a cabo la tarea específica con éxito. De igual manera es importante hacer mención que aunque pudiera resultar de entrada la actividad más sencilla y/o natural en su concepción, es bueno aclarar y recordar que ésta actividad es la que mayor número de veces se realiza pues se considera durante un periodo de tiempo mucho más largo respecto a todas las demás por mucho, ya que se inicia desde que la planta mide 40cm. de largo llegando hasta prácticamente el final del ciclo donde se despunta la planta prácticamente hasta los 270 días.

En ese mismo sentido hemos de recordar que el lapso, frecuencia o requerimiento propio de la tarea como tal de Desbrote en sus diferentes variantes, oscila entre los 3 y 4 días de manera sistemática e ininterrumpida por lo que se torna sumamente importante y trascendental en términos de productividad realizar todas las tareas en tiempo y forma para no perder el equilibrio entre follaje, fecundación y el desarrollo de frutos de manera adecuada y armónica (aproximadamente entre 55 y 60 veces se ha de realizar la tarea específica a lo largo de la duración total del Ciclo Productivo).

Para el caso particular donde se denomina Altura Máxima dentro de la Actividad de Desbrote, se hace referencia obviamente a un rango de elevación fuera del alcance de una persona normal, por lo que las maniobras o el manejo agronómico asociado a esta tarea significarían estar trabajando sobre niveles cercanos a los 2.20-2.40m de altura en referencia al suelo. En esencia éste sería el primer factor o el origen principal de variabilidad encontrado por lo cual habría que partir desde este punto medular y proseguir con el análisis de las otras fuentes de variación o los factores asociados a esta variabilidad.

Desde luego el origen del Coeficiente de Variación parece ser bastante claro de explicar, ya que las herramientas auxiliares o de apoyo que se requieren y/o se utilizan regularmente en esta tarea (sobre todo a un rango de elevación fuera del alcance normal) están profundamente asociadas con la naturaleza de esta actividad y sobre todo en la incipiente búsqueda de minimizar los encumbrados rangos de altura máxima.

En la práctica éste objeto o mecanismo (cualquiera que se decida utilizar) se convierte en el elemento central que respalda, sustenta o brinda soporte a la actividad de igual manera se convierte en un elemento crucial ya que manifiesta en la práctica el hecho de ¿cómo? se ha de llegar a la altura deseada para poder realizar la maniobra, tomando en consideración que todo esto se torna una decisión muy particular pero que al final de cuentas se tiene que sopesar de alguna u otra manera para no afectar la productividad ni poner en riesgo la integridad del trabajador.

Es bueno evidenciar que para esta actividad en concreto y de manera particular se presenta un fenómeno muy singular relacionado con el hecho de llevar a cabo de manera paralela actividades enfocadas al buen manejo agronómico de manera conjunta y sistematizada. Por un lado en primer orden se realiza el desbrote de la planta de tomate de manera normal y posteriormente a éste se prosigue inmediatamente con el Tutorio de la misma realizando la acción concreta de enredar la planta al hilo de polipropileno (que está sujeto al alambre tutor, parte importante del sistema de sujeción de la planta) con la intención de liar la planta o guiarla hacia arriba con la finalidad de mantenerla erguida y que siga su patrón de crecimiento natural al mismo tiempo.

Implícitamente, por la naturaleza y necesidad de ambas tareas la actividad de Desbrote significaría matizar actividades de tutorar la planta al interior de la misma, considerándose como algo común y normal dentro de la cuantificación de tiempo de la actividad ambas actividades conjuntas razón que no debe generar ninguna confusión al respecto ya que se complementan de buena forma.

Cuadro 43. Cálculo de Tiempo Total para Desbrote ambas Alturas y Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1.1 Desbrote Altura Media.	5.2	7.7	6.0	6.4	8.3	7.1	7.9	7.7	8.5	7.5	7.2
1.2 Desbrote Altura Máxima.	12.5	13.9	14.5	16.2	13.9	13.7	16.8	14.8	13.5	15.6	14.6
1.3 Desbrote y Tutorio.	14.8	18.0	17.6	13.8	16.7	14.2	14.9	17.3	16.7	15.2	15.9
ΣTiempo Total de la Actividad Altura Media 19m 12s (1,152s)											
ΣTiempo Total de la Actividad Altura Máxima 38m 56s (2,336s)											
ΣTiempo Total de la Actividad Desbrote y Tutorio 42m 24s (2,544s)											

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por planta desbrotada en Actividad(es) 1.1, 1.2 y 1.3.

El Tiempo Total de la Actividad Altura Media y Máxima se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1.1 y 1.2.

El Tiempo Total de la Actividad Desbrote y Tutorio se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas en Actividad 1.3.

El Cuadro 43 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Desbrote en ambas Alturas y las Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorío. El cálculo de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por cama de siembra desbrotada completa o desbrotada y tutorada completa, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad de manejo agronómico que incluye tareas específicas ya mencionadas.

Cuadro 44. Cálculo de Tiempo Normal para Desbrote ambas Alturas y Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorío.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1.1 Desbrote Altura Media.	1,152	1.1	1,268
1.2 Desbrote Altura Máxima.	2,336	1.1	2,570
1.3 Desbrote y Tutorío.	2,544	1.1	2,799
ΣTiempo Normal de la Actividad Altura Media 21m 8s (1,268s)			
ΣTiempo Normal de la Actividad Altura Máxima 42m 50s (2,570s)			
ΣTiempo Normal de la Actividad Desbrote y Tutorío 46m 39s (2,799s)			

El Tiempo Normal de la Actividad Altura Media y Máxima se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1.1 y 1.2.

El Tiempo Normal de la Actividad Desbrote y Tutorío se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas en Actividad 1.3.

El Cuadro 44 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Desbrote (Cuadro 43), para este caso se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con este cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas a implementar de la práctica agronómica.

Cuadro 45. Cálculo de Tiempo Estándar para Desbrote Altura Media.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
21m 8s (1,268s)	9% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 2%)	23m 2s (1,383s)

El Tiempo Estándar de la Actividad Altura Media se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas.

Cuadro 46. Cálculo de Tiempo Estándar para Desbrote Altura Máxima.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
42m 50s (2,570s)	14% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 7%)	48m 52s (2,930s)

El Tiempo Estándar de la Actividad Altura Máxima se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas.

Cuadro 47. Cálculo de Tiempo Estándar para Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutoreo.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
46m 39s (2,799s)	11% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 4%)	51m 47s (3,107s)

El Tiempo Estándar de la Actividad Desbrote y Tutoreo se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas.

Los Cuadros 45, 46 y 47 reportan los Tiempos Estándar que fueron calculados en base al Tiempo Normal Promedio que se previamente se calculó para la actividad de Desbrote (Cuadro 43), en este caso se integra el Factor de Suplementos y/o de Tolerancia Total que refleja en porcentaje el tiempo requerido para interrupciones, demoras y necesidades básicas del trabajador para las diferentes variantes de Desbrote.

Con éste último cálculo el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad en especial, el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre Tiempo Total vs Tiempo Normal vs Tiempo Estándar que en los 3 casos refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica, lo que se clarifica en el siguiente cuadro de una mejor manera.

Cuadro 48. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Desbrote Altura Media.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias Desbrote Altura Media	Costo Total de Desbrote Altura Media por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (38 Desbrotos)
+Rápido 800s (13m 20s) Promedio	33h 47m	5.19	\$571.50	\$21,717.00
1,152s (54m 12s) -Rápido	48h 39m	7.48	\$823.13	\$31,278.94
1,440s (24m) Tiempo Normal Calculado	60h 48m	9.35	\$1,028.50	\$39,083.00
1,268s (21m 8s) Tiempo Estándar Calculado	53h 32m	8.23	\$905.30	\$34,401.40
1,383s (23m 2s)	58h 24m	8.98	\$987.80	\$37,536.40

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas desbrotada completa en altura media, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Cuadro 49. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la Actividad de Desbrote Altura Máxima.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias Desbrote Altura Máxima	Costo Total de Desbrote Altura Máxima por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (12 Desbrotos)
+Rápido 1,760s (29m 20s) Promedio	74h 19m	11.43	\$1,257.30	\$15,087.60
2,336s (38m 56s) -Rápido	98h 38m	15.17	\$1,668.70	\$20,024.40
3,040s (50m 40s) Tiempo Normal	128h 21m	19.74	\$2,171.40	\$26,056.80
Calculado 2,570s (42m 50s)	108h 31m	16.69	\$1,835.90	\$22,030.80
Tiempo Estándar Calculado 2,930s (48m 50s)	123h 43m	19.03	\$2,093.30	\$25,119.60

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas desbrotada completa en altura máxima, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Ambos comparativos (Cuadro 48 y 49) se establecen en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad nos arrojaría el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores y se explican posteriormente.

Como comentario adicional y retomando una vez más la información reportada en los Cuadros 45, 46 y 47 es fácil encontrar que la naturalidad y sencillez para las 3 diferentes Actividades se hace muy evidente en cuanto a explorar y analizar cada situación por separado de manera particular, aunado a esto el cálculo de los diferentes tiempos que se han determinado y el Factor de Calificación para las diferentes tareas indica que los valores para la actividad se mantienen en un nivel bastante bajo. Esto quiere decir que el nivel de detalle de la actividad fluye con naturaleza o la complicación de la misma es nula requiriendo un bajo esfuerzo físico y/o mental al realizarla. Así mismo la habilidad del operador no tiene gran significancia para esta Actividad en particular, ya que si es novato, experto o tiene alguna aptitud especial o sobresaliente no es de gran consideración por la brevedad y la poca duración de la actividad como tal que lo hace muy poco representativo.

Lo que si pudiera tornarse como un factor o factores a considerar en buena medida serían la consistencia y el ritmo de trabajo con que se opera durante el Desbrote, así mismo la voluntad, el carácter o el simple hecho de ver que tan bien se lleva a cabo la actividad a lo largo de la jornada de trabajo, bien pudiera significar en gran medida el éxito de la tarea asociando el concepto de producir bien y a la primera.

Para la práctica de Desbrote en Altura Media (Cuadro 48) aunque ésta pudiera significar en esencia la actividad que mayor número de veces se efectúa durante el ciclo (visto desde la perspectiva de lo particular) también es cierto que en función del tiempo y cantidad de Horas Hombre Requeridas por Hectárea tiende a estar sobre valores relativamente muy bajos, por lo que se puede establecer que se guarda una relación inversamente proporcional al Calculo Final de Costo para el Ciclo Completo, en otras palabras aunque se tenga que realizar de manera periódica la actividad en repetidas ocasiones durante un periodo de tiempo considerablemente largo, no significaría al final financieramente un gasto excesivo o desorbitado pues en este sentido no se requieren tantas Jornadas Laborales (aún en los peores casos de los trabajadores menos eficientes) para completar la tarea de manera específica y particular.

Para el caso de la práctica agronómica de Desbrote Altura Máxima (Cuadro 49) la situación parece también clara de dilucidar, pues el mecanismo auxiliar empleado en particular para esta actividad (escalera pequeña en este caso) limita sobremanera el rango de movimiento del trabajador y el alcance del mismo cuando se está haciendo uso de ella, por lo que hay que ascender y descender invariablemente cada vez que se llega al punto donde se vuelve inviable seguir maniobrando el material vegetal. En este sentido el dispositivo, aparato, herramienta o cualquier utensilio que sea el que sustente y/o respalde la actividad juega un papel fundamental pues se convierte en el nexo real del hombre y la planta en cuanto a poner a disposición y alcance la misma para maniobrarla y Desbrotarla de buena manera.

Cuadro 50. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Projectado de Mano de Obra para las Actividades Conjuntas de Desbrote y Tutorio.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias Desbrote y Tutorio	Costo Total de Desbrote y Tutorio por Hectárea	Cálculo Final de Costo para el Ciclo Completo (6 Desbrotos)
+Rápido 2,080s (34m 40s)	87h 50m	13.51	\$1,486.10	\$8,916.60
Promedio 2,544s (42m 24s)	107h 25m	16.52	\$1,817.20	\$10,903.20
-Rápido 3,200s (53m 20s)	135h 7m	20.78	\$2,285.80	\$13,714.80
Tiempo Normal Calculado 2,799s (46m 39s)	118h 11m	18.18	\$1,999.80	\$11,998.80
Tiempo Estándar Calculado 3,107s (51m 47s)	131h 11m	20.18	\$2,219.80	\$13,318.80

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas desbrotada y tutorada completa, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo de Horas Hombre se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Para estas “Actividades Especiales” Conjuntas que se exponen y se analizan es evidente poder observar que bien pueden ser consideradas sin ningún problema como actividades o tareas complementarias, pues de manera elemental una antecede a la otra y viceversa. Lo realmente importante de llevarlas a cabo de manera conjunta obedece a que la planta se encuentra en un lapso o periodo de tiempo en el cual se han empalmado y/o traslapado ambas actividades de manera natural, ya que las actividades que involucran “Bajar Planta” se empalman con 2 o 3 deshojes, razón por la cual se habrán de realizar de buena manera ambas actividades al mismo tiempo en algún momento considerando los Desbrotos y Tutoreos que pudieran ser necesarios.

En algunos casos el mal manejo de la planta, la presencia de algunas plagas/enfermedades en conjunto con fumigaciones periódicas programadas o simplemente la mala planeación y/o proyección inadecuada de la Mano de Obra bien pudieran generar una creciente necesidad de manejo agronómico de emergencia o en su defecto una marcada eventualidad en cuanto al crecimiento y desarrollo de la planta un tanto desproporcionado.

En estos casos se recomienda realizar de manera inmediata las 2 actividades antes expuestas de manera conjunta, razón que obedece a la necesidad de mantener la planta en equilibrio y armonía respecto a su manejo agronómico, sin embargo habrá que comulgar con la idea de llevar un manejo al día, sin retrasos y sobre todo priorizar actividades por nivel de importancia en cuanto a la productividad de la planta, ya que en el caso de que se presente el peor de los escenarios posibles (descuido total del buen manejo agrícola) habrán de considerarse no solo las Actividades Conjuntas que aquí se exponen si no algunas otras estrategias especiales como alguna contratación eventual de trabajadores, jornadas de trabajo mayores y/o en su defecto horas extras limitando al extremo los intervalos de descanso por la misma necesidad de retomar el manejo agronómico correcto tratando que la planta siempre se encuentre en el ideal de equilibrio para no afectar la productividad.

Estadísticamente los análisis de varianza realizados entre los invernaderos evaluados para Desbrote no presentan diferencias significativas entre ellos ya que todos los tiempos documentados muestran cierta tendencia de normalidad al momento de la operación (Cuadro A14).

Por su parte en los análisis estadísticos para los trabajadores dentro de invernadero se presentaron diferencias significativas en la Actividad 1.1, 1.2, y 1.3; dentro de la Actividad 1.1 los Tratamientos 1, 3, y 5, en la Actividad 1.2 los Tratamientos 1,2,3,4 y 5, finalmente para la Actividad 1.3 los Tratamientos 1, 2, 3 4 y 5 de igual manera, por lo que se puede establecer que todos los trabajadores fueron diferentes, es decir, existe un diferencia significativa entre trabajadores dentro de cada invernadero evaluado (Cuadro A14).

En la Actividad 1.1 (Cortar y retirar brotes de la planta altura media) y en buena parte de la Actividad 1.2 (Cortar y retirar brotes de la planta altura máxima) la inferencia estadística se asocia a ciertas tendencias en cuanto a la forma de reunir y acumular el material vegetal que se desprende de los brotes axilares, pues se lleva un bolso o deposito ceñido al cuerpo que permite generar un espacio para depositar los restos de la planta que se van eliminando al llevar a cabo esta actividad. Los trabajadores que han replicado esta modalidad en su mayoría han registrado la menor cantidad de tiempo por lo que el morral improvisado amarrado al cuerpo ha significado buenos resultados, se muestran algunas fotos para evidenciar lo que se comenta:



Algunos trabajadores muestran una tendencia que refleja tiempos más elevados para los trabajadores evaluados en Actividad 1.2 (Cortar y retirar brotes de la planta altura máxima), la explicación se asocia directamente con el tamaño de los brotes pues como se planteó al inicio de este trabajo, los brotes se deben eliminar cuando tienen un tamaño de 2 a 3 cm para que no se hagan presentes posibles trastornos y/o desequilibrios fisiológicos, la finalidad de esta práctica en esencia es evitar la pérdida de energía la cual aprovecha la planta en el desarrollo de la flor y fruto. Los operadores que presentan el mayor tiempo se asocian directamente con éste fenómeno (Invernadero 4 Trabajador 1, Invernadero 2 Trabajador 2) pues deben remover o eliminar brotes de un grosor considerable de diámetro con casi 2cm y una longitud lineal aproximada de 20 cm o más, haciendo mucho más complicada la acción de eliminar el material vegetal simplemente con la mano, teniendo que utilizar algún instrumento que facilite el corte haciendo que también por la dimensión de la herida infringida puedan diseminarse enfermedades y trastornos a la planta con mayor facilidad.

La eliminación de los brotes debe realizarse lo más rápido posible después de su proliferación, pues sería mucho más práctico sanar una herida pequeña (lo que es deseable desde el punto de vista sanitario) en contraparte a lo que significaría un brote extraído de gran tamaño lo que ocasiona una pérdida de energía y equilibrio de la planta al limitar el flujo de fotoasimilados hacia el ápice terminal, el tallo y las raíces principalmente.

Los trabajadores que realizan con frecuencia el desbrote y remueven brotes pequeños arrojan en su mayoría un tiempo mucho menor para la realización de la actividad, a su vez que fisiológicamente la pérdida de biomasa y el tamaño de las proporciones de la herida son muchísimo menores y la producción en cuanto a calibre, tamaño y maduración del fruto permanece más estable satisfaciendo sin complicaciones los parámetros de calidad de manera general.

Un punto bien importante por mencionar en este mismo rubro sería el de centrar mayor atención en el dispositivo, aparato o herramienta auxiliar empleada de manera particular para realizar la actividad, ya que el retraso generado durante esta actividad bien pudiera explicarse por el simple hecho de tener que subir y/o bajar al mismo para posicionarse de buena manera en una ubicación adecuada y continuar llevando a cabo correctamente la tarea de Desbrote; si bien es cierto la planta se encuentra sobre un nivel de altura cercano a los 2.20-240 m el mecanismo auxiliar se convierte en la conexión directa para llevar a cabo la actividad con éxito, sabiendo que ésta misma de manera natural y por su desarrollo irá tendiendo a salir del alcance normal del mismo trabajador, llegando a presentarse algunos escenarios donde se encontrará la misma planta en niveles de altura totalmente inaccesibles por lo que considerar algún otro mecanismo que pueda cubrir a cabalidad la necesidad de maniobrar la planta a cualquier altura sin tener la necesidad de estar bajando y subiendo o teniendo que reacomodar el implemento como en el caso del banco o la escalera (que actualmente se utiliza) siendo lo ideal recurrir a grúas, carritos elevados con manivela, sancos o cualquier otra opción que pueda ser de utilidad como se realiza en otros lugares.

4.7 Análisis para Cosecha.

Cuadro 51. Comparativo de tiempos documentados y Coeficientes de Variación calculados entre actividades para Cosecha.

Actividad	Tiempo Máximo Registrado (s)	Tiempo Mínimo Registrado (s)	Tiempo Promedio (μ)	CV entre Trabajadores
1	442s	288s	361.5	10.07%
2	126s	100s	112.3	8.34%
Σ Cosecha	568seg (9m 28s)	388seg (6m 28s)	473.8seg (7m 54s)	

Los tiempos presentados son por cama de siembra de 160 plantas cosechada completa, se han contabilizado en promedio 180 tomates cosechados y la variable independiente en esta práctica fue evaluada al azar en 10 trabajadores diferentes con 8 repeticiones para cada uno.
 Actividad 1. Desprender fruto de la planta y recolectar.
 Actividad 2. Sacar fruto del invernadero.

El cuadro anterior indica que para este caso la Actividad específica de “Desprender fruto de la planta y recolectar” arroja el Coeficiente de Variación (CV) más elevado para esta práctica agronómica con un valor de 10.07%. Al igual que en algunos de los casos anteriores para ciertas actividades ya documentadas y estudiadas es muy importante hacer una aclaración y tener una referencia bastante clara del contexto de cada situación, partiendo desde la perspectiva en que la actividad que se estudia como tal implica una acción sistemática y metódica que se repite de manera cotidiana pues desde luego este escenario que estudia el Ciclo de Cosecha de manera particular engloba elementalmente las condiciones y necesidades específicas de llevar los tomates de manera manual al punto donde han de ser recogidos para ser llevados y/o transportados al centro de empaque para su comercialización. Invariablemente éstas 2 Actividades se tienen que realizar conjugadas con las otras mismas actividades de manejo agronómico, y aunque es claro que no se pueden realizar al mismo tiempo por razones más que obvias, si son sumamente necesarias dentro del manejo del cultivo por lo que es importante mencionar en este sentido que el Ciclo de Cosecha se realiza sin descanso a lo largo de una buena parte del ciclo agrícola (específicamente en este caso cada tercer día) y durante 30 semanas o más en promedio que dura la planta en producción.

Desde luego es mucho más claro y evidente hacer notar que a estas alturas del Ciclo Productivo la actividad en concreto que envuelve a la Cosecha se convierte en una actividad prioritaria y en términos de trascendencia la más importante en todos los sentidos para la explotación agrícola.

Es importante también hacer mención que una falla al interior del proceso pudiera significar importantes pérdidas en cuanto a la integridad y sobre todo atenta en buena medida a los parámetros de calidad e inocuidad del producto final, ya que si el fruto se tiene que desechar o no cumple cabalmente con los requerimientos necesarios de calidad, automáticamente se elimina del proceso productivo minimizando así en buena medida la productividad y eficiencia del mismo aunque previamente se tiene considerado un desperdicio generado de manera normal y llegando en situaciones límite al 5% de la producción pero no más de eso.

Una vez más para concebir una explicación propia a estas actividades asociadas al Ciclo de Cosecha es necesario recordar los Principios de la Economía de Movimientos que se han venido exponiendo con anterioridad así como sus diferentes clasificaciones elementales propuestas.

Habría de mencionarse en esencia que los movimientos en general de todo tipo que se realicen durante esta actividad deben intentar ser llevados a la clasificación más baja, lo cual permita de buena manera realizar el trabajo satisfactoriamente sin sobreexplotar la capacidad física los operarios ni atentar contra su salud. De manera natural no se han de tomar en cuenta las consideraciones de diseño en cuanto a una estación de trabajo, ya que de manera estricta habrá de adecuarse al medio físico que se presenta durante la Cosecha sin poder variar en lo absoluto las características del mismo escenario. En este caso en particular se cuenta como en la mayoría de las actividades con un mecanismo auxiliar o de soporte que ayuda a la acción de contener y transportar los tomates recién desprendidos de la planta facilitando enormemente la labor de sobrellevar la carga y poder acumular así íntegramente la cosecha del día para posteriormente proceder a transportarla al centro de empaque para su selección, clasificación y estiba en cajas para su comercialización.

Cuadro 52. Cálculo de Tiempo Total para Cosecha.

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.E. (μ)
1. Desprender fruto de la planta y recolectar.	328.3	356.3	378.8	366.5	363.6	346.7	350.8	365.4	386.4	372.1	361.5
2. Sacar fruto del invernadero.	108.8	110.6	110.7	111.3	116.2	117.9	113.0	111.5	109.6	113.1	112.3
Σ Tiempo Total de la Actividad 7m 54s (473.8s)											

T.E.= Tiempo Promedio Estimado en segundos y expresado por cama de siembra cosechada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1 y 2.

El Cuadro 52 reporta los promedios de todos los tiempos que se documentaron en campo para la actividad de Cosecha. El cálculo de éste sirve como base para comenzar a integrar el estudio de tiempos y movimientos de manera integral. En esta ocasión la unidad de medición en la que se expresa el Tiempo Total es por cama de siembra cosechada, es decir, el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad de manejo agronómico que incluye las 2 tareas específicas en base a contabilizar una cama de siembra cosechada.

Cuadro 53. Cálculo de Tiempo Normal para Cosecha.

Actividad	Tiempo Estimado Media (μ)	Factor de Calificación	Tiempo Normal
1. Desprender fruto de la planta y recolectar.	361.5	1.3	469.95
2. Sacar fruto del invernadero	112.3	1.2	134.76
Σ Tiempo Normal de la Actividad Cosecha 10m 4s (604.7s)			

El Tiempo Normal Calculado de la Actividad para Cosecha se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas en Actividad(es) 1 y 2.

El Cuadro 53 reporta de igual manera el Tiempo Normal en base al Tiempo Total Promedio que se documentó en campo para la actividad de Cosecha (Cuadro A15).

Para este caso en el cuadro anterior se integra el Factor de Calificación que evalúa el nivel de complejidad de la actividad por lo que con este cálculo el estudio de tiempos y movimientos parcialmente se ha completado. En esta ocasión la unidad de medición es la misma que el caso anterior y refleja el tiempo promedio que los distintos operadores(as) en este caso requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las 2 tareas específicas de la práctica agronómica.

La naturaleza de las 2 diferentes actividades para el Ciclo de Cosecha bien pudieran asociarse en una sola pues de manera clara se vuelve claro el poder dilucidar que son actividades complementarias que se encuentran estrechamente ligadas. Aunado a esto el cálculo de los diferentes tiempos que aquí se presentan se han determinado a conciencia pues el Factor de Calificación (Cuadro 53) y el Factor de Suplementos (Cuadro 54) para las diferentes tareas indica que los valores para la actividad se mantienen todo el tiempo en un nivel medio-alto, significando esto que el nivel de detalle de la actividad no fluye con tanta naturaleza como algunas otras actividades o que mejor dicho la complicación o exigencia de la misma es sumamente alta requiriendo un esfuerzo físico y mental importante a considerar en el estudio.

Cuadro 54. Cálculo de Tiempo Estándar para Cosecha.

Tiempo Normal de la Actividad	Tolerancia Total (% Factor de Suplementos)	Tiempo Estándar
10m 4s (604.7s)	11% (Necesidades Personales 2%, Alimentos 5% Interrupciones o Demoras 4%)	11m 12s (672.2s)

El Tiempo Estándar Calculado de la Actividad para Cosecha se expresa por cama de siembra desbrotada completa de 160 plantas.

Finalmente se presenta el Cuadro 54, con éste último el estudio de tiempos y movimientos se ha completado al 100% para esta actividad en especial (y en general para todas las demás), pues el tener todos los tiempos documentados y calculados permite establecer una comparación directa entre los 3 casos reflejando el tiempo promedio que los distintos operadores(as) requirieron para culminar con éxito la actividad y/o las tareas específicas que se incluyen dentro de la práctica agronómica de manera Total, Normal y Estándar.

Antes de abordar este comparativo que se expresa en el siguiente cuadro, sería bueno mencionar que la información se establece en base al Tipo de Trabajador, Horas Hombre Requeridas por Hectárea que convertidas a Jornadas de Trabajo necesarias por actividad arrojaría el Costo Total o mejor dicho el Cálculo Final de Costo para el Ciclo completo en base a los diferentes tipos de trabajadores.

Cuadro 55. Comparativo de Tiempos empleados Promedio y Costo Projectado de Mano de Obra para la Actividad de Cosecha.

Trabajador(a) Promedio por Cama	Horas Hombre Requeridas por Hectárea	Jornadas de Trabajo Necesarias para Cosecha	Costo Total de Cosecha por Hectárea	Calculo Final de Costo para el Ciclo Completo (60 Cosechas)
+Rápido 388s (6m 28s)	16h 23m	2.52	\$277.23	\$16,633.80
Promedio 473.8s (7m 54s)	20h	3.07	\$338.54	\$20,312.40
-Rápido 568 (9m 28s)r	23h 59m	3.68	\$405.85	\$24,351.00
Tiempo Normal Calculado 604.7s (10m 4s)	25h 32m	3.92	\$432.07	\$25,924.20
Tiempo Estándar Calculado 672.2s (11m 12s)	28h 23m	4.36	\$480.30	\$28,818.00

Los tiempos que se presentan en trabajador son por cama de siembra de 160 plantas cosechada, la cantidad estimada de plantas es de 25,000 por ha (152 camas) por lo que para el cálculo del tiempo se multiplica por el número de camas de siembra y se convierte en horas y minutos.

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

Retomando los Principios de Economía de Movimientos y sus clasificaciones antes expuestas habrá pues de analizarse a detalle el tipo de movimiento específico que se experimenta dentro de esta actividad, esto en la búsqueda de lograr satisfacer lo más posible la esencia y los atributos propios de la administración de los movimientos, asociando los esfuerzos y desplazamientos que se llevan a cabo durante el Ciclo de Cosecha para posteriormente analizar las formas de operación y determinar ¿cómo hacer? para cansarse o fatigarse lo menos posible cumpliendo con éxito la pesada actividad.

Tomando este antecedente como referencia habrán pues de analizarse todos los movimientos que se llevan a cabo durante el tiempo que se realizan las actividades concretas de manera integral para el Ciclo de Cosecha por lo que a consideración de la clasificación antes propuesta se debe examinar el rango de movimientos, la operación y la maniobra necesaria para determinar una clasificación adecuada de manera que sea mínimo el trabajo que se deba realizar para lograr a cabalidad la actividad y de manera exitosa sin agotar de más a los trabajadores o llevarlos al límite que bien pudiera significar algún daño eventual o atentar en contra de su salud.

Para integrar y aterrizar todo lo antes expuesto en un ejemplo práctico se habrá de referir a la clasificación particular que asigna a cada movimiento y el tipo de esfuerzo o trabajo que se realiza un valor, significando esto que cada desplazamiento y actividad exige ciertos atributos físicos así como un requerimiento específico en cuanto a las condiciones corporales de cada individuo.

Desde luego que para establecer una ilustración más gráfica de la situación en particular para el Ciclo de Cosecha y sus actividades se debe partir del nivel más bajo y elemental de la clasificación que se ha establecido con anterioridad, recordando que el nivel más básico y elemental significaría el movimiento de un dedo, seguido por el de la muñeca, el del codo, el movimiento que se inicia desde el hombro, siguiendo por la rotación del tronco considerando hasta mover y flexionar o levantar las piernas llegando a integrar el movimiento de la totalidad del cuerpo y escalando los niveles más altos significando realizar tareas de jalar, empujar, mover o arrastrar objetos llegando al nivel máximo donde se tenga que cargar y/o soportar cualquier peso.

En este sentido examinando el área de trabajo normal para las 2 Actividades que se engloban dentro del Ciclo de Cosecha (que incluye “Desprender fruto de la planta y recolectar” así como la de “Sacar fruto del invernadero”) la clasificación de los movimientos de manera natural se establece dentro de los niveles máximos de la clasificación llegando a rozar el más alto pues los movimientos involucran al cuerpo entero asociándose con rangos de movimientos muy amplios que consideran jalar o arrastrar algún objeto para finalmente relacionar estas 2 actividades previas que caen dentro del nivel 7 y 8 seguido de la acción de cargar y soportar el peso durante todo el tiempo que dura la actividad, lo que en la práctica implicaría resistir la carga de aproximadamente 180 tomates en 2 periodos en total por cama de siembra (Sin olvidar que la clasificación del movimiento se encuentra en nivel 9) y que en buena parte del tiempo que dura la actividad se mantiene el fenómeno. Esto representaría cargar y soportar el peso en conjunto con el movimiento total del cuerpo, expresando en términos prácticos significaría que cada trabajador requiere mucho mayor tiempo y energía para concretar los movimientos manuales y/o corporales requeridos a lo largo de toda esta actividad.

Así mismo la habilidad del operador no tiene gran significancia para esta actividad en particular, si no que las condiciones físicas y la capacidad sobre todo de carga juega un papel trascendental ya que delimita o agudiza en buena medida la productividad del trabajador ya que si es mujer o persona de edad avanzada como en algunos casos la eficiencia viene a menos comparado con un hombre o si quien realiza la actividad es persona joven que muestra aptitudes físicas ideales. Para este caso en especial sería bueno idear, diseñar o adaptar alguna herramienta o mecanismo que ayude a limitar los movimientos a un nivel de la escala menor durante la Cosecha pues como es claro observar la actividad comienza y termina prácticamente siempre en el pasillo central del invernadero por lo que el punto de referencia y el sitio de llegada siempre es el mismo pues el recorrido que realiza el trabajador se replica todo el tiempo por lo que caminar a lo largo de la cama de siembra completa se convierte en un trayecto de alrededor de 100m lineales (35m de largo del pasillo más 25 o 30m para llegar al filtro o a la entrada del invernadero donde se vacía el tomate en cajas) durante 38 ó 40 veces.

Así pues es claro imaginar que no es una actividad sencilla por el hecho que la carga de la cosecha se va recolectando paulatinamente (desde cualquier punto del invernadero) y tiene forzosamente que sostenerse para llevarse hacia el pasillo del centro requiriendo considerablemente cada vez más y más energía para caminar hasta el punto final, para reiniciar el proceso desprendiendo el fruto de la planta donde se terminó previamente y resistiendo el peso de los tomates cosechados por lo que la actividad exige sistemáticamente y de manera frecuente el movimiento del cuerpo entero soportando carga.

En perspectiva el Ciclo de Cosecha de manera general considera un sobreesfuerzo físico importante que habrá de satisfacerse a cabalidad para culminar con éxito la actividad. Si bien es cierto en términos de tiempo es una actividad que se realiza y se puede llevar a cabo con cierta rapidez, también es importante hacer alusión que para este caso el cuerpo mismo y de manera particular los brazos, piernas y espalda principalmente actúan como medio físico de soporte de la cosecha que se va reuniendo durante la primera parte del día. Finalmente nunca se debe perder de vista que aunque el lapso de tiempo de duración de esta tarea en especial es relativamente corto, el desgaste principalmente atribuido al peso que se sostiene conforme pasa el tiempo va haciéndose mayor por lo que a la larga produce fatiga, dolencia y cansancio haciendo que los trabajadores tengan que descansar mas del tiempo normal por la misma exigencia del trabajo realizado.

Estadísticamente en los análisis de varianza para los 5 invernaderos evaluados sólo se encontró diferencia significativa entre ellos en cuanto a la Actividad 2 (que correspondería a “Sacar fruto del invernadero”), encontrando que en el Invernadero 3 se obtuvieron los mayores tiempos comparados con los invernaderos 1, 2, 4 y 5 (Cuadro A15). La explicación a esta diferencia significativa que se asocia en cuanto a “Sacar el fruto del invernadero” es muy sencilla pues se basa estrictamente en la distancia que ha de recorrer el trabajador a lo largo del pasillo (tanto de la cama de siembra como la del pasillo central) para así llegar al punto de reunión de los tomates que se ha establecido dentro de la caseta sanitaria que funciona como filtro a la entrada del invernadero.

Este filtro que se encuentra al interior de invernadero, funciona temporalmente dentro de la actividad de cosecha como cuarto de almacenamiento o minibodega por algunas horas o minutos, pues es aquí donde se depositan los tomates recién cosechados para posteriormente ser transportados al centro de empaque, y que dicho de otra manera la explicación de esta variabilidad o diferencia significativa se explica de buena manera ya que involucra directamente el número de pasos que se han de dar y partiendo desde el punto que se está cosechando el tomate haciendo referencia en buena medida a la distancia recorrida (tomando como punto de referencia el sitio de reunión “instalado” que se explicó a la entrada del invernadero); para este caso el trabajador que reporta el mayor tiempo (Invernadero 3 Actividad 2) se encontraba cosechando los pasillos del extremo contrario y sobre el punto más distante a la puerta del invernadero cuando se documentó el tiempo, significando quizá seguramente que ese tiempo sea solo un caso aislado por la distancia extra que tuvo que recorrer para vaciar los tomates que había cosechado sin embargo el estudio permite ver que el sexo de la persona así como la edad se asocia directamente a las capacidades físicas para soportar mayor o menor cantidad de peso si se compara con una persona joven y de sexo masculino.

Por su parte en los análisis para los trabajadores dentro de invernadero no se presentaron diferencias significativas entre ellos ya que todos los tiempos documentados muestran cierta tendencia de normalidad (Cuadro A15).

Algunos factores clave dentro del Ciclo de Cosecha se resumen en que habrá de enfocarse al 120% en salvaguardar la calidad del producto primeramente respetando las reglas de limpieza e inocuidad del proceso, sobre todo al interior de las instalaciones. Previamente a comenzar con la cosecha se deben tener los contenedores listos, es decir, lavados y desinfectados por lo que a su vez se debe diseñar un plan de trabajo bien definido por día, el tipo de cosecha a realizar y especificaciones concretas (color, maduración, calibre, turgencia etc.) de igual forma procurar no interrumpir con el trabajo diario ya que las demás actividades subsecuentes asociadas con el manejo agronómico tienen que seguirse realizando de manera normal.

Un fenómeno ciertamente normal es que comenzando el periodo productivo de la planta, los días lunes en el Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia la actividad de cosecha tiene una implicación especial pues la cantidad de tomate que está listo para cosecharse es bastante alta en consideración a los otros días de la semana. Esto a razón de que el Sábado medio día y Domingo completo no se labora de manera formal por lo que la planta no es cosechada durante esos días acumulando y/o madurando mayor cantidad de frutos, lo que habría de significar de entrada enfocar más tiempo y esfuerzo del que comúnmente se hace a esta actividad en este día particular.

De igual forma como todas las actividades agronómicas de manera natural éstas se encuentran ligadas y es sumamente importante que el invernadero no guarde algún retraso en cuanto a actividades relacionadas con el buen manejo agronómico, caso concreto el Deshoje ya que cuando la planta no ha sido previamente deshojada al nivel adecuado, las actividades del Ciclo de Cosecha serán mucho más complicadas y de cierta manera requerirán más de todo, pues los frutos estarán menos accesibles y habrá que hacer un esfuerzo complementario por alcanzar los frutos abriendo paso con la mano entre las hojas para poder alcanzarlos y desprenderlos.

A su vez la aireación y la maduración de los frutos será mucho más lenta por lo que se puede afectar de buena manera el realizar una buena cosecha, también se pudieran dejar frutos que ya están listos para cosecharse en la planta (por no poderlos ver o que se pierdan entre el espeso follaje) haciendo que maduren de más por lo que tendrán menos vida de anaquel.

Así mismo durante el llenado y estibado de las caja plásticas no se debe sobrepasar el nivel normal de las mismas en cuanto a la unión y el límite de cada una de ellas buscando que la manera de apilar una sobre otra sea la correcta ya que si se sobrepasa el nivel los frutos pudieran sufrir daños si es ejercida mucha presión sobre ellos terminando por rechazarse al momento de llegar al área de empaque (donde se registra el peso de producto entregado por invernadero cosechado) mermando la cantidad de Kg cosechados de manera particular.

Al final del ciclo se contabiliza el historial de producción de todos los invernaderos, y se establece el rango de los invernaderos más productivos y de manera integral la producción total unitaria y general del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia.

En cuanto al tema de inocuidad se debe tener especial consideración en cuanto respetar los principios básicos de las buenas prácticas agrícolas pues el llenado de los recipientes al momento de realizar la cosecha del fruto solo debe prevenir de la planta, es decir, haber sido cosechado directamente de la planta y no recogerlo del piso en ese momento, acto seguido durante el llenado del recipiente no se debe llegar a los límites superiores porque el fruto puede caer al suelo haciendo inviable el mismo o contaminando el resto. Idealmente se debe realizar la cosecha muy temprano y por la mañana, teniendo así un mayor control de la temperatura de los frutos y de ser posible se debiera proyectar una calendarización de envíos o programación de maniobra para que los frutos no permanezcan tanto tiempo a la intemperie y puedan pasar inmediatamente al proceso de pre-enfriamiento y al de refrigeración posterior.

Uno de los factores también más importantes que limita la producción agrícola y la cosecha para este caso lo constituyen las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, para lo cual existen diversos medios que permiten disminuir esas poblaciones o presencia de patógenos a niveles que no ocasionen daños de importancia económica. El uso conjunto de esos métodos o procesos de control (principalmente químico) puede concurrir en el Programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, el cual consiste en el empleo de tecnologías aplicadas como consecuencia de las condiciones biológicas particulares de cada plaga, hongos o enfermedades en cada situación agroecológica. Por lo tanto cuando el invernadero es sometido al plan de manejo integral de plagas y enfermedades se debe considerar por la propia naturaleza tóxica (que constituyen naturalmente los productos aplicados) un concepto llamado Intervalo de Seguridad (IS).

El Intervalo de Seguridad funciona como un factor de tiempo que marca en días el periodo de espera para cosechar el fruto y se asocia directamente con el tiempo mínimo que debe transcurrir entre la última aplicación del producto y la cosecha, esto para que el ingrediente activo del producto aplicado sea degradado en su totalidad por la planta y frutos evitando así que se encuentren residuos o restos del mismo y se generen otros problemas como el rechazo del producto o que se cancele el contrato comercial si es que se repite el fenómeno con regularidad. En este caso el fenómeno de acumular mucha producción en la planta se replica, pues forzosamente se debe respetar el periodo de tiempo que marque la etiqueta del producto para proceder a realizar la cosecha.

4.8 Análisis para todas las Actividades Documentadas dentro de la Producción de Tomate Cultivado en Invernadero.

Cuadro 56. Comparativo de Tiempo Promedio Estimado, Tiempo Normal y Tiempo Estándar para todas las Actividades de Manejo Agronómico Documentadas dentro de la Producción de Tomate Cultivado en Invernadero.

Actividad	Tiempo Promedio Estimado	Tiempo Normal Calculado	Tiempo Estándar Calculado
Producción de Plántula	36h 8m	41h 33m	45h 47m
Injerto	152h 0m	176h 52m	191h 5m
Trasplante	75h 53m	88h 30m	98h 15m
Tutoreo	1,122h 47m	1,441h 54m	1,586h 6m
Deshoje	2,667h 23m	3,055h 50m	3,382h 5m
Desbrote	3,676h 23m	4,045h 39m	4,490h 54m
Cosecha	1200h 18m	1,531h 54m	1,683h 0m
ΣTotal	8,930h 55m	10,382h 12m	11,477h 12m

Los diferentes tiempos que se presentan reflejan un comparativo real basado en la cantidad estimada de horas y minutos (integradas en su totalidad) que serían necesarias para satisfacer plenamente las necesidades de Mano de Obra Directa y considerando una cantidad estimada de plantas de 25,000 por ha (152 camas para este caso).

La jornada de trabajo para el comparativo comprende 6.5 horas de trabajo efectivo y el sueldo que se paga por jornada de trabajo de 8 horas es de \$110.

El Cuadro 56 proyecta una radiografía muy clara y muy fidedigna de los alcances que el presente trabajo de investigación ha documentado para las 7 diferentes prácticas de manejo agronómico involucradas dentro de la producción de tomate cultivado en invernadero. Esta información bien pudiera servir para conocer plenamente los patrones de uso y requerimientos de Mano de Obra Directa que debieran satisfacerse en un sistema que produce tomate en suelo bajo condiciones de invernadero a nivel comercial para un invernadero con el tipo de equipamiento como el que aquí se acaba de analizar y que correspondería al nivel de Tecnología: Media-Baja.

En atención a lo anterior, el comparativo que se ha integrado previamente seguramente habrá de brindar esas respuestas a ¿por qué resulta esencial para una organización enfocada en producir bajo el esquema de la agricultura protegida el generar productividad en sus costos de producción? de igual manera ilustra plenamente sobre ¿cuál es verdaderamente la función del proceso administrativo (planificación, organización, integración, dirección y/o control) que identifica la labor concreta de implementar un estudio de tiempos y movimientos dentro de un sistema de producción como el invernadero?.

Por todo ello la investigación que aquí se presenta y dado que aporta los elementos para generar información de calidad que permita respaldar estos procesos de toma de decisiones en las empresas de este tipo bien podrá utilizarse como una guía de acción adaptable, en todo caso a cualquier circunstancia productiva y sobre a todo un invernadero de producción de tomate como el que se analizó. Las técnicas específicamente diseñadas por la Ingeniería Industrial como el estudio de tiempos y movimientos para determinar el costo real (que en términos financieros podríamos denominar como Total, Normal o Estándar para nuestro estudio) podrían diferenciar los costos predeterminados, estimados o planeados justos, dado que el cálculo de dichos tiempos y movimientos permite determinar con casi absoluta precisión “lo que vale la hora de mano de obra” y sobretodo que esa información se pueda llevar al nivel de costo por día, minuto, segundo y si se requiere a menores parámetros de medida es factible determinarlos en todo caso, por lo que su aplicación dentro de cada invernadero hace evidente su nivel de operación y sobre todo arroja información valiosa para conocer si están satisfechas ciertas condiciones elementales partiendo de la infraestructura mínima necesaria que habrá de necesitarse y considerando las mismas circunstancias de otros invernaderos en México y el extranjero que contribuyen a mantener los Tiempos Estándares o Normales de Mano de Obra Directa, por tiempos prolongados.

El Tiempo Promedio Estimado para las 7 Actividades que se documentaron significaría un total de casi 8,931 Horas Hombre Requeridas (Cuadro 56), siendo la cantidad de tiempo mínimo necesario que debe utilizarse cuando menos para poder cumplir a lo largo del ciclo de producción con todas las actividades de manejo agronómico representando 1,374 Jornadas de Trabajo Necesarias con un Costo Total de \$151,140.00 al día de hoy con prácticamente un par de años de experiencia previa por parte de los trabajadores.

En el sentido práctico el Tiempo Normal Calculado a través de la metodología, expresaría en términos prácticos un 14% más en referencia al Tiempo Promedio Estimado con 10,383 Horas Hombre Requeridas (Cuadro 56) y 1,598 Jornadas de Trabajo Necesarias significando un Costo Total de \$175,712.30.

Por último el Tiempo Estándar Calculado simboliza un 22% más en referencia al Tiempo Promedio Estimado en el estudio, con un valor prácticamente de 11,478 Horas Hombre Requeridas (Cuadro 56) necesitando un total de 1,765.84 Jornadas de Trabajo teniendo un Costo Total sobre \$194,243.07.

Al mismo tiempo se debe tener muy en cuenta que existe la creciente necesidad de ampliar los horizontes y el pensamiento actual en cuanto al conocimiento del trabajo que se realiza dentro de la producción agrícola, pues se sigue basando en técnicas convencionales de antaño por lo que tal vez sea un buen momento de dar paso a la apertura de tendencias futuras relacionadas con la tecnología, la productividad y la globalización que brinde una visión más estratégica en el sentido de conformar una organización más robusta y efectiva al momento de operar, lo que significaría mucho mejores perspectivas de operación, crecimiento y posible expansión a futuro.

La finalidad de todo este trabajo se sintetiza de manera muy particular en el Cuadro 56, señalando que mediante el ámbito de la operación de una organización enfocada en la agricultura protegida las técnicas de estudio de tiempos y movimientos aplicadas para determinar los tiempos reales de mano de obra en todas y dentro de cada una de las fases que integran el proceso de producción del tomate; permiten en esencia a partir de ahora hacer más y más productivos ciertos procesos que desde la perspectiva de la ingeniería de métodos tienen repercusiones ya no sólo relacionadas con los aspectos eminentemente productivos dentro del invernadero y su manejo agronómico, sino del orden meramente administrativo que al final de cuentas son funciones que tarde o temprano se han venido desempeñando dentro de las organizaciones desde mucho tiempo atrás.

Para efectos de integrar el cálculo de una manera más efectiva y real se ha contabilizado de manera progresiva el tiempo total requerido para todas las actividades que se han documentado a lo largo de la implementación de esta metodología de investigación a manera que sea representativa y lo más apegada a la realidad posible en cuanto al entendimiento y la descripción del proceso.

Conociendo abiertamente los requerimientos en tiempo para cada una de las diferentes actividades aquí estudiadas y exploradas, posteriormente se pudieran estandarizar procesos o establecer rangos de tiempo permisibles fijando o estableciendo normas de rendimiento para la realización de las diferentes actividades y así finalmente poder evaluar y comparar posteriormente la Mano de Obra Directa involucradas mediante establecer indicadores productivos a los procesos. De igual manera el desarrollo de manuales de procedimientos y el análisis de la operación al interior permitirán generar una guía de soporte estableciendo técnicas y métodos más estables, robustos y sencillos de comprender e implementar para cualquier persona.

Finalmente, aunque eso que se plantea a continuación sería tema de estudio para otro trabajo de investigación, se vuelve muy importante también considerar y tomar en cuenta sobremanera aspectos básicos de ergonomía básica así como evaluar las condiciones de trabajo a las que se encuentran sometidos los trabajadores del Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia, relacionando básicamente indicadores y niveles de cansancio físico, aburrimiento, stress, tensiones y trastornos físicos pues a futuro. Se puede pensar también en gestionar también ¿por qué no? sistemas de calidad especiales y específicos para el sector agropecuario e implementarlos a los procesos de la producción en invernadero que bien pudieran servir para visualizar el desarrollo y crecimiento del sector muy bien estructurado.

Ya para terminar sería bueno mencionar que el comparativo no busca del todo establecerse en base a dinero (que para este caso representarían pesos mexicanos) puesto que lo realmente importante es el tiempo requerido y las necesidades propias de Mano de Obra Directa que cada planta de manera particular requiere para su óptimo desarrollo, crecimiento y producción.

V CONCLUSIONES

Implícitamente sabemos que la información generada en un estudio de la naturaleza y magnitud como el que aquí se ha desarrollado, permitirá una mejor administración de todo el proceso productivo que se lleva a cabo en la producción de tomate cultivado en invernadero. Entre muchas otras cosas facilitará tomar decisiones respaldadas en torno a las posibilidades de intentar reducir los tiempos inherentes al uso de la Mano de Obra Directa en las diferentes fases del proceso productivo del cultivo.

Se puede concluir que los tiempos empleados dentro de las diferentes actividades agronómicas de manejo dentro de la producción de tomate cultivado en invernadero se asocian directamente al sistema de producción utilizado, pues las técnicas de análisis de tiempos han mostrado ser útiles para calcular los tiempos de cada tarea específica implicada en el cultivo de tomate de invernadero, poniendo de manifiesto aquellas tareas donde la eficiencia es más baja y pudiera mejorarse. La combinación de los tiempos de cada tarea y el intervalo que dura realizándose cada una de ellas permite planificar las necesidades de mano de obra en función del ciclo de cultivo por lo que la eficiencia de operación con que la Mano de Obra Directa realiza dichas actividades ayudando a enfatizar y hacer mucho más evidente que algunas de las actividades que se desglosan dentro de cada una de las prácticas de manejo agronómico son un punto clave medular muy importante en cuanto a mantener los niveles de productividad y desempeño laboral por parte de los trabajadores, razón justa y más que clara evidentemente para poder atribuir que los costos de operación pueden ser afectados de manera considerable.

Al interior cuando se exploran a detalle las diferentes tareas específicas a realizar y se examina a conciencia el proceso productivo a través de los análisis de tiempos y movimientos conjugado con el análisis estadístico, los estimadores de varianza para trabajadores involucrados revelan la fuente de variación para cada operación por separado. Estos factores de de variabilidad que se representan dentro de cada invernadero bien pudieran exteriorizar un panorama más cierto y claro que pudiera ayudar a revelar un diagnóstico mas atinado de la situación, exhibiendo y/o indicando elementos o mejor dicho factores claves que brinden la plena certeza en cuanto a poder reducir (en la práctica) la variabilidad dentro de los procesos a implementar y que automáticamente de manera muy evidente influyan directamente sobre la productividad del sistema.

La importancia de realizar un estudio de tiempos y movimientos para este tipo de sistemas productivos nos hace reflexionar en cuanto a que es muy necesario documentar, conocer y dominar las diferentes tareas específicas que se asocian directamente a las actividades que se evalúan dentro de cada práctica de manejo agronómico, ya que esto llevaría a una evaluación adecuada en cuanto a respetar los procedimientos previamente establecidos con la única finalidad de poder explorarlos y analizarlos a detalle al interior de manera normal para poder conocer las diferentes problemáticas (o al menos las más comunes) al momento de que un trabajador catalogado como normal, promedio o estándar se encuentra realizando cualquier operación o tarea específica en la producción de tomate cultivado en invernadero.

En este sentido los rangos permisibles o mejor dicho los intervalos de tiempo válidos necesarios para llevar a cabo una tarea o cierta actividad de manera particular, deben fijarse entre el Tiempo Total Documentado y el Tiempo Normal Calculado en la mayoría de las veces, tomando como referencia factores elementales que bien pudieran ser aptitudes personales y condiciones físicas, fisiológicas o hasta cierto punto capacidades especiales que presenta cada trabajador.

Todas las actividades por su misma naturaleza proyectan una diversidad importante en términos de productividad y resaltan la eficiencia (en algunos casos) de los altos niveles de desempeño por parte de algunos de los trabajadores; por lo tanto analizar, confrontar y contrastar las diferencias de operación en términos de Tiempos Empleados Promedio y Costo Proyectado de Mano de Obra para la actividad permitirá generar un buen diagnóstico de la situación de entrada, para posteriormente poder mejorar y desplegar los procesos de mejor manera elevando así la eficiencia de los trabajadores que así lo requieran o que muestren un desempeño laboral no tan bueno. Las Actividades que se han estudiado y documentado dentro del presente estudio de tiempos y movimientos reflejan cierta variabilidad estadísticamente hablando entre trabajadores como ya se ha visto a lo largo de todo este trabajo, sin embargo existen algunas específicamente que presentan una mayor variabilidad y dentro de las cuales se centra una buena parte de las diferencias al momento de la operación en campo, pudiendo enumerar las siguientes:

Dentro de la Producción de Plántula la Actividad de Colocar semilla con un Coeficiente de Variación de 13.53%.

Para la Actividad de Injerto la Actividad de Cortar planta variedad y unir/alinear a planta patrón con un Coeficiente de Variación de 35.64%.

En el caso de la Actividad de Colocar semilla dentro de la charola de propagación en la práctica de Producción de Plántula el Coeficiente de Variación es de 40.91%.

En lo que respecta a la Actividad de Bajar planta dentro de Tutorio el Coeficiente de Variación tiene un valor de 18.98%.

Por su parte la Actividad de Cortar y retirar hojas de la planta en Deshoje arroja un Coeficiente de Variación de 22.42%

En la práctica de Desbrote la Actividad de Cortar y retirar brotes de la planta el Coeficiente de Variación tiene un valor de 22.08%.

Finalmente para el Ciclo de Cosecha la Actividad de Desprender el fruto de la planta y recolectarlos considera un valor de 10.07% como Coeficiente de Variación.

Para todas estas actividades mencionadas anteriormente se debe trabajar en tratar de reducir la variación al momento de la operación, siguiendo en todo caso los factores mencionados dentro de las discusiones que se han presentado con anterioridad, buscando se puedan replicar los movimientos, técnicas, comportamientos o ideas que los trabajadores más eficientes llevan a cabo en el día a día buscando que el proceso se realice de manera más estable en cuanto a limitar la variabilidad o las diferencias de operación.

Finalmente nunca se debe perder de vista 6 conceptos o principios fundamentales que son universales y los cuales siempre de manera general se asocian o relacionan de buena manera al éxito de los proyectos y que para el caso particular de Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandía aplicarían sin ningún inconveniente:

- I. Cultura del Trabajo
- II. Empatía de la Situación
- III. Inculcar Valores
- IV. Comunicación Directa
- V. Capacitación Continua
- VI. Compromiso

VI BIBLIOGRAFIA

- AMHPI. (2008). Inventario Nacional de Agricultura Protegida. Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero.
- Ariza-Flores, R.; Cruzaley-Sarabia, R.; Vázquez-García, E.; Barrios Ayala, A. y Alarcón-Cruz, N. (2004). Efecto de las labores culturales en la producción y calidad del limón mexicano de invierno. *Revista Fitotecnia Mexicana*. **27**, 73-74.
- Barnes, R.M. (1980). *Motion and Time Study: Design and Measurement of work*, John Wiley and Sons, Inc. Nueva York.
- Bastida, T.A. (2008). Panorama de los invernaderos en México y en el mundo. *In: Modulo II. Diseño Agronómico y Manejo de Invernaderos. Primer Curso de Especialización en Horticultura Protegida. Departamento de Fisiotecnia. UACH.*
- Borbón-Morales, C. (2009). Agricultura protegida en México: Situación actual y perspectivas. Memorias VII Simposio Internacional de Producción de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Monterrey N.L.
- Carvalho, F. (2009). Aprovechando las oportunidades de la apertura comercial: El caso México. Memorias Diálogos del Sector Privado Mejorando la Comercialización de Productos Agroalimentarios en el Marco de los Acuerdos Comerciales. FOCIR. Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural de la SHCP México. FICA. Fondo de Inversión de Capital en Agronegocios.
- Castellanos, J.Z. y Borbón-Morales, J. (2009). Capítulo 1: Panorama de la Horticultura Protegida en México. Manual de Producción de Tomate en Invernadero, INTAGRI, Castellanos J.Z. (editor).
- Castillo-Lucio, S. (2010). Comunicación Personal. Coordinador de Información Corporación para el Desarrollo Agropecuario de N.L. (7 de Mayo 2010).

- De Armero, L.E. (2011). Comunicación Personal. Profesor Facultad de Agronomía U.A.N.L. Curso: Agricultura Protegida. (22 Octubre 2011).
- Destenave–Mejía, J. C. (2007). La producción de cultivos en invernaderos: La mejor alternativa para invertir en México. Revista El Campo Avanza. Coahuila, México. **2**, 9.
- FIRA. (2007). Dirección de Consultoría en Agronegocios. Dirección Regional Norte. Agricultura Protegida Cultivo de tomate en invernadero: Costos de producción y análisis de rentabilidad.
- Garza–Arizpe, M. (2010). Comunicación Personal. Coordinador de Operaciones del Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandía. (29 Marzo 2010).
- González–Valdez. M.A. (2008). El Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandía. Revista Conocimiento. **81**, 14–17.
- Hatirli, S.; Ozkan, B. y Fert, C. (2006). Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy **31**, 427–438.
- Herzberg, F.(2007). One more time: How do you motivate employee?, Harvard Business Review, 2007.
- Hicks, P.E. (2001). Ingeniería Industrial y Administración Una nueva perspectiva. CECSA, México 2a ed. pp. 45–46.
- Hodgson, G. M. (2008). “Evolutionary and Competence-Based Theories of the Firm”, Journal of Economic Studies. Traducción Mauricio Grobet; revisión técnica Bruno Gandlgruber y Arturo Lara. pp. 25-56.
- IPADE Business School. (2009). Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresa. Contenido Editorial. Caso de estudio: Agropark, un modelo de negocio en evolución.
- Kanawaty, G. (2006).Organización Internacional del Trabajo Ginebra. Introducción al estudio del trabajo. Limusa, México 4a ed. pp. 4–7.

Krick, E.V. (1961). Ingeniería de Métodos. Limusa, México. 1a ed.pp. 550.

Manzano–Agugliaro, F. y García–Cruz, A. (2009) Técnicas de estudio de tiempos para la planificación de la mano de obra en el cultivo de tomate (*solanum lycopersicum* L.) de invernadero. Revista Agrociencia. **43**,267–277.

Mejía, C.A. (2011). Planning S.A. Consultores Gerenciales. Publicación periódica. “Productividad, eficiencia y calidad las claves de la supervivencia”. Planning, México. (26 de Abril 2011).

Meyers, F.E. (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Pearson Education, México 2a ed

Molina–Velázquez, M. (2010). Comunicación Personal. Coordinador de Operaciones del Tecno–Parque Hortícola FIDESUR–Sandia. (29 Marzo 2010).

Montes–Cavazos, F. (2002). Potencial de producción de hortalizas para mercado nacional y exportación en el sur de Nuevo León. Ponencia. Facultad de Agronomía U.A.N.L.

Montgomery, D.C. (2008). Diseño y análisis de experimentos: Diseños anidados y parcelas subdivididas. Limusa Wiley, México 2a ed. pp. 557–589.

Niebel, B. W. y Freivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Alfaomega, México 11a ed. pp. 1–7

Niebel, B.W. y Freivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Alfaomega, México 11a ed. pp. 21–23.

Olivares–Sáenz, E. (1996). Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Manual del Curso: Métodos Estadísticos. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín N.L.

- Olivares–Sáenz, E. (2010). Curso de capacitación de técnicos 2009–2010. Proyecto: Sistemas de innovación y transferencia tecnológica para la producción sustentable de hortalizas en ambiente controlado.
- Ozkan, B.; Kurklu, A. y Akcaoz, A. (2004). An Input–output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy*. **26**, 89–95.
- Portal de Atención e Información Ciudadana del Gobierno del Estado de Nuevo León. (2010). Registro Diálogo Chat en vivo. Funcionario: Dr. Marco Antonio González Valdez, Director General de FIDESUR. Tema: Tecno–Parques Hortícolas del Sur de N.L. 27 de Enero 2009. www.nl.gob.mx/pics/pages/.../2009ENE27_chat_Tecnoparques.doc [Fecha e acceso: 14 de Marzo de 2010.]
- PRONAFIDE. (2008). Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2008–2012. Estrategia sectorial. Sector primario. pp. 72–75.
- Quezada–Martin, Ma.R. (2005). Agroplasticultura en México: Su potencial. *Revista Ambiente Plástico*. **11**, 54–56.
- Reche–Marmol, J. (1998). Poda de Hortalizas en Invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación España. Hoja Divulgadora 2094. pp 2–7.
- Rijk, P.M. (2008). Evolución del sector de agricultura protegida en México. FIRA–Agronegocios. Periódico El Economista. 3 de Marzo 2008.
- Rucoba–García A.; Anchondo–Nájera A.; Luján–Álvarez C. y Olivas–García J.M. (2006). Análisis de rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernaderos en la región centro–sur de Chihuahua. *Revista Mexicana de Agronegocios*. **10**, 19.
- Ruiz–Funes, M. (2005). Evolución reciente y perspectivas del sector agropecuario en México. *Revista ICE México*. **821**, 91.

- SAGARPA. (2008). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Censo Delegaciones Estatales. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SAGARPA. (2009). Anexos. Plan Nacional de Agricultura Protegida. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SAGARPA. (2009). Ventajas de la Agricultura Protegida. Plan Nacional de Agricultura Protegida. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SAGARPA. (2010). Dirección General de Comunicación Social. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Sánchez del C., F. (2008). Diseño Agronómico de los Invernaderos en México y en el Mundo. Modulo II. Diseño Agronómico y Manejo de invernaderos. Primer Curso de Especialización en Horticultura Protegida. UACH., Departamento de Fisiotecnia.
- Sánchez, F. (2008). Perspectivas de horticultura protegida en México. *In*: Modulo I. Introducción y fundamentos de la horticultura protegida. Primer Curso de Especialización en Horticultura Protegida. Departamento de Fisiotecnia. UACH.
- SDE. (2010). Secretaría de Desarrollo Económico. Boletín Informativo Electrónico Construcción “Complejo Agropecuario” Galeana, N.L. http://www.nl.gob.mx/pics/pages/sec_des_economico_boletin_base/ComplejoAgropecuario.pdf [Fecha e acceso: 30 Junio 2010].
- SEDESOL. Unidad de Microrregiones. (2006). Cédulas de información básica para centros estratégicos comunitarios (CIBCEC). Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional.
<http://cat.microrregiones.gob.mx/cibcec06/contenido.aspx?valor=190070058&tbl=tbl01> [Fecha e acceso: 30 Abril de 2010].
- Stanhill, G. (1980). The energy cost of protected cropping: A comparison of six systems of tomato production. *J. Agric. Engineering Res.* **25**(2), 145–154.

Steta, G.M. (2003). Panorama de la horticultura en México. Memoria del IV Congreso Internacional AMPLHI. León Gto.

Taylor, F. W. (1973). Principios de la administración científica, Herrero, México.

Universidad Autónoma de Chapingo. (2009). Instituto de Horticultura. Red Interinstitucional de Investigación en Horticultura. Tendencias y escenarios de la agricultura en México. 17 de Octubre 2008.

<http://www.chapingo.mx/horticultura/red/PDF/diag/Diag-Fitotec-ver%201-Chapingo.doc> [Fecha e acceso: 7 de Marzo de2010].

Urrutia, A (2010). 3° Diplomado Internacional en Horticultura Protegida. INTAGRI. Competitividad de las exportaciones hortícolas mexicanas. (27 de Noviembre 2010).

Viramontes, E. (2010). Asociación Mexicana de Horticultura Protegida. Contenidos Editoriales. Publicaciones. Necesaria nueva estrategia para alcanzar la productividad.

Welsh, G..A. y Antony, R.N. (2006). Planificación y control en las empresas. Mc Graw Hill, México, p. 321.

APÉNDICE

Cuadro A1. Tiempos documentados para Producción de Plántula.

Actividad 1. Llenar charola de propagación.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3	
Tra1	Tra2	Tra1	Tra1	Tra1	Tra1
70	67	79	85	69	62
68	63	76	79	69	61
62	73	75	89	67	68
66	72	75	88	71	64
69	71	80	88	67	65
65	77	87	87	63	66
68	78	88	83	66	66
64	67	87	86	65	67

Los tiempos presentados son por charola de 200 cavidades llenada con sustrato y se expresan en segundos.

Actividad 2. Compactar sustrato.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3	
Tra1	Tra2	Tra1	Tra2	Tra1	Tra2
22	19	24	26	29	23
24	22	25	27	28	27
21	21	24	26	30	26
21	22	24	26	28	23
24	22	24	27	29	25
23	23	26	25	30	24
20	20	26	25	28	26
21	20	27	26	27	25

Los tiempos presentados son por charola de 200 cavidades compactada, la acción se realiza con un rodillo giratorio especial y se expresan en segundos.

Actividad 3. Colocar semilla.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3	
Tra1	Tra2	Tra1	Tra1	Tra1	Tra2
1.4	1.3	1.7	1.9	1.4	1.5
1.8	1.9	1.7	1.9	1.5	1.8
1.3	1.6	1.4	1.6	2.2	1.9
1.6	1.4	1.7	1.8	1.9	1.6
1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.7
1.6	1.5	1.7	1.4	2.3	1.6
1.9	1.5	1.7	1.6	1.8	1.5
2	1.5	1.7	2.3	1.6	1.7

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 semillas dejadas o depositadas dentro de cada cavidad en la charola y se expresan en segundos.

Actividad 4. Cubrir semilla y regar a saturación.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3	
Tra1	Tra2	Tra1	Tra2	Tra1	Tra2
34	38	36	32	39	37
37	34	40	34	36	35
39	39	42	35	36	33
32	37	41	36	38	35
31	36	35	34	40	36
30	39	37	37	41	34
33	32	33	38	40	35
37	32	33	38	37	36

Los tiempos presentados son por charola de 200 cavidades cubierta con material inerte y regada con cebolleta a saturación manualmente, el tiempo se expresa en segundos.

Cuadro A2. Tiempos documentados para Injerto.

Actividad 1. Cortar planta patrón.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
4.2	2.7	2.8	2.6	2.4	2	2.6	2.6	2.2	2.6
5.4	2.4	2.5	2.2	2.9	2.1	2.5	2.7	2.6	2.4
4.3	2.4	2.8	2.4	1.9	2.2	2.6	2.4	2.4	2.5
3.2	4	2.5	2.2	1.9	2.1	2.3	2.3	2.2	2.6
5.4	3.9	2	2	2.1	2.4	2.5	2.9	2.2	2.8
3.1	3.1	2.4	2.1	2.3	2.7	2.7	2.6	2.1	2.9
3.6	4.6	2.1	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.7
3.1	3.3	2	2.3	2.1	2.6	2.7	2.5	2.3	2.6

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas cortadas con navaja y se expresan en segundos.

Actividad2. Poner clip de sujeción en planta patrón.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
3.9	4.8	5	5	4.5	4.9	3.7	3.5	5.0	4.0
4.6	4.7	5.5	5.1	4	5.2	4.3	4.5	4.8	4.3
4.9	5.7	4.1	4.9	4.5	5.5	4.3	4.6	4.9	4.8
5.4	4.5	5.9	5.3	4	4.1	3.9	4.4	5.0	4.5
4.6	4.7	5.3	4.7	4.1	4.3	3.9	4.7	5.1	4.9
4.9	4.2	4.2	4.6	4.9	4.7	4.6	4.9	4.9	4.7
4.3	4.3	4.9	4.9	4.7	4.2	4.3	4.9	4.8	4.6
4.6	4.7	5.1	5.5	5.1	4.3	4.1	5.2	4.8	4.4

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de abrazar o sujetar 10 plantas con el clip de silicón y se expresan en segundos.

Actividad 3. Cortar patrón y unir/alinear planta patrón a variedad.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
14.3	16.4	17	13.9	10.2	13.9	11.7	13.5	12.9	9.7
13.7	13.2	15.7	12.3	11.2	12.7	12.3	13.1	10.5	11.2
13.8	17.5	19.2	12	10.5	12.5	14.7	11.4	12.1	10.9
14.5	17.4	13.9	10.3	10.9	13.4	13.2	12.9	11.4	9.7
13.4	16.8	14.7	10.2	11.2	15.2	11.6	10.7	11.2	10.7
16	16	13.4	9.7	10.5	16.7	9.9	12.4	10.9	11.1
18	12.7	13.5	10.1	11.3	13.7	11.1	12.9	10.5	10.8
14.5	11.9	12.9	11.7	11.9	15.7	10.4	12.5	10.6	10.2

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas empalmadas mediante el clip de silicón y se expresan en segundos.

Cuadro A3. Tiempos documentados para Trasplante.

Actividad 1. Definir y adecuar marco de plantación.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
2.4	2.9	2.6	2.9	2.7	2.8	2.5	2.9	2.3	3.0
2.4	3.1	2.6	3.1	2.5	2.6	2.4	2.8	2.3	2.7
2.5	3.0	2.6	3.0	2.4	2.4	2.5	2.7	2.5	2.6
2.3	2.9	2.7	2.7	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5
2.5	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.5
2.6	2.8	2.8	2.9	2.7	2.7	2.4	2.8	2.2	2.4
2.5	2.6	2.7	2.7	2.5	2.9	2.5	2.7	2.3	2.7
2.4	3.1	2.7	3.1	3.0	2.8	2.8	2.5	2.4	2.3

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 marcas realizadas en la cama de siembra y se expresan en segundos.

Actividad 2. Señalar marco de plantación.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
2.4	3.1	2.6	2.6	2.9	2.9	3.3	3.2	2.9	2.8
3.1	2.9	2.4	2.7	3.0	3.0	3.2	2.5	3.1	2.3
2.5	3.3	2.5	2.8	3.1	3.0	3.3	2.4	2.7	2.7
2.6	3.3	2.5	2.7	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	2.9
2.8	2.9	2.6	2.7	3.1	3.1	3.1	2.7	2.6	3.2
2.4	3.1	2.4	2.9	3.3	3.2	3.2	2.8	3.3	3.3
2.4	3.1	2.4	2.8	3.2	3.3	3.0	3.0	3.2	2.9
2.6	3.1	2.6	2.4	3.3	3.0	3.2	3.3	3.3	2.7

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 hoyos realizados en la cama de siembra y se expresan en segundos.

Actividad 3. Colocar plántula.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
1.3	1.8	2.0	2.4	2.1	2.3	2.3	1.4	2.1	2.4
1.4	1.9	2.1	2.4	2.4	2.2	2.1	1.6	2.0	1.9
1.3	2.1	2.4	2.2	2.5	2.1	2.2	1.7	2.4	2.1
1.3	2.0	2.4	2.2	2.7	2.0	2.3	1.9	2.3	2.2
1.5	1.8	2.3	2.0	2.6	1.9	2.3	1.6	1.9	1.6
1.6	1.7	2.2	1.9	2.9	1.8	2.4	1.7	2.1	1.9
1.6	1.9	2.1	1.7	2.7	1.9	2.0	1.5	2.0	2.0
1.5	1.9	2.3	1.6	2.8	2.1	2.2	1.9	2.2	2.2

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plántulas depositadas dentro del marco de plantación señalado sobre la cama de siembra y se expresan en segundos.

Actividad 4. Cubrir y/o sembrar plántula.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
3.7	4.1	4.2	4.1	3.5	3.4	4.0	3.9	3.4	3.6
3.6	3.9	3.9	4.0	3.4	3.6	4.2	4.0	3.4	3.8
3.2	3.8	3.9	4.2	3.6	3.7	3.8	4.1	3.6	3.8
3.6	3.7	4.0	4.0	3.5	3.6	3.9	3.9	3.5	3.7
3.5	3.8	3.9	3.9	3.6	3.9	4.1	3.9	3.6	3.7
3.6	3.8	3.8	3.9	3.5	3.9	4.2	3.8	3.4	3.6
3.3	3.9	3.7	3.8	3.5	3.8	3.9	3.9	3.5	3.8
3.5	4.0	3.6	3.7	3.6	3.6	3.7	3.9	3.4	3.7

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plántulas sembradas o revestidas con tierra y que fueron depositadas dentro del marco de plantación señalado sobre la cama de siembra, el tiempo se expresan en segundos.

Cuadro A4. Tiempos documentados para Tutorio.

Actividad 1. Poner hilo al alambre tutor.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
10.2.	7.8	9.2	10	7.5	8.0	10.3	9.9	8.0	9.6
10.3	8.2	8.8	8.9	7.9	8.2	10.5	9.5	8.3	9.6
9.9	8.5	8.9	9.0	8.1	8.3	10.4	8.9	8.2	9.8
9.9	8.4	8.2	9.1	8.3	8.5	10.1	8.7	8.6	9.6
10.1	8.2	8.5	9.5	7.9	8.4	10.3	9.8	8.8	9.5
10.2	7.9	8.9	9.6	7.8	8.1	10.1	10.0	8.9	9.6
9.9	8.1	9.0	9.8	7.7	7.9	9.9	9.7	7.9	9.9
10.0	9.2	8.9	10.1	7.9	7.8	10.4	9.9	8.0	9.3

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 hilos amarrados al alambre tutor, se expresa el tiempo en segundos

Actividad 2. Sujetar hilo y planta.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
3.4	4.1	3.6	3.6	3.9	3.9	4.3	4.2	4.9	4.8
4.1	3.9	3.4	3.7	4.0	4.0	4.2	4.5	4.1	4.3
3.5	4.3	3.5	3.8	4.1	4.1	4.3	4.4	4.7	4.7
3.6	4.3	3.5	3.7	4.0	4.2	4.0	4.5	4.0	4.9
3.8	3.9	3.6	3.7	4.1	4.1	4.1	4.7	3.9	4.2
3.4	4.1	3.4	3.9	4.3	4.2	4.2	4.8	4.3	4.3
3.4	4.1	3.4	3.8	4.2	4.3	4.0	4.0	4.2	4.9
3.6	4.1	3.6	3.4	4.3	4.0	4.2	4.3	4.3	4.7

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas sujetadas o tutoradas con hilo y gancho plástico al alambre tutor, se expresa el tiempo en segundos

Actividad 3.1 Bajar planta por primera vez.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
65	52	70	55	55	59	54	57	71	56
70	56	64	59	58	61	57	58	60	58
59	59	59	58	56	57	52	65	59	66
68	60	62	61	58	59	59	65	57	59
53	66	58	57	66	61	60	59	58	61
60	72	52	59	61	70	53	61	62	64
68	51	56	62	56	60	50	56	65	59
66	63	61	63	59	64	55	66	66	55

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas descolgadas, liberadas y/o movidas hacia abajo por primera vez, se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 3.2 Bajar planta por segunda y tercera vez.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
44	59	39	32	40	54	51	45	47	43
49	51	33	35	42	48	52	49	49	47
59	49	34	33	41	55	55	52	50	50
40	53	36	32	41	49	50	56	53	51
50	55	37	33	44	46	49	50	51	49
55	50	31	36	46	48	53	54	55	48
51	49	36	30	45	51	52	51	54	53
43	60	38	31	48	53	53	52	58	40

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas descolgadas, liberadas y/o movidas hacia abajo por segunda y tercera vez, se expresa el tiempo en segundos.

Cuadro A5. Tiempos documentados para Deshoje.

Actividad 1.1 Cortar y retirar hojas de la planta altura baja.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
15	19	16	18	17	18	16	16	15	18
17	16	18	16	14	15	14	19	18	13
16	15	20	15	16	16	13	15	17	14
18	21	17	20	19	21	16	14	19	15
14	17	21	16	18	14	20	16	14	19
15	16	19	15	17	17	15	18	16	15
23	22	20	13	16	16	13	19	17	14
20	19	17	14	19	15	14	20	22	13

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas deshojadas en una altura baja, se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 1.2 Cortar y retirar hojas de la planta altura media.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
10	8	11	11	12	13	9	11	10	14
12	9	9	12	13	10	8	11	12	13
10	7	10	13	11	11	10	12	13	15
13	10	13	12	9	9	12	9	14	12
12	10	14	11	12	10	11	10	12	11
11	9	11	10	12	12	12	12	12	13
13	11	12	13	12	11	11	13	15	12
14	9	13	12	10	11	12	11	13	10

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas deshojadas en una altura media, se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 2. Limpiar pasillos.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
143	167	155	144	174	134	179	163	169	160
198	176	182	156	163	151	173	178	180	171
176	201	207	177	184	148	166	169	179	166
179	191	199	163	156	162	177	189	172	169
197	179	209	169	171	147	160	153	184	180
189	184	178	155	162	159	191	184	173	172
199	202	165	180	148	161	175	162	167	163
184	199	172	193	145	175	155	167	181	176

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de reunir el material vegetal de un pasillo lateral y dividirlo entre 160 plantas en promedio se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 3. Recolectar y recoger hojas.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
112	144	152	129	133	109	119	140	149	120
120	158	163	136	142	116	143	138	136	141
131	117	121	148	156	125	121	126	118	143
119	132	160	14	124	137	124	119	117	144
124	137	128	121	111	143	110	120	119	143
143	152	133	120	131	133	120	135	132	116
123	129	142	118	119	129	133	161	144	110
133	119	152	114	126	149	142	123	153	126

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de recolectar y recoger las hojas generadas por limpiar 1 pasillo lateral (160 plantas), se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 4. Sacar hojas del invernadero.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
296	277	280	256	291	291	264	298	287	281
283	256	276	267	278	282	267	312	299	291
279	284	289	273	265	285	286	289	278	308
301	267	257	277	252	284	276	279	271	296
269	261	268	258	161	288	288	283	269	297
251	258	249	263	286	273	275	289	281	291
259	254	255	286	273	279	281	276	278	286
284	266	259	298	281	285	266	277	280	281

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de sacar las hojas generadas de 2 pasillos laterales (320 plantas), se expresa el tiempo en segundos.

Cuadro A6. Tiempos documentados para Desbrote.

Actividad 1.1 Cortar y retirar brotes de la planta altura media.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
5	8	6	7	9	8	7	8	9	6
5	7	5	7	8	7	8	7	8	8
6	8	7	6	9	6	8	8	8	8
5	7	6	6	7	7	9	8	7	7
6	8	6	7	8	8	8	8	9	7
5	7	6	6	8	7	7	7	9	8
5	9	6	6	9	7	8	9	9	8
5	8	6	6	9	7	8	7	9	8

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas desbrotadas en una altura media, se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 1.2 Cortar y retirar brotes de la planta altura máxima.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
12	15	12	14	17	12	19	13	11	15
13	13	13	18	14	14	15	12	14	18
14	14	16	16	12	15	16	14	12	16
16	14	12	18	18	11	18	15	13	14
12	16	15	15	11	12	17	16	16	19
10	12	17	16	13	14	14	17	14	13
11	15	14	16	15	17	16	14	15	16
13	13	18	17	13	16	20	18	14	15

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas desbrotadas en una altura máxima, se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 1.3 Cortar y retirar brotes de la planta altura con Tutorio.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
11	14	16	16	17	14	13	16	17	15
13	16	17	16	14	17	15	15	15	17
14	17	19	13	13	15	17	14	14	14
13	16	19	12	16	17	13	16	14	13
15	15	18	13	14	18	11	17	16	15
14	17	16	14	16	16	16	15	18	16
15	18	17	12	14	17	17	16	16	15
14	19	16	15	15	18	13	17	15	14

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 10 plantas desbrotadas y tutoradas al mismo tiempo, se expresa el tiempo en segundos.

Cuadro A7. Tiempos documentados para Cosecha.

Actividad 1. Desprender fruto de la planta y recolectar.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
318	354	432	388	404	342	334	366	406	390
288	330	404	370	390	338	360	394	430	366
340	312	394	402	362	398	386	376	442	378
374	378	372	344	330	346	370	356	390	402
334	398	402	382	306	364	348	338	364	356
380	356	320	312	358	330	312	322	358	338
304	382	348	362	382	298	340	376	330	398
300	348	370	380	388	366	362	402	384	354

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de 180 tomates cosechados (1 cama se siembra completa), se expresa el tiempo en segundos.

Actividad 2. Sacar fruto del invernadero.

Invernadero 1		Invernadero 2		Invernadero 3		Invernadero 4		Invernadero 5	
Tra1	Tra2								
122	100	126	110	118	110	100	114	120	104
116	112	108	118	124	122	106	100	116	122
110	104	112	102	116	118	118	104	110	114
102	110	110	106	110	112	110	110	104	116
110	116	104	116	114	116	120	122	100	106
108	114	106	114	122	120	122	108	114	110
100	112	120	106	116	126	114	116	110	120
104	118	102	120	110	120	116	120	104	114

Los tiempos presentados para cada observación son el promedio de extraer 180 tomates del invernadero (1 cama se siembra completa), se expresa el tiempo en segundos.

Cuadro A8. Formato para Documentación de Campo.

Tiempos documentados para la práctica de _____

Sociedad de Producción _____

Fecha _____ Invernadero _____ Hora _____ Temperatura _____

Nombre _____ Edad _____ Experiencia _____ Dueño/Trabajador _____

Actividad _____ Factor de Calificación 1.0 _____ 1.1 _____ 1.2 _____ 1.3 _____ 1.4 _____

Descripción _____

Mecanismos Auxiliares o Herramientas Necesarias _____

Observación	Tra1	Tra2	Tra3	Tra4	Tra5	Tra6	Tra7	Tra8	Tra9	Tra10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Promedio										

El número que se reporta como repetición se obtiene de cuantificar 10 observaciones en campo de cada una de las diferentes actividades, por lo que se están documentando en realidad 80-90 repeticiones por trabajador.

Comentarios

Cuadro A9. Análisis Estadístico para Producción de Plántula.

Análisis de Varianza para las Actividades de Producción de Plántula.

CM del error y p para:	CME Act1	p Act1	CME Act2	p Act2	CME Act3	p Act3	CME Act4	p Act4
Invernadero	63.83	0.017	21.104	0.098	0.300	0.275	21.688	5.99
Trabajador dentro de invernadero	14.821	0.010	1.562	0.000	0.410	0.000	6.842	0.34

CME = Cuadrados Medios debido al Error (mide la variación producida por el error).

Coefficientes de Variación para las Actividades de Producción de Plántula.

	Act1	Act2	Act3	Act4
Variabilidad entre trabajadores	10.93	12.67	13.53	12.92
Variabilidad dentro de trabajador	5.29	5.07	13.66	7.26

CV = Coeficiente de Variación (mide la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se expresa en porcentaje).

Análisis de Varianza entre Invernaderos en Producción de Plántula.

Invernadero	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1	68.75 b	21.563 a	1.581 a	35.000 a
2	83.25 a	25.500 a	1.700 a	36.313 a
3	66.00 b	26.750 a	1.725 a	36.750 a

DMS 3.886 NS NS NS

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada actividad indican que no hay diferencias significativas entre invernaderos (posterior sólo se reportarán las que resulten significativas, en este caso ninguna).

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Producción de Plántula.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1	1	66.500 a	22.000 a	1.638 a	34.125 a
1	2	71.000 b	21.125 a	1.525 a	35.875 a
2	1	80.875 a	25.000 a	1.650 a	37.125 a
2	2	85.625 b	26.000 a	1.750 a	35.500 a
3	1	67.125 a	28.625 b	1.788 a	37.375 a
3	2	64.875 a	24.875 a	1.662 a	32.125 a
DMS		3.886	1.248	NS	2.64

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente.

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Injerto.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
1	1	4.038 a		14.775 a
1	2	3.300 b		15.238 a
2	1	2.388 a		15.038 a
2	2	2.225 a		11.275 b
3	1	2.250 a		10.963 a
3	2	2.313 a		14.225 b
4	1	2.538 a		11.863 a
4	2	2.550 a		12.425 a
5	1	2.312 a		11.262 a
5	2	2.637 a		10.538 a
DMS		0.488		1.45

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente (sólo se reportan las que resultan significativas).

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Trasplante.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1	1	2.450 a	2.600 b	1.437 b	3.500 b
1	2	2.900 b	3.100 a	1.887 a	3.875 a
2	1	2.662 b	2.500 a	2.225 a	3.875 a
2	2	2.875 a	2.700 a	2.050 a	3.950 a
3	1	2.625 a	3.112 a	2.587 a	3.525 b
3	2	2.688 a	3.062 a	2.037 b	3.687 a
4	1	2.550 b	3.162 a	2.225 a	3.975 a
4	2	2.713 a	2.800 b	1.662 b	3.925 a
5	1	2.413 b	3.012 a	2.125 a	3.475 b
5	2	2.588 a	2.850 a	2.037 a	3.713 a
DMS		0.161	0.212	0.192	0.141

NS= No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente.

Cuadro A12. Análisis Estadístico para Tutorío.

Análisis de Varianza para las Actividades de Tutorío.

CM del error y p para:	CME Act1	p Act1	CME Act2	p Act2	CME Act3.1	p Act3.1	CME Act3.2	p Act3.2
Invernadero	4.660	0.315	0.359	0.050	50.712	0.647	78.625	0.011
Trabajador dentro de invernadero	0.110	0.000	0.043	0.000	21.363	0.048	13.461	0.000

CME = Cuadrados Medios debido al Error (mide la variación producida por el error).

Coefficientes de Variación para las Actividades de Tutorío.

	Act1	Act2	Act3.1	Act3.2
Variabilidad entre trabajadores	3.86	10.75	11.85	18.98
Variabilidad dentro de trabajador	3.66	5.10	7.69	7.85

CV = Coeficiente de Variación (mide la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se expresa en porcentaje).

Análisis de Varianza entre Invernaderos en Tutorío.

Invernadero	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3.1	Actividad 3.2
1				51.062 a
2				34.125 b
3				46.937 a
4				51.500 a
5				49.875 a

DMS

NS

NS

NS

8.06

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada actividad indican que no hay diferencias significativas entre invernaderos (sólo se reportan las que resultan significativas).

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Tutorío.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3.1	Actividad 3.2
1	1	10.063 b	3.600 a	63.625 a	48.875 a
1	2	8.287 a	3.800 a	59.875 a	53.250 b
2	1	8.800 a	3.500 a	60.250 a	35.500 a
2	2	9.500 b	3.700 a	59.250 a	32.750 a
3	1	7.887 a	4.113 a	58.625 a	43.375 a
3	2	8.150 a	4.100 a	61.375 a	50.500 b
4	1	10.250 b	4.163 a	55.000 a	51.875 a
4	2	9.550 a	4.325 a	60.875 b	51.125 a
5	1	8.337 a	4.300 a	62.250 a	52.125 b
5	2	9.612 b	4.500 a	59.750 a	47.625 a
DMS		0.331	NS	4.616	3.664

NS = No significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente.

Cuadro A13. Análisis Estadístico para Deshoje.

Análisis de Varianza para las Actividades de Deshoje.

CM del error y p para:	CME Act1.1	p Act1.1	CME Act1.2	p Act1.2	CME Act2	p Act2	CME Act3	p Act3	CME Act4	p Act4
Invernadero	13.137	.715	6.475	0.307	310.462	.061	912.7	0.997	774.625	0.459
Trabajador dentro de invernadero	5.248	.038	1.950	0.010	184.084	0.149	336.5	0.027	302.657	0.035

CME = Cuadrados Medios debido al Error (mide la variación producida por el error).

Coefficientes de Variación para las Actividades de Deshoje.

	Act1.1	Act1.2	Act2	Act3	Act4
Variabilidad entre trabajadores	21.59	22.42	10.20	13.21	10.08
Variabilidad dentro de trabajador	13.64	12.30	7.85	14.09	6.30

CV = Coeficiente de Variación (mide la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se expresa en porcentaje).

Análisis de Varianza entre Invernaderos en Deshoje.

Invernadero	Actividad 1.1	Actividad 1.2	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1					
2					
3					
4					
5					

DMS NS NS NS NS NS

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada actividad indican que no hay diferencias significativas entre invernaderos (sólo se reportan las que resultan significativas, en este caso ninguna).

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Deshoje.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1.1	Actividad 1.2	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1	1	17.250 a	11.875 b	183.125 a	125.625 a	277.750 a
1	2	18.125 a	9.125 a	187.375 a	136.000 a	265.375 a
2	1	18.500 b	11.625 a	183.375 b	143.875 b	266.625 a
2	2	15.875 a	11.750 a	167.125 a	112.500 a	272.250 a
3	1	17.000 a	11.375 a	162.875 a	130.250 a	260.875 a
3	2	16.500 a	10.875 a	154.625 a	130.125 a	263.375 a
4	1	15.125 a	10.625 a	172.000 a	126.500 a	275.375 a
4	2	17.125 a	11.125 a	170.625 a	132.750 a	287.875 a
5	1	17.250 a	12.625 a	175.625 b	133.500 a	280.375 a
5	2	15.125 a	12.500 a	169.625 a	130.375 a	291.375 a
DMS		2.288	1.395	13.55	13.55	18.319

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente.

Cuadro A14. Análisis Estadístico para Desbrote.

Análisis de Varianza para las Actividades de Desbrote.

CM del error y p para:	CME Act1.1	p Act1.1	CME Act1.2	p Act1.2	CME Act1.3	p Act1.3
Invernadero	7.175	0.312	10.488	0.295	29.522	0.987
Trabajador dentro de invernadero	0.429	0.000	2.822	0.022	1.842	0.000

CME = Cuadrados Medios debido al Error (mide la variación producida por el error).

Coeficientes de Variación para las Actividades de Desbrote.

	A1	A2	A3
Variabilidad entre trabajadores	16.94	22.08	14.02
Variabilidad dentro de trabajador	9.03	11.45	8.50

CV = Coeficiente de Variación (mide la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se expresa en porcentaje).

Análisis de Varianza entre Invernaderos en Deshoje.

Invernadero	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
1			
2			
3			
4			
5			

DMS

NS

NS

NS

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada actividad indican que no hay diferencias significativas entre invernaderos (sólo se reportarán las que resultan significativas, en este caso ninguna).

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Deshoje.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3
1	1	5.250 a	12.625 a	14.875 a
1	2	7.750 b	14.000 b	18.000 b
2	1	6.000 a	14.625 a	17.625 b
2	2	6.375 a	16.250 b	13.938 a
3	1	8.375 b	14.125 a	16.688 b
3	2	7.125 a	13.875 a	14.250 a
4	1	7.875 a	16.875 b	15.000 a
4	2	7.750 a	14.875 a	17.313 b
5	1	8.500 b	13.625 a	16.750 b
5	2	7.500 a	15.750 b	15.250 a
DMS		0.654	1.678	1.355

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente.

Análisis de Varianza dentro de Invernaderos en Cosecha.

Invernadero	Trabajador	Actividad 1	Actividad 2
1	1		
1	2		
2	1		
2	2		
3	1		
3	2		
4	1		
4	2		
5	1		
5	2		

DMS

NS

NS

NS = No Significativa

Letras iguales dentro de cada invernadero indican que no hay diferencias significativas entre los trabajadores del invernadero correspondiente (sólo se reportarán las que resultan significativas, en este caso ninguna).