

**DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UN MARCADOR DE
SIEMBRA, UNA PODADORA MANUAL Y UNA SEMBRADORA DE SEMILLA
DESNUDA PARA EL CULTIVO DE TABACO.**



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA – PROTABACO LTDA.

JHON FREDY RIVERA TOLEDO

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
2010**

**DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE UN MARCADOR DE
SIEMBRA, UNA PODADORA MANUAL Y UNA SEMBRADORA DE SEMILLA
DESNUDA PARA EL CULTIVO DE TABACO.**

JHON FREDY RIVERA TOLEDO

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el titulo de
Ingeniero Agrícola

Director
JULIAN CESAR VELASQUEZ RINCON
Ingeniero agrónomo
Esp. Mecanización agropecuaria

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
2010**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Neiva, septiembre de 2010

A **Dios** por ser la roca donde se cimentaron las bases de mi vida, por ser mi fortaleza y escudo, la fuente de inspiración para estudiar y trabajar.

A mis padres, **José Rivera** e **Isabel Toledo**, por ser las personas más importante de mi vida y directas responsables de mi formación como persona, por brindarme su apoyo incondicional en mi formación profesional, por su esfuerzo, confianza y colaboración.

A mis Hermanos **José Rubiel**, **Gina Paola** y **Elver Rivera Toledo**, quienes estuvieron pendientes de mí y me colaboraron en todo lo que estuvo a su alcance para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi amor **Mónica Salazar**, por acompañarme en las buenas y en las malas, por su ayuda, comprensión y paciencia.

A mis compañeros carrera y sobre todo a mis amigos Daniel, Josmar, Fabián el loko, Giovanni, Jennifer, Diana entre otros; por sus consejos, compañía y por amenizar muchos de los momentos de mi vida estudiantil.

A cada uno de los profesores del programa de Ingeniería Agrícola, quienes durante mi carrera me instruyeron y me aportaron su conocimiento en pro de mi crecimiento como profesional.

Al selecto recurso humano de **PROTABACO LTDA**. Quienes me acogieron y colaboraron de la mejor manera en la realización de este proyecto.

Jhon Freddy Rivera Toledo

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al Ingeniero agrónomo Esp. **JULIAN CESAR VELASQUEZ RINCON**, Director del Proyecto, director del departamento de ingeniería agrícola y profesor del Área de mecanización agropecuaria del programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana por su orientación.

Al Ingeniero Agrícola Dr. **JOSE DUBAN HENAO CUELLAR**. Profesor del Área de secado de productos biológicos y tecnología del café del Programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana, por su colaboración y aporte intelectual.

Al Ingeniero Agrónomo **FITZGERAL GARCIA ARDILA**, Jefe de la unidad agroindustrial fomento regional centro occidente de PROTABACO LTDA por su aporte intelectual, moral y valiosa colaboración.

Al Ingeniero Agrícola **ALEJANDRO ÁLVAREZ GALAVIS**, encargado del área de ingeniería agrícola a nivel nacional de la empresa PROTABACO LTDA, por su colaboración y asesoría en el desarrollo de este proyecto.

A la empresa **PROTABACO LTDA**; Directivos, Ingenieros, administrativos, técnicos y en especial al Ingeniero Agrónomo **JESUS ROJAS BENITEZ**, Director de la unidad de investigación y desarrollo UAG, por la confianza que deposito en mi y por su invaluable aporte intelectual.

Y en general a todas aquellas personas que de una u otra manera, mediante su ayuda y colaboración hicieron posible que este proyecto se llevara a cabo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	14
INTRODUCCION	16
1. REVISION BIBLIOGRAFICA	18
1.1 CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE TABACO.	18
1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TABACO EN COLOMBIA	20
1.3 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TABACO EN EL HUILA	22
1.4 IMPLEMENTOS PARA FACILITAR LA SIEMBRA Y PODA EN EL CULTIVO DE TABACO.....	25
1.4.1 Implementos para el marcado de siembra	25
1.4.2 Implementos para podar plántulas de tabaco	27
1.4.3 Implementos para la siembra de semilla desnuda en bandejas.....	31
1.5 COSTOS DE PRODUCCION DE TABACO VIRGINIA POR Ha.....	36
1.6 ECUACIONES PARA EL CALCULO DE RENDIMIENTOS Y EFICIENCIAS EN LABORES MECANIZADAS.....	37
2. MATERIALES Y METODOS	39
2.1 AREA DE ESTUDIO	39
2.2 DETERMINACION DE IMPLEMENTOS A DESARROLLAR	40
2.3 DISEÑO DE LOS IMPLEMENTOS	41
2.3.1 Marcador - Ahoyador	41
2.3.2 Podadora manual de plántulas de tabaco.....	42
2.3.3 Sembradora manual de semilla desnuda.....	43
2.4 CONSTRUCCIÓN DE LOS IMPLEMENTOS.....	44
2.4.1 Marcador - ahoyador.....	44
2.4.2 Podadora manual de plántulas de tabaco.....	46
2.4.3 Sembradora manual de semilla desnuda.....	47

2.4.4 Herramientas utilizadas en la construcción y evaluación de los implementos.....	48
2.5 EVALUACIÓN DE LOS IMPLEMENTOS.....	49
2.5.1 Marcador – Ahoyador.....	49
2.5.2 Podadora manual de plántulas de tabaco.....	51
2.5.3 Sembradora manual de semilla desnuda.....	53
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
3.1 MARCADO DE SIEMBRA.....	58
3.1.1 Implemento I. Marcador tradicional.....	58
3.1.2 Implemento II. Tornillo como mecanismo de graduación (P1)	59
3.1.3 Implemento III. Pasador como mecanismo de graduación (P2).....	60
3.2 PODA DE PLANTULAS DE TABACO	65
3.2.1 Implemento I. Poda tradicional con tijeras	65
3.2.2 Implemento II. Cajón de podar.....	66
3.2.3 Implemento III. Podadora manual de plántulas de tabaco.....	67
3.3 SIEMBRA DE SEMILLA DESNUDA EN BANDEJAS	72
3.3.1 Implemento I. Siembra convencional con regadera.....	72
3.3.2 Implemento II. Sembradora manual de semilla desnuda.....	73
4. MANUAL DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LOS IMPLEMENTOS	78
5. ANALISIS ECONOMICO.....	79
5.1 MARCADOR - AHOYADOR	79
5.2 SEMBRADORA MANUAL DE SEMILLA DESNUDA	80
6. CONCLUSIONES	81
7. RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Costos de producción tabaco Virginia.....	36
Tabla 2. Formulas de rendimientos y eficiencias calculadas	38
Tabla 3. Materiales marcador de siembra.....	44
Tabla 4. Materiales podadora manual.....	45
Tabla 5. Materiales sembradora manual.....	46
Tabla 6. Herramientas utilizadas en la construcción y evaluación	48
Tabla 7. Implementos para el marcado de siembra.	48
Tabla 8. Datos generales de la semilla	53
Tabla 9. Determinación de diámetro promedio de la semilla.	54
Tabla 10. Resultados para el implemento I.....	57
Tabla 11. Rendimientos y eficiencia del tratamiento I.....	57
Tabla 12. Resultados para el implemento II.....	58
Tabla 13. Rendimientos y eficiencia del tratamiento II.....	58
Tabla 14. Resultados para el implemento III.....	59
Tabla 15. Rendimientos y eficiencia del implemento III..	59
Tabla 16. Resultados de evaluación del implemento III ajustado..	63
Tabla 17. Resultados implemento I.....	64
Tabla 18. Resultados implemento II.....	65
Tabla 19. Resultados implemento III.....	68
Tabla 20. Resultados Implemento I..	71
Tabla 21. Resultados implemento II.....	75
Tabla 22. Consolidado de los implementos..	76
Tabla 23. Manejo y mantenimiento de los implementos..	78
Tabla 24. Análisis económico del marcador – ahoyador frente al marcado de	

siembra tradicional.....	79
Tabla 25. Análisis económico para la podadora manual frente a la poda tradicional con cajón..	80

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1. Esquema de evaluación marcadores de siembra.....	50
Grafico 2. Esquema de evaluación implementos de poda.....	51
Grafico 3. Esquema de evaluación métodos de siembra.....	55
Grafico 4. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento I.....	57
Grafico 5. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento II.....	58
Grafico 6. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento III.....	59
Grafico 7. Consolidado de tiempos para cada tratamiento... ..	60
Grafico 8. Consolidado de velocidades para cada tratamiento.....	60
Grafico 9. Comparación de tiempos y velocidades de trabajo. Implemento III ajustado... ..	63
Grafico 10. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento I... ..	64
Grafico 11. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento II... ..	65
Grafico 12. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento III.. ..	69
Grafico 13. Consolidado implementos evaluados.....	69
Grafico 14. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento I... ..	71
Grafico 15. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento II... ..	75
Grafico 16. Comparación de variables de respuesta.. ..	76
Grafico 17. Plántulas a ralear por implemento.....	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Departamentos de Colombia bajo influencia de Protabaco... ..	21
Figura 2. Municipios del Huila bajo influencia de Protabaco.....	24
Figura 3. (a) Marcador tradicional, (b) distancia común de siembra (40 cm)...	26
Figura 4. Marcado de siembra con dos operarios.....	26
Figura 5. Croquis del cono de semilla y raíces extraído de la bandeja.....	27
Figura 6. Plántulas podadas.. ..	28
Figura 7. Poda con cuchillo afilado y desinfectado... ..	28
Figura 8. Montaje y funcionamiento del cajón de podar.....	29
Figura 9. (a). Graduación del cajón y (b) bandeja podada.....	30
Figura 10. Cortadora de césped sobre bastidor para poda de plántulas.... ..	31
Figura 11. Semilla pelletizada para siembra de almácigos flotantes.....	31
Figura 12. Cabecera de pileta con bandejas sembradas con el doble de semilla para trasplantar en celdas falladas... ..	32
Figura 13. Raleo.	33
Figura 14. Siembra de semilla con jeringa.....	34
Figura 15. (a) Línea automática de llenado y siembra, (b) Rolo sembrador en línea.. ..	35
Figura 16. Siembra automatizada de bandejas de poliestireno.. ..	35
Figura 17. Área de estudio del proyecto... ..	39
Figura 18. Lote la Bastilla. SENA.....	40
Figura 19. Prototipo 1. (P1).....	41
Figura 20. Prototipo 2. (p2).. ..	41
Figura 21. Diseño de podadora manual.....	42

Figura 22. Diseño inicial de sembradora manual.....	43
Figura 23. (a) Prototipo 1 y (b) prototipo 2 contruidos.....	44
Figura 24. (a) Podadora inicial y (b) podadora manual final... ..	45
Figura 25. Boquillas de la sembradora. (a) puntas de portaminas y (b) jeringas de inyectar ganado.....	47
Figura 26. Tractor con surcadora de tres cuerpos con pautas.....	49
Figura 27. (a). Poda con tijeras y (b) cajón de podar.....	50
Figura 28. (a) Siembra con regadera y (b) sembradora manual... ..	52
Figura 29. Semilla de tabaco.. ..	53
Figura 30. Tamizado de la semilla.. ..	53
Figura 31. Angulo de deslizamiento.....	54
Figura 32. Angulo de reposo.....	55
Figura 33. (a) Lavado de bandejas y (b) llenado con turba.....	56
Figura 34. (a) Detalle de puntas, resortes y brazo y (b) detalles del eje.....	62
Figura 35. Implemento III ajustado.....	62
Figura 36. (a) Ajuste del mecanismo de graduación, (b) distancia de siembra...63	
Figura 37. Podadora manual de plántulas de tabaco.....	66
Figura 38. (a). Graduadores superiores y (b) mariposas de extremidades inferiores.. ..	66
Figura 39. (a) Ajuste de mecanismo de corte y (b) ubicación de pulpos.....	67
Figura 40. (a) Retracción del carrete y (b) lubricación de tubos laterales.....	68
Figura 41. Partes de la sembradora manual.....	72
Figura 42. Calibración de boquillas y resortes.. ..	73
Figura 43. Semillas depositadas por alveolo.. ..	73
Figura 44. (a). Semilla con Vitavax y (b) Sembradora manual con semilla en tolva.....	74

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de toma de datos para marcador - ahoyador.....	84
Anexo B. Formato de toma de datos para podadora manual de plántulas de tabaco.....	85
Anexo C. Formato de toma de datos para sembradora manual de plántulas de tabaco.....	86

RESUMEN

El rubro de mano de obra representa un alto porcentaje en la estructura de costos de producción del cultivo de tabaco en el departamento del Huila (49,45%)¹, prácticamente la mitad del costo total del cultivo ubicando el 1,68 % en la etapa de semilleros y el 47,77 % en las etapas de campo y beneficio; de estas solo el 5,83 % se realiza de manera mecanizada y se centra en la preparación de suelos y control de malezas o cultivada, el restante 41,94 % se realiza manualmente con procesos rudimentarios y convencionales. Consecuentemente, con el propósito de optimizar estas labores se hicieron tres diseños experimentales completamente aleatorios (DCA) en los que se evaluaron soluciones para la siembra de semilla desnuda en bandejas, la poda de plántulas de tabaco y el marcado de siembra, procesos que se pueden mejorar con implementos sencillos pero eficientes en su desempeño.

La evaluación se llevó a cabo en el predio La Bastilla, ubicado en la vereda Río Neiva del municipio de Campoalegre, en el centro de formación agroindustrial de la Angostura SENA, se valoraron las ventajas de utilizar un marcador – ahoyador, una podadora manual de plántulas de tabaco y una sembradora de semilla desnuda; implementos económicos diseñados y construidos para reducir el tiempo y dinero empleados en los procesos mencionados.

Como resultado de los ensayos el marcador – ahoyador mostró un ahorro del 67 % del costo y un 44 % del tiempo empleados en el marcado de 1ha comparado con la labor convencional; la podadora manual de plántulas de tabaco no tuvo un buen desempeño por lo cual no se estableció un ahorro, por último la sembradora manual hizo lo suyo con un ahorro del 44 % en el costo y un 49,6 % en el tiempo empleados para la siembra de semilla en bandejas.

¹ PROTABACO LTDA. Presentación Huila. Neiva, 2009. p. 9

SUMMARY

The item of labor represents a high percentage of the cost structure of production of snuff culture in the department of Huila (49.45%), almost half the total cost of 1.68% placing culture at the seedling stage and 47.77% in the field and benefit stages, of these only 5.83% is conducted on a mechanized and focuses on soil preparation and weed control or crop, the remaining 41.94% is made manually with rudimentary and conventional processes. Consequently, in order to optimize these activities were made three completely randomized experimental designs (DCA) in which solutions were evaluated for naked seed sowing in trays, pruning snuff seedlings and seed set, processes that can improved with simple but effective tools in their performance.

The evaluation was carried out on the farm La Bastille, located in the village in the municipality of Rio Neiva Campoalegre in agribusiness training center of the Angostura SENA, evaluated the benefits of using a bookmark - Auger, a push mower seedling of snuff and a naked seed planter; economic tools designed and built to reduce the time and money spent on these processes.

As a result of the marker tests - Auger showed a savings of 67% of the cost and 44% of time spent in marking the work 1ha compared to conventional manual mower snuff seedlings did not have a good performance so savings was not established, the drill finally played his hand with a 44% savings in cost and 49.6% in the time taken for sowing seed in trays.

INTRODUCCIÓN

En el 2005 cerca de 15000 hectáreas de tabaco se cultivaron al año, generando alrededor de 2,5 millones de jornales anuales, posicionando al sector agrícola como el principal motor de desarrollo en gran parte del país², esto demuestra la importancia del cultivo para nuestra sociedad y la urgente necesidad de inversión económica, ya que aunque la ciencia y la tecnología han avanzado notablemente en estos últimos años, se siguen presentando ciertas dificultades en algunas labores del campo que incrementan los costos de producción.

El mercado de siembra, al igual que la poda de semilleros y la siembra de semilla desnuda en bandejas; son labores que aún se hacen de forma rudimentaria e improvisada utilizando jornales y tiempo que se podrían disminuir si se contara con herramientas eficientes.

Por lo anterior es de vital importancia que las empresas y universidades vinculadas directamente con el gremio tabacalero aporten soluciones eficaces a estos inconvenientes desarrollando implementos versátiles que faciliten las labores al agricultor y aumenten su nivel de producción.

En este proyecto se presentan las etapas de diseño, construcción y evaluación de un marcador de siembra, una podadora manual de plántulas de tabaco para cinco bandejas y una sembradora manual de semilla desnuda; los cuales fueron diseñados y valorados bajo las condiciones edafoclimáticas y de cultivo del departamento del Huila en pro de la reducción de costos de producción.

²MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. La cadena del tabaco en Colombia, Bogotá 2005. p. 7

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir y evaluar un marcador de siembra, una podadora manual y una sembradora de semilla desnuda para el cultivo de tabaco.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Disminuir el tiempo y los jornales empleados en los procesos de marcado de siembra, poda de plántulas y siembra de semilla desnuda e implementar las tres herramientas desarrolladas en el departamento del Huila.
- ✓ Establecer el rendimiento, eficiencia y reducción de costos que genera cada una de las herramientas.
- ✓ Incentivar la adopción de nuevas tecnologías en busca de aumentar la competitividad del gremio tabacalero.

1. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE TABACO.

El Tabaco es miembro de la familia de las Solanáceas, la *Nicotiana Tabacum* es la principal especie cultivada para su producción comercial. Bajo condiciones normales de cultivo se obtiene una planta de una altura que fluctúa entre uno y dos metros y con un promedio de entre 15 y 25 hojas ubicadas en un solo tallo. Otras especies, como la *Nicotiana Rustica*, también son cultivadas pero son menos preferidas por su menor tamaño y número de hojas.

Debido a que el tabaco es originario de climas tropicales, en estos, la planta vegeta mejor y la cosecha es más temprana. El clima, además de influir en la duración del ciclo vegetativo, afecta la calidad del producto y el rendimiento de la cosecha: la temperatura óptima del cultivo varía de 18 a 28 °C. El tabaco es un cultivo sensible a la humedad pero, en general, es preferible un déficit a un exceso de agua; asimismo, para obtener una buena calidad de la hoja es indispensable que la planta cuente con una adecuada exposición a la luz solar.

Los suelos adecuados para el cultivo dependen de la variedad y tipo de tabaco, por ejemplo, el tabaco rubio tipo Virginia necesita suelos arenosos, pobres y se adapta mejor a climas calientes; mientras que el tabaco rubio, tipo Burley, es un poco más rústico, se cura en caney y necesita suelos más orgánicos y fértiles, incluso, se adapta a climas cafeteros marginales bajos.

La producción de tabaco es altamente intensiva en mano de obra y suele cultivarse como planta anual. En Colombia el tabaco rubio es un producto semestral o de nueve meses, dependiendo del clima y el régimen de lluvias de la región donde se cultive; el tabaco negro es un cultivo de mayor duración, la siembra se realiza entre febrero y junio y se llevan a cabo recolecciones mensuales, entre agosto y diciembre.

La semilla de tabaco es muy pequeña y las plantas que produce son bastante delicadas, por esto se siembra en terrenos especialmente preparados, enriquecidos con abonos, desinfectados y cuidados con riegos (semilleros) o en bandejas flotantes. Las plantas se dejan crecer hasta que alcanzan un tamaño aproximado entre 10 y 15 centímetros, entonces se trasplantan, generalmente a mano, al terreno de asiento donde dará la cosecha posteriormente, viene la fase de fertilización que depende de la calidad de los suelos y del tipo y variedad de tabaco que se cultive. La planta absorbe casi todos los nutrientes que le brinda el suelo y también los ofrecidos por el abono, aportándole, este último,

nitrógeno, potasio y fósforo indispensables para su crecimiento, calidad y apariencia.

El riego es muy importante para la maduración de la planta, su exceso o defecto afectan directamente su rendimiento y calidad. Otro requerimiento del cultivo es el aporque, procedimiento que consiste en acercar tierra y contribuir al desarrollo radicular, mejorar el anclaje de la planta y facilitar disponibilidad y absorción de nutrientes.

Las malas hierbas compiten con el tabaco, sustraen los elementos nutritivos del suelo y albergan parásitos y enfermedades que pueden propagarse a las plantas de tabaco; por lo general, se eliminan manualmente y con azadones mecánicos o con tratamientos químicos.

En Colombia la actividad cultural de despunte en los cultivos de tabaco rubio se conoce como el cape y control de chupones: el cape, consiste en quitar el botón y el deschupone, en quitar los rebrotes cuyo crecimiento se incrementa con el cape; estas prácticas engrosan la hoja e incrementan su tamaño, permiten mayor absorción de nutrientes, mejoran la resistencia a la sequía, reducen la población de insectos y mejoran la calidad de la hoja curada.

Posterior al trasplante, aproximadamente entre los 90 y los 100 días, las hojas alcanzan la madurez necesaria para cosechar y pasar luego a su recolección. El tabaco rubio que se cultiva en el país alcanza su madurez entre los 90 y 130 días después del trasplante, mientras que el tabaco negro tiene una cosecha más temprana, aproximadamente a los 60 días del trasplante. La recolección es un proceso continuo en el cual se cortan las hojas de la base de la planta.

La recolección es un proceso que afecta la calidad final de las hojas, por lo cual se lleva a cabo de diferentes maneras dependiendo de la variedad de tabaco que se haya cultivado y su destino industrial, ya sea la fabricación de cigarrillos, cigarros u otros. Las variedades Virginia y Oriental utilizadas en la fabricación de cigarrillos se recolectan por pisos foliares, es decir, se recogen las hojas más altas de la planta, y las variedades Burley y aquellas utilizadas en la fabricación de cigarros, por planta entera, es decir se recolectan todas las hojas de la planta. En Colombia la recolección se realiza en forma manual y es una actividad que involucra toda la familia. Otros países como Estados Unidos cuentan con tecnología que les permite la recolección por medios mecánicos.

Una vez recolectado el tabaco, este debe ser secado y/o curado, su contenido de humedad es de un 90%, y este proceso lo reduce hasta un 20% o 15%. El curado transforma la composición química de las hojas, el color empieza a cambiar hacia el marrón, naranja o dorado, dependiendo del tipo de tabaco y la forma de curarlos.

El tabaco rubio, tipo Burley, se transporta al caney para ser seleccionado, luego se carga para ser secado o curado. El tabaco negro,

tipo cubita, también se ensarta en el caney donde se cura 15 o 20 días antes de salir al mercado. De acuerdo al tipo de curado o secado al que sean sometidas las hojas se distinguen cuatro tipos principales de tabaco:

- **Curado por Hornos.** También conocido como “flue-cured Virginia” o sólo Virginia.

Debe su nombre al hecho de haber sido empleado por primera vez en este estado norteamericano. Como fuente de calor se emplea carbón mineral, gasolina o leña; el proceso consiste en hacer circular el aire caliente a través de las hojas de tabaco, por lo que se acostumbra el uso de ventiladores.

- **Curado por Fuego (humo).** El método de secado es similar al empleado en el tipo anterior, con la diferencia de que en este el calor es ofrecido abiertamente y de esta exposición directa al humo se obtiene su característico sabor y aroma.

- **Curado por Aire.** Es secado al medio ambiente con un mínimo control artificial de la humedad; en este tipo se incluyen el tabaco Burley y tabacos rubios y negros.

- **Curado al Sol.** Los tabacos orientales pertenecen a este tipo y su fuerte sabor es obtenido por el secado directo al sol.

Después de este proceso, el tabaco se clasifica por grados de calidad, es empacado y embalado en fardos de 20 a 50 Kg. para ser entregado a los productores nacionales o a los procesadores del exterior. La etapa que sigue es semi-industrial donde se limpia la hoja, reclasifica y desnerva (se separa el palo o nervadura de la hoja) y se vuelve a secar o curar, posteriormente, se empaca en fardos de 200 Kg.; el producto en esta etapa se identifica como hoja de tabaco desvenada, la cual se envía al exterior o es consumida por la industria nacional en la fabricación de cigarrillos³.

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TABACO EN COLOMBIA

El cultivo de tabaco es un renglón muy importante en la economía del país, representa el sustento de familias en gran parte del territorio como se ilustra en la figura 1; proporciona altos ingresos al estado y para la financiación se otorgan créditos mediante el Banco Agrario en convenio con las empresas tabacaleras, además se desarrollan importantes investigaciones en universidades e instituciones de formación como el SENA.

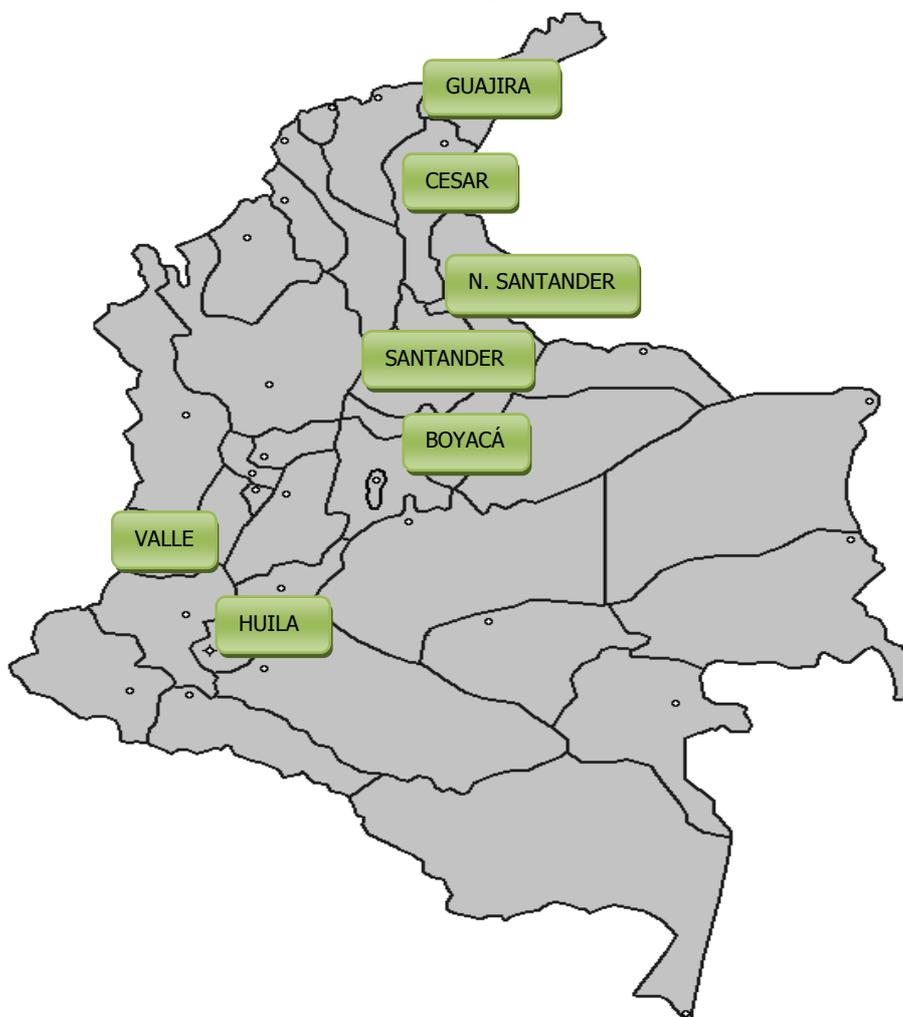
El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural dice “el tabaco por más de un siglo ha estado ligado a la vida de los colombianos en los aspectos económico,

³ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. la cadena del tabaco en Colombia, Bogotá 2005.

cultural y social. En Colombia, como en muchos países del mundo, el tabaco es un importante generador de empleo e ingreso para los agricultores, a la vez que constituye una fuente importante de recursos fiscales y de divisas. Además, la industria del tabaco dinamiza la economía a través de su encadenamiento con otros sectores como el transporte, la industria de cartón (por el uso de empaques), la industria gráfica, la de publicidad, mercadeo y medios de comunicación (por la alta inversión que hace este sector para promocionar sus productos).

Su cultivo es una alternativa atractiva si tenemos en cuenta que se adapta a terrenos pobres y con escasez de agua, poco rentable con otros cultivos. Además, se constituye en una fuente segura de ingresos ya que la cosecha ha sido negociada con anterioridad, lo cual es conveniente para los agricultores que cuentan, entonces, con un mercado asegurado y la financiación de las empresas compradoras”⁴.

Figura 1. Departamentos de Colombia bajo influencia de Protabaco.



Fuente: Adaptado. PROTABACO LTDA. Presentación Huila. Neiva, 2009. p. 2

⁴ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA. la cadena del tabaco en Colombia, Bogotá 2005.

Zambrano y Tovar (2007)⁵ establecen que entre 1998 y 2003 el área cultivada con tabaco cada año, en promedio, fue de 14.790 hectáreas, con las cuales se generaron más de 2,5 millones de jornales por año, lo que en términos de empleo generado equivale a poco menos de 15.000 empleos anuales. Con excepción de un par de años, el mayor número de personas se empleó en el cultivo del tabaco negro; en el 2003 el número de trabajadores contratados ascendió a 16.463, de los cuales el 53% se empleó en el cultivo de tabaco negro.

Adicionalmente, en promedio, durante la década pasada la industria productora de cigarrillos y cigarros vinculó anualmente a 1.442 trabajadores; el valor de la remuneración a estas personas fue de \$26.052 millones (pesos corrientes) en el 2002. Se estima que en el 2003 la industria del tabaco empleó 1.157 personas.

En el año 2003, en Colombia, se cultivaron 16.131 hectáreas que rindieron 34.458 toneladas, de las cuales cerca del 47% correspondió a los distintos tipos de tabaco rubio y el 53% restante al tabaco negro tipo García y cubita. El cultivo del tabaco ocupó el 0,41% del total del área cultivada en el país, el tabaco rubio 0,46% del área de los cultivos transitorios y el tabaco negro el 0,37% del área de los cultivos permanentes.

Por otra parte, según Mojica y Paredes (2005)⁶, la cadena de tabaco representa una importante fuente generadora de rentas, tanto para la Nación, como para los departamentos, a través de una serie de impuestos que gravan la producción y el consumo. La serie comienza con el 1.5% de retención en la fuente, sobre el tabaco en rama que vende el agricultor, 2% pagado por los agricultores del valor del tabaco en rama vendido, como cuota parafiscal; 55% de impuesto al consumo de cigarrillos del precio de venta en puerta de fábrica al detallista; 10% de impuesto sobre los cigarrillos para apoyo del deporte en los departamentos; 16% de IVA con destino al fisco nacional; 20% de arancel para los productos importados con destino al fisco nacional, sobre el precio CIF para los cigarros y cigarrillos, 15%, para el tabaco en rama desvenado y 10%, para el tabaco sin desvenar.

1.3 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TABACO EN EL HUILA

Los Huilenses incursionaron en el cultivo de tabaco a partir del año 1975 con apoyo de la empresa Tabacos Rubios de Colombia S.A., brindando alternativas de inversión para el sector agrícola, se iniciaron cultivos en las zonas de topografía relativamente plana en el departamento y debido al auge que ha tenido se han extendido plantaciones hasta territorios más altos y de pendientes superiores al 5 %.

⁵ ZAMBRANO, TOVAR. Acuerdo regional de competitividad para la cadena del tabaco en el departamento del Huila. Neiva – Huila, 2007. p. 30

⁶ MOJICA, PAREDES. Características del cultivo de tabaco en Santander. Bucaramanga – Santander, 2005. p. 12

El Departamento del Huila se ha venido especializando en la producción de tabaco Virginia curado al horno, en explotaciones promedio de 6.5 hectáreas, presentando el mayor incremento entre las diferentes variedades que se producen en el país debido a la creciente demanda de cigarrillos suaves. En efecto, este tabaco participaba con el 32.5% en las compras nacionales de la industria a comienzos de la década de los noventa y paso a representar hasta el 48% en menos de diez años. No obstante, es en el Departamento del Huila donde se ha presentado el mayor aumento en los costos de producción en los últimos años debido a factores como el aumento de los cultivos en arriendo, que encarecen los costos⁷.

Además, La Alta Consejería Para la Reintegración, República de Colombia, indica “el cultivo de tabaco en el departamento del Huila se ha fortalecido en los últimos años gracias al apoyo de entidades tabacaleras y las diferentes agremiaciones municipales de productores de tabaco al igual que el trabajo de Agrotahuila asociación tabacalera del departamento. Los principales sectores en donde se cultiva tabaco son la zona centro y la zona norte, zonas aptas en cuanto a necesidades edáficas y climatológicas para el desarrollo del cultivo.

Para el año 2008 la gobernación del departamento con la colaboración de entidades como Corpoica, Protabaco, Coltabaco, el banco agrario entre otras, desarrollo un plan de acción para la cadena productiva del tabaco, con el fin de implementar herramientas de apoyo para aumentar el área sembrada en tabaco en el departamento y de esta manera mejorar la comercialización, competitividad del cultivo a nivel nacional y la calidad de vida de los productores y sus familias.

La producción tabacalera aporta cerca de 260 jornales por hectárea en el año y es una de las principales fuentes de generación de empleo. Su desarrollo se adelanta con participación de pequeños y medianos productores de 16 municipios, débilmente asociados y con la incorporación de agricultura por contrato a partir de dos empresas comercializadoras de tabaco presentes en la región”⁸.

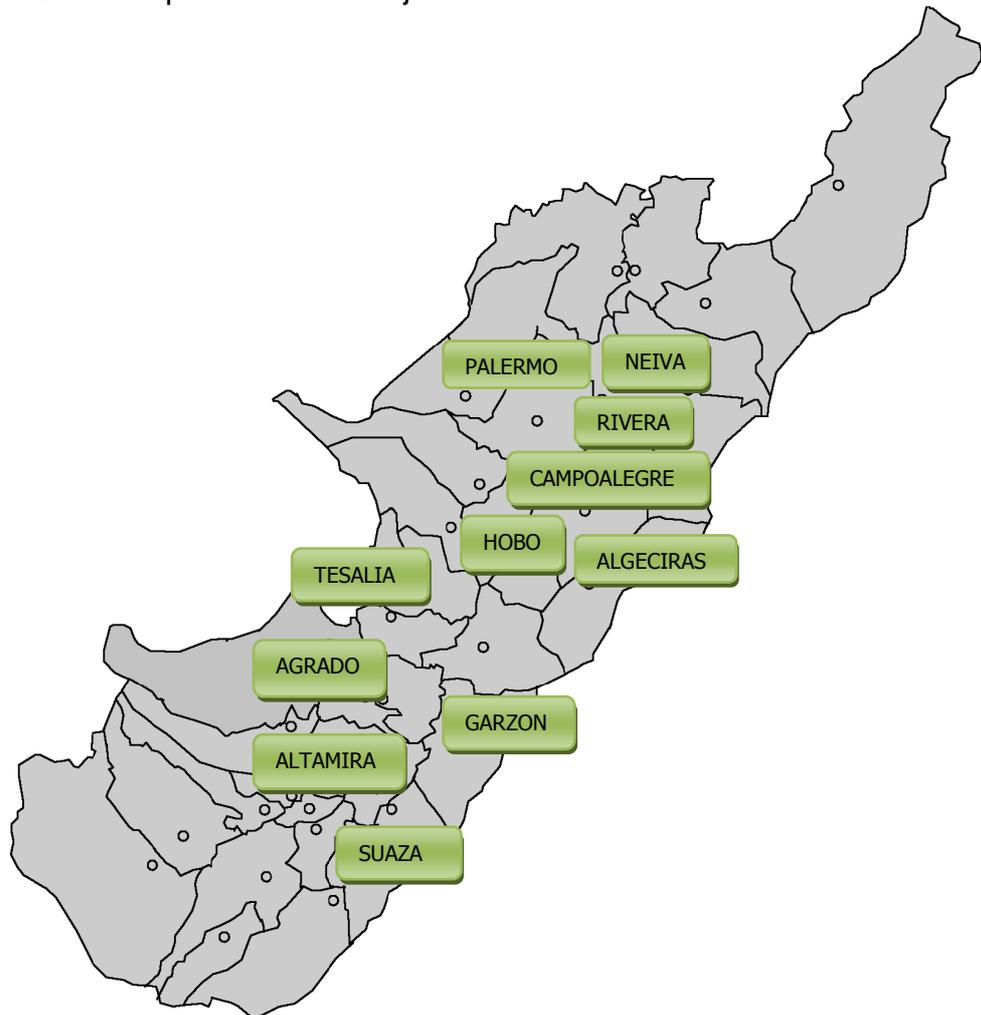
La producción nacional está concentrada en dos empresas: Coltabaco S.A. y Protabaco Ltda., quienes han impulsado el establecimiento de cultivos de tabaco a través del uso de contratos de compra de cosecha, financiación de cultivos y de infraestructura para curado, capacitación, asistencia técnica y monitoreo del manejo de cultivos y recursos.

En el Huila, la siembra se concentra en la parte central y gran parte del sur del departamento como se ilustra en la figura 2, en esta se relacionan los municipios con cultivos de tabaco asistidos y financiados por Protabaco Ltda.

⁷ ZAMBRANO, TOVAR. Acuerdo regional de competitividad para la cadena del tabaco en el departamento del Huila. Neiva – Huila, 2007. p. 48

⁸ ALTA CONSEJERIA PARA LA REINTEGRACION, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, Diagnostico socioeconómico departamento de Huila, Bogotá 2008.

Figura 2. Municipios del Huila bajo influencia de Protabaco.



Fuente: Adaptado. PROTABACO LTDA. Presentación Huila. Neiva, 2009. p. 3

En el año 1987, se siembran (1800) hectáreas; con un punto de equilibrio cercano a los (1800) kilos por hectárea. Por problemas de índice fitosanitario el área se ve disminuida, pero comienza a aumentar en la década de los noventa. Para el año 2000, el área de incremento a (2000) hectáreas motivadas por la llegada de PROTABACO S.A.

Hasta el año 1992 hay un equilibrio entre los aumentos de los precios de tabaco y los índices de inflación, manteniéndose por esta razón, una rentabilidad adecuada. A partir de ese momento y por causa de la apertura económica, se inicia un desfase entre los incrementos de los costos del cultivo y el incremento de los precios del tabaco, llegándose a la actualidad a un punto de equilibrio de tres mil (3000) kilos por hectárea.

A la fecha (2007) se han alcanzado rendimientos hasta de tres mil (3000) kilos por hectárea en algunos municipios del Huila, sin embargo, el rendimiento promedio se ubica en los 2.500 kilos por hectárea para el

año 2003 y el rendimiento para Colombia en el mismo año es de 2.153 Kilos por hectárea, Esto ubica al Departamento del Huila como el numero uno a nivel nacional y casi a nivel mundial, lo cual se ha logrado a un adecuado manejo y tesón por parte del cultivador, a la bondad de los suelos y al excelente clima que contribuye en un alto grado a mantener unos buenos estándares de calidad en la hoja de tabaco. Por estas razones el cultivo aun se mantiene vigente, pero con un futuro muy incierto.

A inicios, el agricultor de tabaco en el Huila era de tipo empresarial, con áreas que oscilaban entre 20 y 30 hectáreas, o más, pero debido a la disminución en la rentabilidad, este cultivador ha ido desapareciendo, dando paso a cultivadores con áreas inferiores a diez hectáreas. Esa evolución se debe al alto riesgo del cultivo (alta inversión, baja rentabilidad), además, el pequeño cultivador mimetiza (no contabiliza) los costos mediante la utilización de mano de obra familiar y bajos costos administrativos⁹.

1.4 IMPLEMENTOS PARA FACILITAR LA SIEMBRA Y PODA EN EL CULTIVO DE TABACO

1.4.1 Implementos para el marcado de siembra.

Para obtener una buena cosecha en el cultivo de tabaco es necesario establecer densidades de siembra de 18.000 a 23.000 plantas por hectárea independientemente de la variedad o clase de semilla a sembrar, esto para evitar la competencia por luz y nutrientes además de permitir la buena aireación del cultivo¹⁰. Estas densidades junto con controles fitosanitarios y prácticas culturales a tiempo, proyectan rendimientos óptimos de producción y permiten al ingeniero o asistente técnico establecer dosis exactas de insumos agrícolas para el cultivo, minimizando exesos o deficiencias debido a cálculos aproximados que puedan ocasionar aumentos en los costos de producción.

El marcado de siembra para el cultivo de tabaco y en general para cualquier cultivo sin siembra mecanizada se realiza para dar uniformidad a la plantación tanto en la distancia entre hileras como la distancia entre plantas. Para esta zona las distancias recomendadas por los especialistas en el cultivo son los rangos de 36 a 40 cm entre plantas y de 1,0 a 1,2 metros entre hileras; siendo el marcado y hoyado un eslabón fundamental dentro de los procesos del cultivo, actualmente a nivel nacional para esta labor se utiliza una rama o trozo

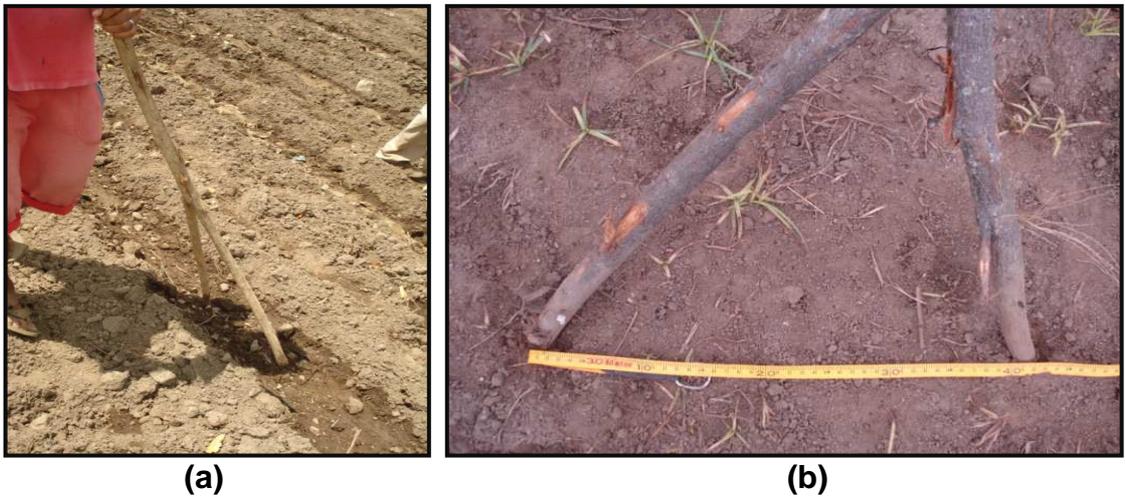
⁹ ZAMBRANO, TOVAR. Acuerdo regional de competitividad para la cadena del tabaco en el departamento del Huila. Neiva – Huila, 2007. p. 49

¹⁰ PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

de madera en forma de “Y” que se corta de tal manera que la distancia de abertura sea la que se desea implantar en el lote (Figura 3).

Entre los inconvenientes que presenta este implemento de marcado de siembra se destaca la desuniformidad entre hoyos o marcas debido al cansancio que este genera en el operario al ejercer presión contra el suelo; su principal ventaja radica en el costo, pues su valor corresponde al tiempo que tarda un trabajador en cortarlo de algún árbol cercano al lote.

Figura 3. (a) Marcador de siembra tradicional, **(b)** distancia común de siembra (40 cm).



Fuente: Autor

El marcado de siembra para el lote se inicia en la cabecera de cada surco punzando el suelo con este implemento hasta completar el área que se desea sembrar; en la mayoría de los casos se realiza el marcado y hoyado por operarios diferentes (Figura 4) incrementando el costo de la labor.

Figura 4. Marcado de siembra con dos operarios.

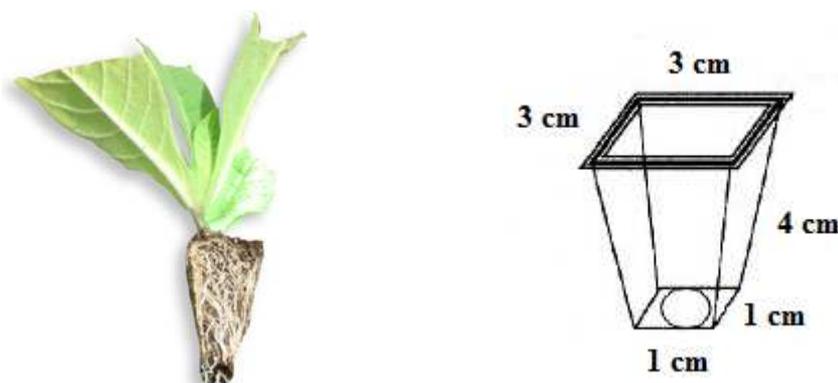


Fuente: Autor

Se debe realizar el marcado en condiciones ideales de humedad del suelo para siembra de tabaco (capacidad de campo CC); en caso de lotes de fácil encharcamiento se debe sembrar en la parte más alta del surco.

El orificio de sembrado se debe hacer 2 cm más grande del tamaño del cono de suelo y raíces extraído de la bandeja plástica o poliestireno (Figura 5); para el caso de semillero tradicional el orificio debe ser 3 cm más grande debido a que la plántula tarda cerca de 20 días más en semillero que la anterior y desarrolla un bulbo de raíces más grande. Cuando el lote a sembrar ha presentado problemas de hongos, se aprovecha para aplicar fungicidas en el interior del orificio antes de sembrar la plántula de tabaco¹².

Figura 5. Croquis del cono de semilla y raíces extraído de la bandeja.



Fuente: Autor

1.4.2 Implementos para podar plántulas de tabaco

Según Inta (2003)¹¹ “la poda es una práctica importante que favorece el vigor, la altura y el diámetro uniforme de los tallos, una poda apropiada homogeniza el semillero; además puede usarse para demorar el transplante cuando las condiciones del campo no son favorables.

La poda a tiempo genera altos beneficios al semillero, pero una mala labor de poda puede ocasionar daño en el meristemo de crecimiento generando la pérdida de la plántula. También se pueden producir infecciones debido a las heridas mecánicas que pueda sufrir además de la pudrición que puede generar hojas ya podadas sobre el semillero”.

Por otro lado, Protabaco recomienda iniciar la labor de poda cuando la altura de la planta total es de 5 a 6 cm encima de la bandeja; se gradúa la altura de la hoja de la cortadora entre 2,5 a 3,8 cm encima del cuello de la planta (Figura 6), se debe tener sumo cuidado en no dañar la yema terminal¹².

¹¹ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

¹² PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

Figura 6. Plántulas podadas.



Fuente: PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

Existen diversos sistemas de poda y la elección depende de la escala de producción. Para un número reducido de bandejas, la poda se realiza en forma manual con una tijera de podar o un cuchillo bien afilado previamente desinfectado como se observa en la figura 7. Las bandejas deben retirarse una a una de la pileta o pasera de semillero y colocarlas en un plano inclinado, asegurándose que los restos cortados caigan al piso; para el caso de semilleros tradicionales se poda sin retirar las plántulas del suelo.

Figura 7. Poda con cuchillo afilado y desinfectado.



Fuente: PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

Para semilleros de medianos productores (10 – 100 Ha) se utiliza el cajón de podar, implemento originario del Brazil que permite podar toda una bandeja de un solo paso, consta de una armazón, un espaldar graduable y un montaje de

corte; está construido en madera con algunas partes metálicas haciéndolo fácil de transportar y económico de adquirir.

Para su utilización se procede a enterrar un par de estacas en el suelo a una distancia de tres metros una de la otra, a cada estaca se le amarra un pulpo de moto o resorte de 1 m, a este se le sujetan 50 cm de cabuya o fique unidos a un hilo de guaya de bicicleta como se indica en la figura 8.

Se debe hacer el montaje con una tensión inicial mínima que garantice la elongación de los pulpos o resortes, también se recomienda realizarlo lo más cerca posible a la ubicación del semillero con la intención de evitar el transporte excesivo de las bandejas ya que se pueden originar daños mecánicos por manipulación a las plántulas generando pérdidas indeseables que nos pueden diezmar nuestro semillero.

Continuo a la labor de poda se recomienda realizar aplicaciones preventivas de fungicidas que eliminen cualquier tipo de hongo nocivo proporcionando el tiempo necesario para que las plántulas cicatricen las heridas.¹³

Figura 8. Montaje y funcionamiento del cajón de podar.



Fuente: Autor

¹³ PROTABACO LTDA. Presentación semilleros y preparación de suelos. San Gil – Santander, 2010, .p. 25

Habiendo realizado el montaje se coloca una bandeja en el cajón y se gradúa el espaldar de acuerdo a la altura de poda que se desea para las plantas (Figura 9), se levanta el montaje y se suelta de manera que la guaya resbale por los lados del cajón que están cubiertos por material sintético.

Figura 9. (a). Graduación del cajón y **(b)** bandeja podada.



Fuente: Autor

Se recomienda recolectar los residuos de la poda y desecharlos o enterrarlos lo más lejano posible del lote a sembrar o del semillero, esto con el fin de evitar la propagación de plagas y enfermedades que afecten el cultivo.

Para un mayor número de bandejas, se puede mecanizar por medio de una cortadora de césped, que tenga un mecanismo que permita regular la altura de corte, montada sobre una mesa cercana a las piletas. Las bandejas se retiran de la pileta y se deslizan una a una por debajo de la máquina en funcionamiento. Los restos de hojas deben ser retirados de la zona de producción de plántulas, con la finalidad de evitar posibles contaminaciones. Este método permite realizar un corte más homogéneo.

Para la producción en invernadero, es conveniente colocar unos rieles en las paredes laterales por los cuales corre un bastidor sobre el que se adosa una máquina de cortar césped con bolsa o cajón recolector. Previa regulación de la altura de corte, un operario empuja el bastidor por el camino central y va realizando la poda (Figura 10). Al llegar a la cabecera, descarga los restos de plantas en un cajón específico fuera del invernadero, desliza la máquina a lo largo del bastidor hacia el siguiente ancho de corte y repite el proceso¹⁴.

¹⁴ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

Figura 10. Cortadora de césped montada sobre bastidor para poda de plántulas. El operario empuja el bastidor a lo largo de rieles cubriendo todo el invernadero.



Fuente: INTA; 2003

1.4.3 Implementos para la siembra de semilla desnuda en bandejas

Para la siembra de semilla en bandejas es recomendable utilizar semilla pelletizada (Figura 11) debido a que brinda un diámetro uniforme para la calibración de boquillas en caso de usar sembradoras mecánicas o neumáticas, además este tipo de semillas proporcionan porcentajes de germinación superiores al 90 %; para la siembra de semilla desnuda se debe optar por métodos que realicen mezclas con otros componentes con el ánimo de aumentar la uniformidad de distribución en las bandejas ya que la idea es usar eficientemente nuestra semilla certificada aplicando una o dos por alveolo.

Figura 11. Semilla pelletizada para siembra de almácigos flotantes



Fuente: INTA, 2003

En caso de no tener ninguna posibilidad de acceder a semilla pelletizada es posible sembrar las bandejas con semilla sin pelletizar, tratando de ajustar al máximo la cantidad de semillas en la celda. Una vez que las plantitas llegan a un tamaño razonable (15 a 30 días dependiendo de la temperatura) es necesario ralear las plantitas dejando sólo una por celda y/o trasplantar las pequeñas plantitas a nuevas bandejas (una por celda) hasta completar el ciclo.

La operación de siembra ideal es aquella que permite llenar adecuadamente la bandeja con sustrato, sembrarla y colocarla en la pileta en el menor tiempo posible.

En el sistema de almácigos flotantes es recomendable sembrar y disponer de una producción de plantas entre 15 y 20 % superior a las necesidades reales para cubrir imprevistos.

Algunos productores han optado por ubicar en la cabecera de cada pileta algunas bandejas en las que siembran el doble de semillas (figura 12). Estas bandejas permiten en las primeras tres semanas repicar plantitas a las celdas que pudieran haber fallado por distintas razones. De esta manera el porcentaje de eficiencia se acercará mucho al 100%, aunque a un costo mayor de mano de obra¹⁵.

Figura 12. Cabecera de pileta con bandejas sembradas con el doble de semilla para trasplantar en celdas falladas.



Fuente: PROTABACO LTDA. Presentación semilleros y preparación de suelos. San Gil – Santander, 2010, .p. 25

¹⁵ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

Convencionalmente en la zona se siembra mediante la “riega de semilla”, método en el que se utiliza una regadera de jardín y agua de acuerdo a la cantidad de semilla a aplicar; se tiene establecida una cantidad de 4 gramos de semilla para 180 bandejas; se llena la regadera con alrededor de 10 galones de agua y junto con estos se vierte la semilla, se disuelve por unos segundos y se procede a regar las bandejas de un lado a otro repitiendo las esquinas hasta terminar la mezcla de agua y semilla contenida en el recipiente; esto se hace para cada pasera que normalmente tiene de 180 a 200 bandejas, cantidad necesaria para sembrar una hectárea de tabaco.

Este método tradicional es el más usado ya que es rápido y efectivo pero genera altos costos en raleo, labor que consume alrededor de 5 jornales por Ha y nace a partir de la siembra en bandejas, el raleo consiste en retirar las plántulas demás que han germinado en los alveolos de tal manera que se deje una sola por celda, las plántulas retiradas se siembran en bandejas nuevas o son resembradas en alveolos en los que se perdió la semilla o no germinó.

Este sobre costo se genera debido a que la regadera no dosifica la cantidad de semilla que cae por alveolo originando un exceso de plántulas por bandeja; el raleo se realiza 20 a 25 días después de aplicada de semilla con una pinza, depilador o un palillo de dulce¹⁶ (Figura 13).

Figura 13. Raleo



Fuente: PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

¹⁶ PROTABACO LTDA. Presentación semilleros y preparación de suelos. San Gil – Santander, 2010, .p. 24

Para disminuir esta labor los agricultores han optado por sembrar de diferentes formas, una de estas es la siembra con jeringa de 5 ml (Figura 14), este método consiste en llenarla con varios gramos de semilla y golpearla suavemente sobre cada alveolo con el fin de que caigan menos semillas en este; en cuanto a dosificación resulta un poco más efectivo que la siembra por regadera pero se convierte en un trabajo dispendioso cuando se realizan semilleros de más de 1Ha, habituales en la zona debido a que se siembra tabaco rubio de clase Virginia, extensivo en comparación con el Burley o el tabaco negro para los cuales este método es muy beneficioso por ser siembras familiares en áreas reducidas.

Otro método de siembra que se ha usado en la zona es el voleo, labor que se realiza al revolver 4 gramos de semilla con 500 gramos de arena o cal apagada, mezcla que se esparce por toda la pasera a una cantidad de 170 bandejas aproximadamente; para esta labor la semilla debe tener un mínimo de 80 % de germinación.

Figura 14. Siembra de semilla con jeringa.



Fuente: PROTABACO, 2005. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA Santander. PP. 1-50

En una escala mayor de producción puede usarse un dispositivo similar al anterior que funciona en forma neumática, absorbiendo la semilla en una placa cribada con la succión de una aspiradora común. Una vez que cada criba tiene una semilla, la máquina se ubica sobre la bandeja previamente rellena con sustrato y marcada y se corta la succión. Cada semilla cae en una celda y se completa el proceso.

Es recomendable que el proceso completo de siembra se realice en forma continua y en lo posible en un solo lugar.

Para el manejo de grandes cantidades de bandejas, existen en el mercado varios tipos de máquinas que permiten realizar estos pasos de una forma más o menos automatizada¹⁷ (Figuras 15 y 16).

Figura 15. (a) Línea automática de llenado y siembra, **(b)** Rolo sembrador en línea.



(a)



(b)

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

Figura 16. Siembra automatizada de bandejas de poliestireno con sembradora neumática



Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

¹⁷ INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. p. 75

1.5 COSTOS DE PRODUCCION DE TABACO VIRGINIA EN COLOMBIA.

Según Quintero y Rodríguez (2004)¹⁸, los costos por hectárea cosechada son más altos para el tabaco rubio tipo Virginia, en comparación con los otros tipos de tabaco rubio (Burley y VICA) y tabaco negro, debido a que su cultivo es más intensivo en el uso de insumos, maquinaria, hornos para el curado de la hoja y transporte.

La mano de obra tiene un peso mayor en la estructura de costos para el Huila en comparación con otros tipos tabacos y/o otras zonas debido a las extensas áreas de siembra, la demanda de jornaleros y la falta de mecanización de la mayoría de las labores del proceso productivo. En la tabla 1 se presentan los costos de producción por hectárea para agricultores con siembras asistidas y financiadas por Protabaco Ltda.

Tabla 1. Costos de producción tabaco Virginia en el Huila.

COSECHA	2009	TRM 13/11/09	1976,89
M.O. SEMILLERO (Floating)	Costo (Pesos)	Costo (Usd)	%
ACONDICIONAMIENTO Y FABRICACIÓN	34.000	USD 17,20	0,29%
APLICACIÓN DE INSUMOS	76.500	USD 38,70	0,66%
RALEO	85.000	USD 43,00	0,73%
RESUMEN M.O.D. SEMILLERO	195.500	USD 98,89	1,68%
M.O. CAMPO	Costo (Pesos)	Costo (Usd)	%
PREPARACION SUELO	408.000	USD 206,38	3,50%
SIEMBRA Y RIEGOS	527.000	USD 266,58	4,52%
FERTILIZACION	391.000	USD 197,79	3,36%
CONTROL DE MALEZAS Y CULTIVADAS	272.000	USD 137,59	2,33%
CONTROL PLAGAS - ENFERMED.	357.000	USD 180,59	3,06%
CAPE - CONTROL CHUPONES	136.000	USD 68,79	1,17%
RECOLECCIONES	680.000	USD 343,97	5,84%
BENEFICIO	2.796.200	USD 1.414,44	23,99%
RESUMEN M.O.D. CAMPO Y BENEFICIO	5.567.200	USD 2.816,14	47,77%
TOTAL GENERAL M.O.	5.762.700	USD 2.915,03	49,45%
COSTOS INDIRECTOS	Costo (Pesos)	Costo (Usd)	%
TRANSPORTE	443.000	USD 224,1	3,80%
ARRENDAMIENTOS	1.438.000	USD 727,4	12,34%
SEGUROS	225.000	USD 113,8	1,93%
DEDUCCIONES	627.807	USD 317,6	5,39%
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	2.733.807	USD 1.382,88	23,46%
TOTAL INSUMOS SEMILLEROS	322.214	USD 163	2,76%
TOTAL INSUMOS CAMPO	2.835.000	USD 1.434,07	24,33%
GRAN TOTAL Ha	11.653.721	USD 5.894,98	100%

Fuente: PROTABACO LTDA, 2010.

¹⁸ QUINTERO, RODRIGUEZ. Costos de producción de tabaco en Colombia. Bogotá – Colombia, 2004

1.6 ECUACIONES PARA EL CALCULO DE RENDIMIENTOS Y EFICIENCIAS EN LABORES MECANIZADAS.

Muchos factores han contribuido a la mecanización de la agricultura. Los hechos más significativos son las necesidades de reducir las demandas laborales, reducir el trabajo fatigante hecho por el hombre e incrementar la productividad, entre otras. El trabajo agrícola es agotador físicamente y las condiciones de trabajo son adversas. En términos generales la mecanización reduce el trabajo físico humano; es menos extenuante conducir un tractor que cultivar el campo todo el día con un azadón.

La demanda de mano de obra, varía durante el cultivo. Es necesario mayor número de obreros durante la labranza y la cosecha, que durante otros períodos del crecimiento de las plantas. Esta fluctuación en la mano de obra crea problemas logísticos desde el punto de vista de la administración y programación del trabajo. Con la mecanización es posible reducir la demanda en los picos de demanda laboral y mantener una fuerza laboral estable.

Son diversas las prácticas mecánicas ejecutadas en la producción de cultivos; igualmente existe una gran disponibilidad en el mercado de máquinas y equipos con significativas diferencias funcionales, constructivas y de capacidad. Lo anterior, conduce a un proceso riguroso de planificación de necesidades y de la programación de su utilización¹⁹.

Aun para las labores a evaluar en este proyecto existen algunas herramientas o aparatos ya realizados en mercados internacionales que no se han implementado en nuestra zona, como es el caso de sembradoras neumáticas de semilla y podadoras de césped modificadas; son tecnologías existentes que no son asequibles al agricultor de tabaco promedio debido a sus altos costos.

Por todo lo anterior se hace necesario realizar implementos que apliquen a las condiciones de trabajo de la zona y que además sean de bajo costo de adquisición de tal manera que el agricultor vea en estas una solución económica frente a la cantidad de jornales implicados en la labor a desarrollar.

Otro aspecto fundamental es evaluar los implementos en cuestión, poder establecer eficiencias y rendimientos mediante las ecuaciones descritas en la tabla 2 con el fin de determinar las ventajas que estos brindan frente a la labor convencional para mostrar con argumentos el avance que estas herramientas aportan al campesino en sus labores de cultivo.

¹⁹ MURCIA, Alonso. Evaluación y calibración de algunas maquinas e implementos utilizados en la mecanización del sistema maíz – soya. Bogotá – Colombia. 2004.

Tabla 2. Formulas de rendimientos y eficiencias calculadas.

ECUACIONES, RENDIMIENTOS Y EFICIENCIAS		
ANCHO DE TRABAJO TEORICO	$Bto = (Bp)n$	Bto = Ancho de trabajo teórico m Bp = Separación entre hileras m n = numero de cuerpos. Adimensional
SUPERFICIE EFECTIVA DE TRABAJO	$Se = BT Le$	Se = Superficie efectiva de trabajo m ² BT = Ancho total de trabajo en metros Le = Longitud real de trabajo en metros
VELOCIDAD DE OPERACIÓN	$Vpo = 3.6D/t$	Vpo = Velocidad de operación Km/h D = Distancia de referencia (20 m) m t = Tiempo promedio h
RENDIMIENTO TEORICO	$Rt = 0.36(BtoVmt)$	Rt = Rendimiento teórico ha/h Bto = Ancho teórico de trabajo m Vmt = Velocidad máxima m/s
RENDIMIENTO EFECTIVO	$Re = 0.0001(Se/Te)$	Re = Rendimiento efectivo ha/h Se = Superficie efectiva de trabajo m ² Te = Tiempo efectivo de trabajo h
RENDIMIENTO OPERATIVO	$Ro = 0.0001(Se/To)$	Ro = Rendimiento operativo ha/h Se = Superficie efectiva de trabajo m ² To = Tiempo operativo de trabajo h
RENDIMIENTO REAL	$Rr = 0.0001(Se/Tt)$	Rr = Rendimiento real ha/h Se = Superficie efectiva de trabajo m ² Tt = Tiempo total de trabajo h
EFICIENCIA EFECTIVA	$Ee = (Re/Rt)100$	Ee = Eficiencia de trabajo en campo % Re = Rendimiento efectivo ha/h Rt = Rendimiento teórico ha/h
EFICIENCIA OPERATIVA	$Eo = (Ro/Rt)100$	Eo = Eficiencia operativa % Ro = Rendimiento operativo ha/h Rt = Rendimiento teórico ha/h
EFICIENCIA REAL	$Er = (Rr/Rt)100$	Er = Eficiencia real % Rr = Rendimiento real ha/h Rt = Rendimiento teórico ha/h

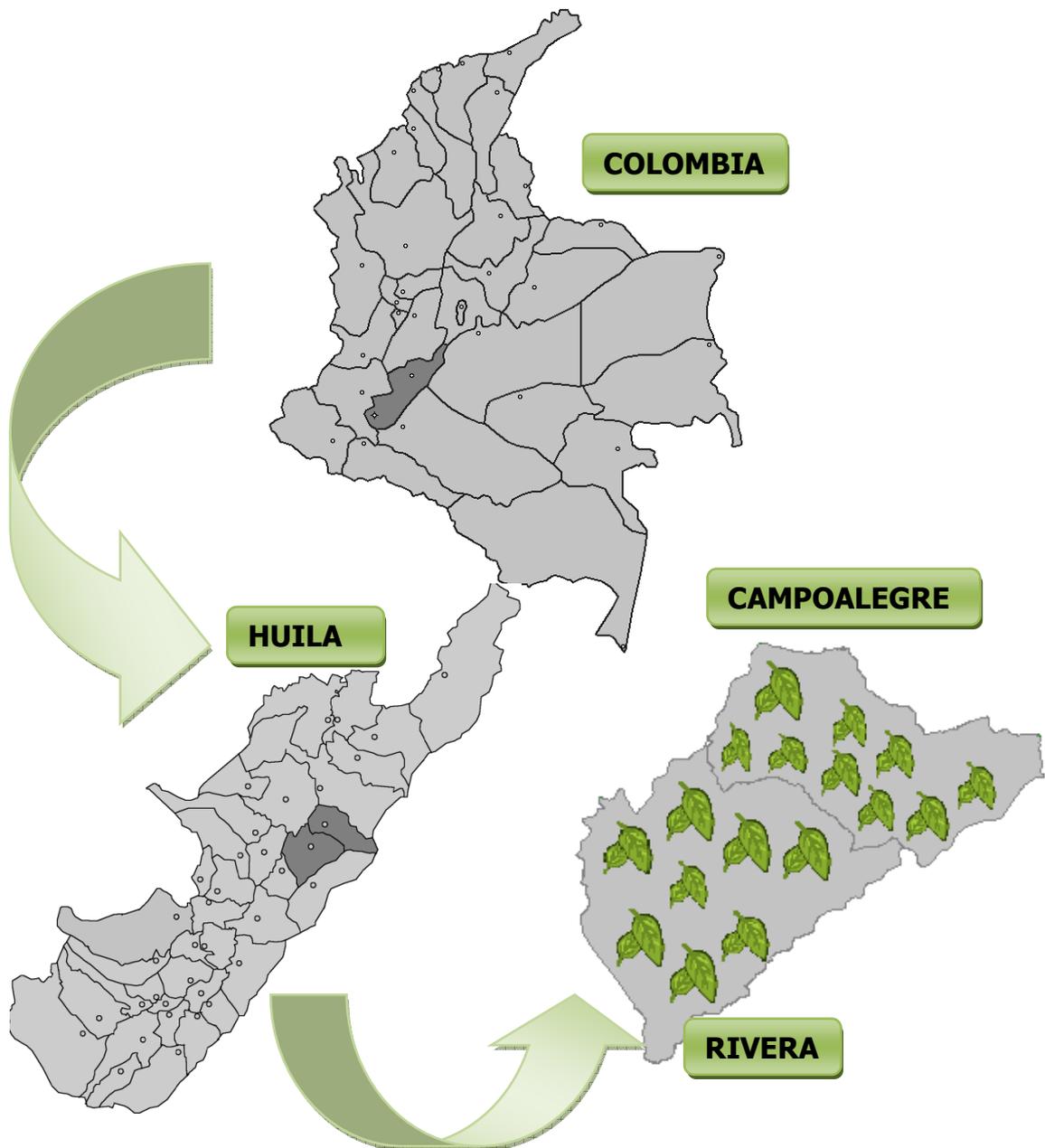
Fuente: Tractores, implementos agrícolas – sembradoras neumáticas de precisión – especificaciones y método de prueba. México D.F, 2004, NMX-O-222-SCFI-2004

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El Presente proyecto se llevo a cabo en gran parte de la zona tabacalera del departamento del Huila, principalmente en los municipios de Rivera y Campoalegre (Figura 17), por consiguiente la recolección de información y diseño de los implementos se harán de acuerdo a estas condiciones de suelo y cultivo.

Figura 17. Área de estudio del proyecto.



Fuente: Autor

La evaluación de los implementos construidos se realizó en el predio La Bastilla, ubicado en la vereda Río Neiva del municipio de Campoalegre, mas específicamente en el centro de formación agroindustrial de la Angostura SENA (Figura 18), gracias a un convenio de investigación firmado por este ente público y Protabaco Ltda.

Figura 18. Lote la Bastilla. SENA



Fuente: Autor

Para los ensayos se cuenta con una extensión de 1 Ha, este lote presenta una pluviosidad de 1254 mm/año, en la zona la temperatura promedio es de 27°C con un clima cálido, la topografía es relativamente plana con leve pendiente y está ubicada a una altura de 525 m.s.n.m. (Datos estación meteorológica SENA. 2008).

2.2 DETERMINACIÓN DE IMPLEMENTOS A DESARROLLAR

Se visitaron 30 lotes en la zona sumando un área cercana a las 100 hectáreas, en los cuales mediante análisis de los costos de producción y encuestas realizadas a los agricultores se destacaron tres labores importantes en el proceso productivo del tabaco para las que no se han desarrollado mejoras a pesar del avance de la tecnología en los últimos años.

Para la etapa de semillero, proceso que tiene una duración de 45 días se observaron dos labores que generan altos costos en mano de obra e ineficiencia en su desarrollo, se trata de la siembra de semilla en bandejas y la poda de estas durante su ciclo de plántula.

Otra de las labores que influye de manera importante en el costo de producción del cultivo de tabaco es el marcado de siembra, proceso que se desarrolla sin ningún tipo de tecnificación.

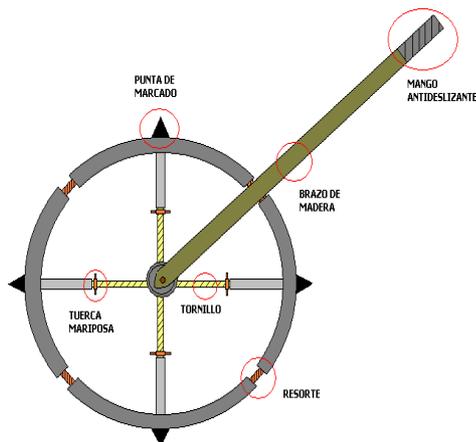
Estos tres procesos, siembra de semilla, poda de plántulas y marcado de siembra son labores que actualmente se hacen de manera artesanal e ineficiente generando aumentos significativos en jornales y tiempo, reflejándose en pérdidas de dinero y bajas en rentabilidad del cultivo.

2.3 DISEÑO DE LOS IMPLEMENTOS.

2.3.1 Marcador - ahoyador

Para el diseño se tuvo en cuenta las distancias de siembra utilizadas en cada uno de los municipios tabacaleros del Huila, el tipo de suelo y los materiales disponibles en el mercado de tal manera que se lograra un implemento versátil, eficiente frente a las condiciones topográficas y de fácil adquisición para el productor.

Figura 19. Prototipo 1. (P1)



El primer prototipo se diseño con un tornillo de $\frac{1}{4}$ de pulgada como mecanismo de graduación; este permite aumentar o disminuir el diámetro de la circunferencia, originando una variación en la distancia entre las puntas de marcado.

Se diseño en forma de rueda para facilitar su desplazamiento en el lote y las puntas de manera triangular.

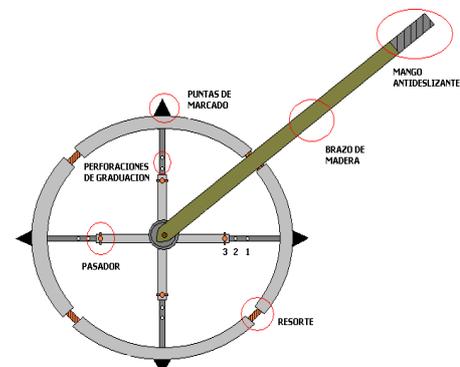
La figura 19 especifica los detalles más significativos de este diseño.

Fuente: Autor

El segundo prototipo (Figura 20) presenta orificios ya graduados para distancias de 38, 40 y 42 cm respectivamente, en estos se colocan pasadores de acuerdo a la densidad de siembra que se desee manejar para cada lote específico.

El tamaño de las puntas, brazo de conducción, rodamientos, resortes, eje, circunferencia y demás partes son iguales al prototipo 1.

Figura 20. Prototipo 2. (p2)



Fuente: Autor

Como el marcador – ahoyador se diseño para aberturas diferentes con pasadores o mariposas que garanticen distancias de 38, 40 y 42 cm entre puntas de marcado; se determino la ubicación de los pasadores utilizando la fórmula del perímetro de la circunferencia de la siguiente manera:

- Abertura de 38 cm.

El perímetro de la circunferencia será la distancia entre puntas de marcado por la cantidad de estas así:

$P = \text{Distancia entre puntas} \times \text{Cantidad de puntas}$

$P = 38 \times 4$

$P = 152 \text{ cm}$

En nuestro caso el radio (r) es el tamaño del brazo de cada punta de marcado.

Entonces, $P = d \cdot \pi$

$P = 2r \cdot \pi$ o $r = P / (2 \pi)$

$r = 152 / (2 \pi)$

$r = 24,2 \text{ cm} \dots \dots \dots$ Tamaño total del brazo

Como el tubo de diámetro mayor tiene una longitud fija de 10 cm y el rodamiento aporta 5 cm por su diámetro, se establece el primer pasador a una distancia de 9,2 cm del eje.

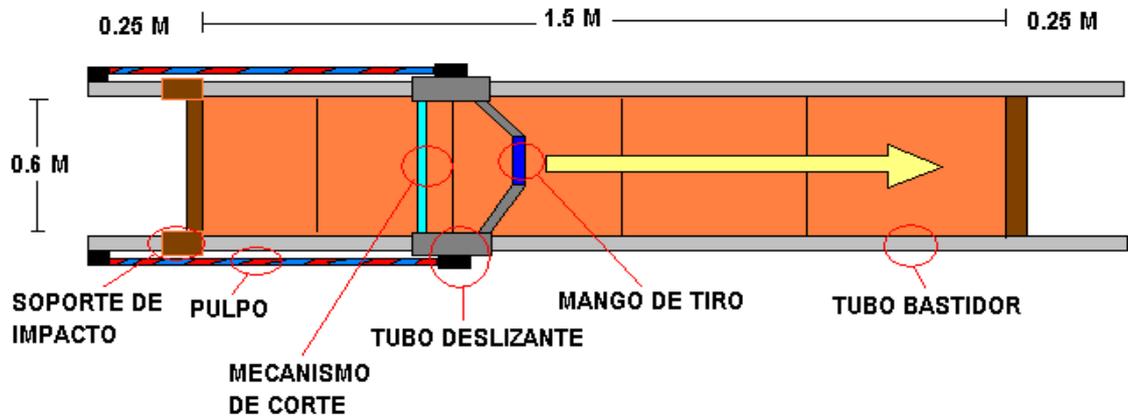
De la misma forma se calculo para las aberturas de 40 y 42 cm arrojando las distancias de 10,5 y 11,7 cm del eje respectivamente.

2.3.2 Podadora manual de plántulas de tabaco

Para el diseño de este implemento (Figura 21) se tuvo en cuenta la cantidad de bandejas a podar por hectárea (180 a 200 de 128 alveolos cada una), que a simple vista es una cantidad manejable, pero si hablamos del promedio de área de siembra por agricultor en Protabaco Ltda., que es de 7 Has, que en semillero representan cerca de 1400 bandejas, nos damos cuenta que esta labor se convierte en algo dispendioso que requiere muchos jornales.

Por consiguiente se diseño un implemento que presenta el mismo principio de poda que el cajón, pero se desarrollo de manera que permita podar 5 bandejas al mismo tiempo, disminuyendo 5 veces el tiempo que tardaba el cajón en podar cierta cantidad de bandejas; otros aspectos que se tuvieron en cuenta fueron la edad del cultivo ideal para este proceso, la humedad necesaria, el ángulo de corte y el mecanismo de elongación.

Figura 21. Diseño de podadora manual.



Fuente: Autor

Las bandejas plásticas utilizadas para semilleros de tabaco tienen un ancho de 29 cm y un largo de 59 cm, por lo tanto las dimensiones de la mesa porta bandeja son de 1,5 x 0,6 metros; por el contorno lateral posee un tubo bastidor que porta el carrito o mecanismo de corte, este es del largo de las bandejas y contiene la guaya que finalmente efectuara el corte.

Presenta además cuatro patas o extremidades inferiores graduables al terreno en el que se efectuó la labor, se inician en una altura básica de 60 cm. Para la graduación de la altura de poda cuenta con puntas en los cuatro extremos del tubo bastidor, estas puntas encajan en tubos pasantes con mariposas.

Junto a estos mecanismos se encuentran poleas que permiten la ubicación y elongación de los pulpos o resortes quienes retraen el carrito por sobre las bandejas permitiendo que la guaya puede las hojas que sobrepasan la medida graduada.

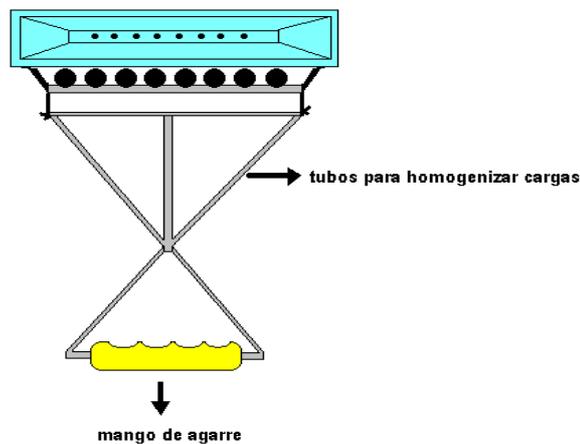
En los resultados se muestra la metodología de la podadora manual con ilustraciones que permiten comprender su funcionamiento y operación.

Este diseño se concibe de tal manera que sea fácil de operar para el agricultor; también se tuvo en cuenta el costo de los materiales para realizar un implemento económico.

2.3.3 Sembradora manual de semilla desnuda

En la figura 22 se ilustra el diseño de este implemento, se empezó por caracterizar la semilla de acuerdo a la variedad, diámetro, ángulo de deslizamiento y ángulo de reposo, también se tuvo en cuenta el tipo de bandeja (hicopor o bandejas plásticas), la cantidad de semillero a establecer y los materiales a utilizar de manera que sea sencilla y precisa en la dosificación.

Figura 22. Diseño inicial de sembradora manual.



Fuente: Autor

Las bandejas plásticas utilizadas para semilleros de tabaco tienen 8 alveolos a lo ancho por 16 alveolos a lo largo para un total de 128, presentan además una pestaña de 0.5 cm por todo su contorno por la cual se desliza la sembradora; cada alveolo tiene 2cm de ancho por 4 cm de alto.

El diseño se realizó para abarcar lo ancho de la bandeja por lo tanto cuenta con 8 boquillas y 8 golpeadores de boquilla espaciados de acuerdo a la ubicación de los alveolos de tal manera que cada boquilla coincida con el centro de cada alveolo con el fin de depositar las semillas sin ningún tipo de obstáculo; el mango de tiro presenta un ángulo de 30 grados respecto a la horizontal, abertura ideal para minimizar el momento negativo que se genera al deslizar el implemento.

2.4 CONSTRUCCIÓN DE LOS IMPLEMENTOS.

Posterior al diseño de los implementos se procedió a realizar la construcción de los mismos buscando materiales de bajo costo y buena calidad como se detalla a continuación.

2.4.1 Marcador – Ahoyador

Se construyeron dos prototipos con materiales y dimensiones similares, la diferencia radica en el mecanismo de graduación.

Entre los materiales usados se destacan platinas de hierro, tubos galvanizados, resortes, tubo cuadrado y varilla de $\frac{1}{2}$ pulg como se relaciona en la tabla 3 sumando un total en dinero de \$ 70.750 pesos cada prototipo.

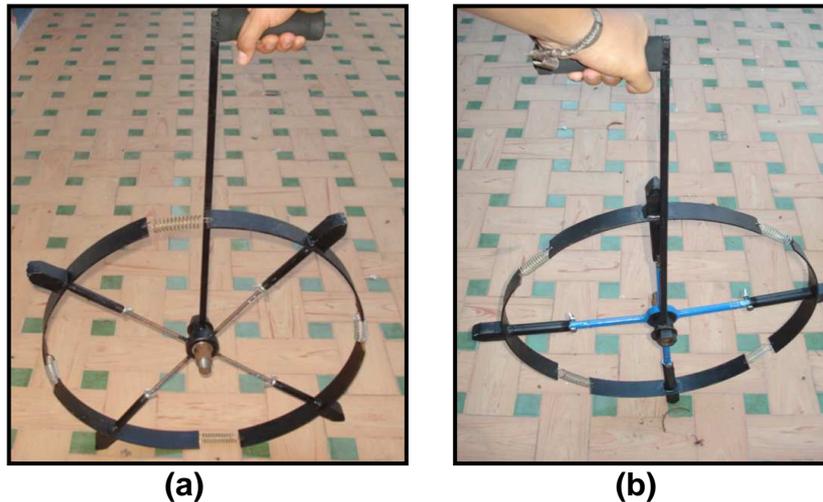
Tabla 3. Materiales para construir un marcador – ahoyador.

ACCESORIOS	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Platina de 1 ½ pulg.	Hierro	2 metros	5000	10000
Niple ½ pulg. (10 cm.)	Hierro galvanizado	4	1225	4900
Mango antideslizante	Espuma	1	1000	1000
Balinerá (1 pulg.)	Acero	1	5000	5000
Brazo	Hierro	1	5000	5000
Eje pasante	Acero	10 cm.	13000	13000
Tuerca eje	Hierro	1	850	850
Resorte	Acero	4	1200	4800
Niple ¼ pulg. (20 cm.)	Hierro galvanizado	4	2150	8600
Pasadores	Hierro	4	250	1000
Tuercas de mariposa	Hierro	4	400	1600
Mano de obra	-	1	15000	15000
TOTAL				\$ 70.750

Fuente: Autor

Para ambos diseños se torneo el eje de un trozo de acero de 10 cm de tal manera que quedara ajustado al rodamiento y con rosca en ambos extremos para asegurar el mango de tiro como se observa en la figura 23.

Figura 23. (a) Prototipo 1 y (b) prototipo 2 contruidos.



Fuente: Autor

La construcción se llevo a cabo en un taller de ornamentación con la equipación mínima para trabajar este tipo de materiales, las medidas de cada una de las partes que componen los implementos se detallan en los planos encontrados al final del documento.

2.4.2 Podadora manual de plántulas de tabaco.

Para la poda de plántulas de tabaco se construyó inicialmente un prototipo con el armazón en madera y el mecanismo de corte en hierro (Figura 24 a), este tipo de material para el armazón presentó dificultades a la hora de desempeñar la labor debido a su poca resistencia al impacto por lo tanto fue reemplazada por tubo de hierro (Figura 24 b).

Figura 24. (a) Podadora inicial en madera y **(b)** podadora manual final.



(a)



(b)

Fuente: Autor

Los mecanismos de elongación y de corte para la podadora manual a evaluar son los mismos de la podadora inicial en madera, pulpos o elásticos de moto e hilo de guaya de bicicleta respectivamente, la totalidad de los materiales utilizados se relaciona en la tabla 4.

Tabla 4. Materiales para construir una podadora manual de plántulas de tabaco

ACCESORIOS	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Angulo $\frac{3}{4}$ x $\frac{3}{4}$ x $\frac{1}{4}$ pulg.	Hierro	6 m		15000
Tubo de aguas negras 1 pulg.	Hierro	6 m	35.000	35.000
Tubo de aguas negras $\frac{3}{4}$ pulg.	Hierro	6 m	35.000	35.000
Tubo $\frac{1}{2}$ pulg.	Madera	6 m	1650	10000
Tubo $\frac{3}{8}$ pulg.	Hierro	6 m	4000	24000
Varilla $\frac{1}{2}$ pulg.	Hierro	20 cm	2000	2000
Lamina de $\frac{1}{4}$ pulg.	Hierro	1 Caja	1500	1500
Platina 1 * $\frac{1}{4}$	Hierro	1 m	6000	6000
Esponja de cocina	Acero	1	200	200
Guaya bicicleta	Acero	1	300	500
Mico bicicleta	Hierro	2	400	800

Pulpos	Sintéticos	2	3000	6000
Mango antideslizante	Espuma	1	1000	1000
Tornillos con tuercas	Hierro	8	500	4000
Forro para soporte	Sintético	1	1	1000
Mano de obra	-	-	-	20000
TOTAL				\$ 167.000

Fuente: Autor

2.4.3 Sembradora manual de plántulas de tabaco

Este implemento se construyó en acrílico de 3mm de espesor para el caso de la tolva con su respectiva tapa y paredes laterales, los golpeadores y el bastidor se fabricaron en hierro, las boquillas y el mango se encontraron en el mercado regional en pasta. (Tabla 5)

Tabla 5. Materiales para construir una sembradora manual de semilla desnuda.

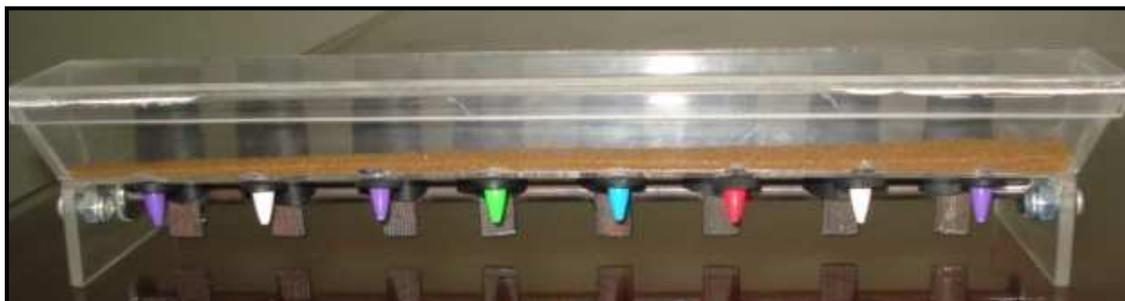
ACCESORIOS	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Lamina 3 mm 29 * 7 cm	Acrílico	1	15.000	15.000
Lamina 3 mm 29 * 7 cm	Acrílico	1	15.000	15.000
Lamina 3 mm 29 * 7 cm	Acrílico	2	5.000	10.000
Cloruro de metileno	-	1 Frasco	10.000	10.000
Pegante (Veracril y autopolimerizable)	-	1 Frasco	15.000	15.000
Suplemento de apoyo	Acrílico	2	12.500	25.000
Rodamiento R4 – ZZ KML	Acero	2	2.500	5.000
Eje redondo ¼ “	Acero	1	1.500	1.500
Manguera de protección	Caucho	50 cm	2.000	2.000
Resortes calibre 0,50	Acero	2	1.000	2.000
Empaques de ajuste	Caucho	8	1.000	8.000
Portaminas 0,7 mm	Pasta	3	2.600	7.800
Jeringa de ganado	Pasta	10	200	2.000
Rodillo felpa 9”	Pasta	1	6.950	6.950
Corte y soldadura eje	-	1	20.000	20.000
TOTAL				145.250

Fuente: Autor

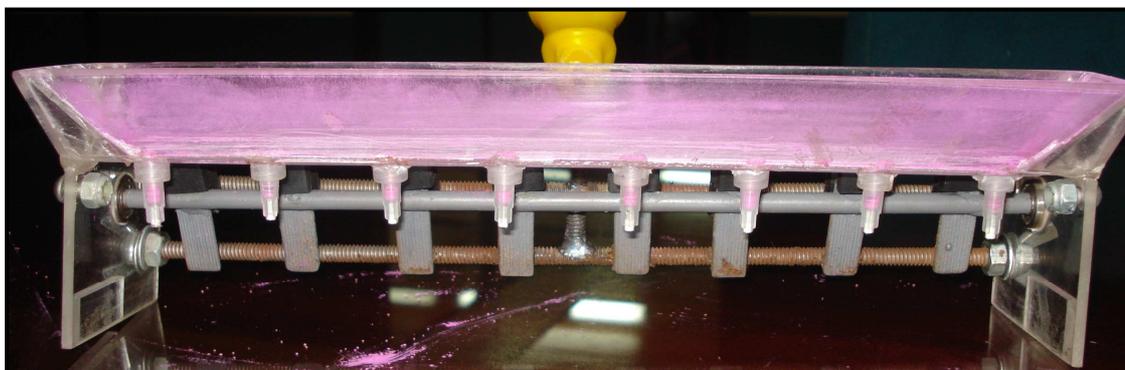
Inicialmente para las boquillas se usaron puntas de portaminas de diferentes diámetros (de 0.5 a 1.2 mm de diámetro, figura 25 a) mostrando bastantes falencias en la dosificación de la semilla y altos índices de taponamiento; por último se utilizaron jeringas de inyectar ganado de 1.0 mm de diámetro (Figura

25 b), su mejor funcionamiento dependió del revestimiento acerado que presenta en su interior que facilita el movimiento de la semilla.

Figura 25. Boquillas de la sembradora. **(a)** Puntas de portaminas y



(b) jeringas de inyectar ganado.



Fuente: Autor

Entre los cambios realizados del implemento inicial se destacan la inclinación de las paredes laterales de la tolva, el aumento de 2 cm en la altura de las paredes laterales y golpeadores, el doble eje del bastidor y la inclinación de 30 grados hacia arriba del mango de tiro.

2.4.4 Herramientas utilizadas en la construcción y evaluación de los implementos.

Para la construcción y evaluación de los implementos se emplearon las herramientas relacionadas en la tabla 6; para el caso del marcador – ahoyador y la podadora manual de plántulas de tabaco se utilizaron en su mayoría equipos de ornamentación, para la sembradora manual de semilla desnuda se utilizaron herramientas comunes en la fabricación y modelación de acrílico.

Tabla 6. Herramientas utilizadas en la construcción y evaluación de los implementos.

HERRAMIENTAS	IMPLEMENTO		
	MARCADOR	PODADORA	SEMBRADORA
Pulidora	X	X	X
Taladro	X		X
Equipo de soldadura	X	X	
Segueta	X	X	
Flexometro	X	X	X
Juego de tamices			X
Cámara fotográfica	X	X	X
Computador portátil	X	X	X
Cortadora de acrílico			X
Discos para pulir acrílico			X
Equipo de pintura	X	X	

Fuente: Autor

2.5 EVALUACIÓN DE LOS IMPLEMENTOS

Cada uno de los implementos diseñados y construidos se evaluó de acuerdo a la metodología mencionada a continuación.

2.5.1 Marcador - Ahoyador

Se evaluaron tres diferentes implementos de marcado de siembra para distancias conocidas (Tabla 7)

I: Marcador tradicional (MT) Testigo.

II: Marcador - ahoyador con tornillo como mecanismo de graduación (P1)

III: Marcador - ahoyador con pasador como mecanismos de graduación (P2).

Tabla 7. Implementos para el marcado de siembra.

IMPLEMENTOS		
I	II	III
Marcador tradicional	P1. Tornillo de graduación	P2. Pasador de graduación
		

Fuente: Autor

Tamaño del ensayo

- Zona para ensayo: 12 surcos
- Numero de implementos: 3
- Numero de parcelas: 3
- Numero de surcos por parcela: 4
- Numero de implementos por parcela: 1

Diseño del ensayo

DCA= Diseño Completamente Aleatorio.

La preparación del suelo se hizo de acuerdo a la utilizada convencionalmente en la zona para el cultivo de tabaco, un arado de disco, una rastra de discos excéntricos y por ultimo una surcadora de tres cuerpos con pautas (Figura 26); se realizo un pase de arado de discos y dos de rastra debido a la exigencia del sistema radicular por un suelo suelto, por último se surco a 1,20 metros, distancia recomendada para permitir una correcta aireación de las hojas y espaciamiento para la entrada de la radiación solar, dos factores fundamentales para evitar la incidencia de virus y enfermedades en la planta.

Figura 26. Tractor con surcadora de tres cuerpos con pautas.



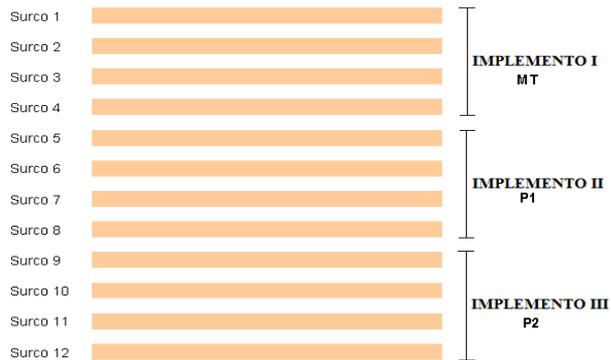
Fuente: Autor

Después de preparar el suelo se realizo un riego el día anterior a la evaluación denominado “riego de siembra” este se hizo durante 40 minutos mediante el sistema de riego por goteo con que cuenta este lote.

Para la evaluación se tomo un área de 0.09 Ha que equivale a 12 surcos de 60 metros distanciados a 1.20 metros entre ellos, se realizaron tres tratamientos de marcado de siembra; marcado tradicional (MT), prototipo 1 (P1) y prototipo 2 (P2). Para cada uno de los tratamientos se tomaron 4 surcos de 0.03 Ha.

Luego de graduar los implementos para la distancia inicial (36 cm entre marcas) se procedió a realizar la evaluación comenzando el marcado de sur a norte recorriendo todo el surco; simultáneamente se registraron cada una de las variables de respuesta para los tres tratamientos.

Grafico 1. Esquema de evaluación marcadores de siembra.



Fuente: Autor

Durante el proceso de evaluación de los marcadores de siembra se tuvo en cuenta las siguientes variables de respuesta:

- Tiempo de labor (seg.)
- Velocidad de trabajo (m/seg.)
- Porcentaje de uniformidad de la distancia marcada
- Funcionalidad del mecanismo de graduación.

Relacionando cada una de estas variables se calculan los rendimientos y eficiencias que vienen a establecer las fortalezas o falencias de los prototipos desarrollados frente al marcador tradicional.

2.5.2 Podadora manual de plántulas de tabaco

Se evaluaron tres diferentes tipos de poda de acuerdo al mecanismo de corte empleado como se muestra en la figura 27.

I: Tradicional con tijeras

II: Cajón de podar.

III: Podadora manual construida.

Figura 27. (a). Poda con tijeras y (b) cajón de podar.



(a)



(b)

Fuente: Autor

Tamaño del ensayo

15 bandejas de 128 alvéolos.

- Numero de parcelas: 3
- Parcela: 5 bandejas
- Número de plantas por implemento: 640
- Número de bandejas por implemento: 5
- Número de plantas total del ensayo: 1920
- Número de implementos: 3

Diseño del ensayo

DCA= Diseño Completamente Aleatorio.

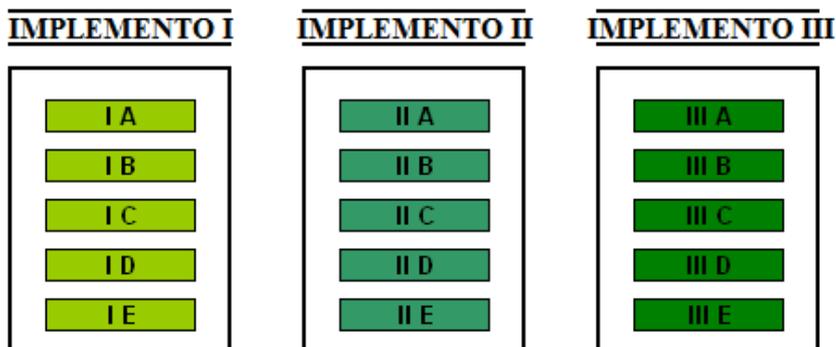
Para la cosecha 2009-2, nombre que se le da en Protabaco Ltda. a la siembra de tabaco para el segundo semestre del año 2009 se aplicó semilla para 30 bandejas más de la normalmente aplicada para esta hectárea; esto con el fin de contar con material para realizar los ensayos de poda.

Para la evaluación de los implementos se utilizaron 15 bandejas de 128 alvéolos con una edad de 35 días después de la germinación y una altura superior a los 5 cm, con los mismos índices de desarrollo del material sembrado en campo; de estas se repartieron cinco para cada tratamiento sumando un área total de 36 m².

Previo a los ensayos de evaluación de los sistemas de poda se realizó un riego para humectar los tallos y facilitar el corte, esto se hizo una hora antes de las pruebas.

Las primeras 5 bandejas se podaron con tijeras siendo esta la poda convencional realizada en la zona o implemento I, las siguientes 5 bandejas se podaron con la con el cajón de podar, implemento rudimentario originario de Brazil o implemento II y las últimas 5 bandejas se podaron con la podadora manual diseñada o implemento III (Grafico 2)

Grafico 2. Esquema de evaluación implementos de poda.



Fuente: Autor

Variables a Evaluar.

Para la evaluación preliminar de los implementos de poda se tendrán en cuenta las siguientes variables de respuesta:

- Numero de plántulas podadas.
- Tiempo de corte. (seg)
- Numero de hojas cortadas sobre la bandeja.
- Eficiencia de corte. (%)

2.5.3 Sembradora manual de semilla desnuda

Los implementos están asociados al método de distribución de la semilla, regada para el implemento I y puntual por alveolo para el implemento II (Figura 28).

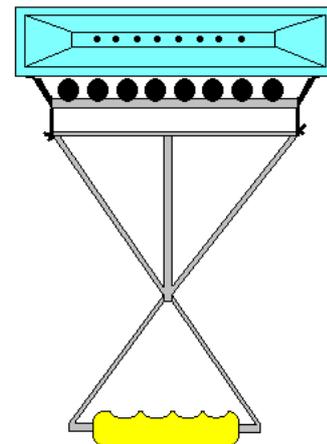
I: Tradicional con regadera.

II: Sembradora manual.

Figura 28. (a) Siembra con regadera y (b) sembradora manual.



(a)



(b)

Fuente: Autor

Tamaño del ensayo

40 bandejas de 128 alvéolos.

- Numero de parcelas: 2
- Parcela: 20 bandejas
- Número de plantas por implemento: 2560
- Número de bandejas por implemento: 20
- Número de plantas total del ensayo: 5120
- Número de implementos: 2

Diseño del ensayo

DCA= Diseño Completamente Aleatorio.

Para la evaluación de los implementos de siembra de semilla se contó con 40 bandejas de 128 alvéolos, 20 para cada implemento sumando un área total de 6.6 m².

Debido al diámetro mínimo de la semilla de tabaco como se observa en la figura 29 y a la poca bibliografía encontrada en libros e internet sobre esta, se determinaron los parámetros necesarios para la evaluación y calibración del implemento.

Figura 29. Semilla de tabaco.



Fuente: Autor

Tabla 8. Datos generales de la semilla.

CLASE	VIRGINIA ESTUFADO
VARIEDAD	K – 399
COSECHA	2005
PROCEDENCIA	LA FLORESTA – SAN MATEO
GERMINACION	75 %

Fuente: Autor

Inicialmente se tamizo la totalidad de la semilla para extraerle impurezas y grumos como se detalla en la figura 30, posteriormente se realizo el tamizado.

Figura 30. Tamizado de la semilla.



Fuente: Autor

El ensayo para determinar el diámetro promedio se realizó con un peso inicial de semilla de 5 gramos para un juego de tamices de granulometría de suelos, los resultados se resumen en la tabla 9.

Tabla 9. Determinación de diámetro promedio de la semilla.

# DE TAMIZ	ABERTURA (mm)	SEMILLA RETENIDA (g)	PORCENTAJE DE RETENCION
0	2	0	0 %
20	0.85	0	0 %
30	0.6	5	100 %
50	0.3	0	0 %
100	0.15	0	0 %
200	0.075	0	0 %

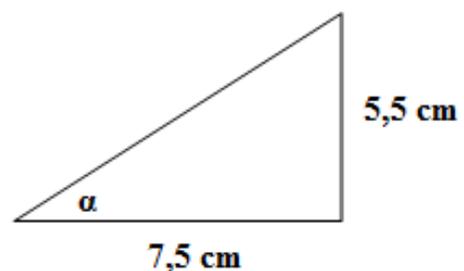
Diámetro promedio de la semilla: 0,6 mm = 600 micras

Fuente: Autor

Debido a que la sembradora manual de semilla desnuda trabaja por efecto del impacto de los golpeadores y la gravedad, se dejó un diámetro de salida de las boquillas de 1.0 mm de diámetro, 0.4 mm por encima del promedio del diámetro de la semilla, holgura suficiente para la salida de estas hacia la bandeja.

Adicionalmente, se calculó el ángulo de deslizamiento de la semilla como se observa en la figura 31, este permite establecer la inclinación o talud de las paredes de la tolva, dato necesario para garantizar la evacuación de la totalidad de la semilla y además caracterizarla para posteriores investigaciones.

Figura 31. Angulo de deslizamiento.



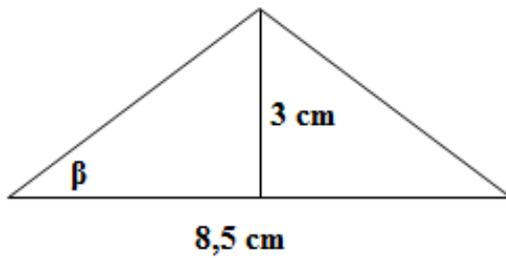
$$\text{Tan } \alpha = 5,5 / 7,5$$

$$\alpha = 36,25 \text{ Grados}$$

Fuente: Autor

Otra característica fundamental de la semilla es el ángulo máximo que se genera al realizar un arrume de semilla en una superficie nivelada, este es conocido como ángulo de reposo y se determina de la siguiente manera (Figura 32)

Figura 32. Angulo de reposo.



$$\tan \beta = 3 / 4,25$$

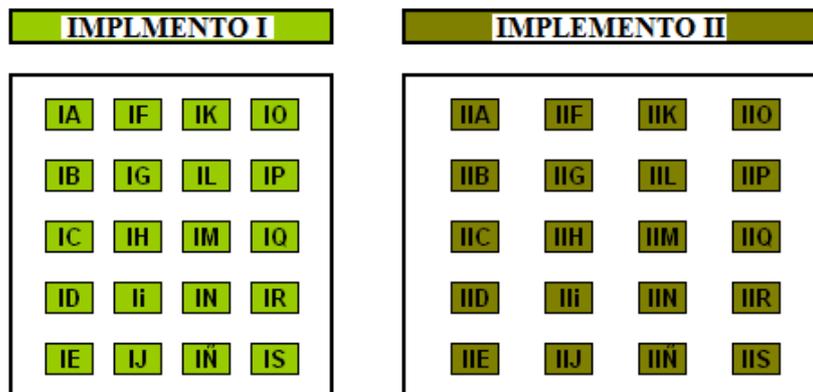
$$\beta = 35,22 \text{ Grados}$$



Fuente: Autor

Entre los materiales relevantes en la implementación del semillero se tienen bandejas plásticas marca Poliexpandibles utilizadas en cosechas anteriores para este lote, sustrato a base de turba negra marca Klasman y paseras en guadua realizadas para semilleros de cosechas pasadas en las que se distribuyeron las bandejas así:

Gráfico 3. Esquema de evaluación métodos de siembra.



Fuente: Autor

Para los dos tratamientos se utilizó bandejas de la misma marca, inmunizadas con el mismo producto, llenadas con la misma clase de turba, en general se les realizaron los mismos procesos previos a la aplicación de la semilla de tal manera que la incidencia en los ensayos de factores externos a los evaluados sean reducidos al máximo.

Al reutilizar bandejas para la evaluación se debió realizar un lavado exhaustivo con abundante agua como se ilustra en la figura 33 con el fin de retirar residuos de turba y/o raíces de semilleros anteriores que puedan llevar cualquier tipo de plaga o enfermedad que altere los resultados a la hora de germinar la semilla depositada con este implemento.

Figura 33. (a) Lavado de bandejas y (b) llenado con turba.



(a)

(b)

Fuente: Autor

Variables a Evaluar.

Para la evaluación preliminar de la sembradora manual se tuvo en cuenta las siguientes variables de respuesta:

- Numero de semillas depositadas por alvéolo. (SEM*ALV)
- Tiempo de duración de la labor. (t LABOR (seg))
- Alveolos sin semilla. (ASS)
- Porcentaje de germinación. (% GER)
- Plántulas a ralear.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 MARCADORES DE SIEMBRA

3.1.1 Implemento I. Marcador tradicional.

Tabla 10. Resultados para el implemento I.

VARIABLES DE RESPUESTA			
SURCO	TIEMPO (min.)	VELOCIDAD DE TRABAJO (m/seg.)	% DE UNIFORMIDAD DE LA DISTANCIA ENTRE MARCAS
1	2.05	0.49	78%
2	1.51	0.66	75%
3	1.53	0.65	72%
4	1.59	0.63	70%
PROMEDIO	1.67	0.61	74%
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR			8.4 min.

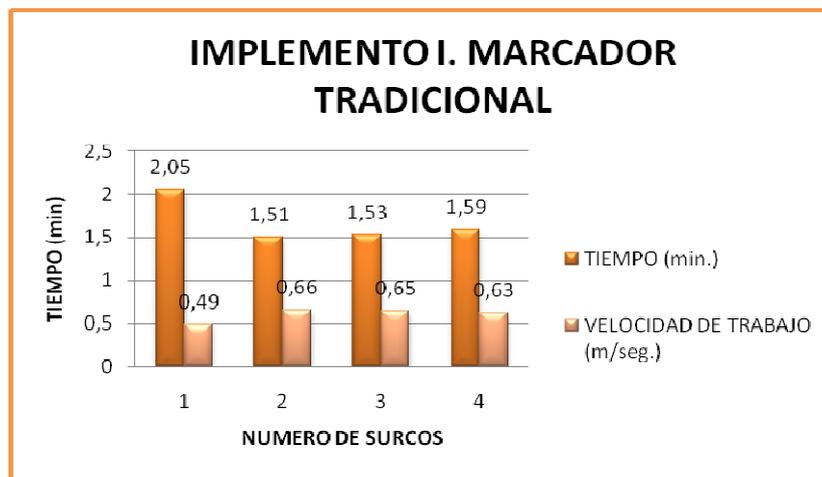
Fuente: Autor

Tabla 11. Rendimientos y eficiencia del tratamiento I.

RENDIMIENTO TEORICO (Ha/ h)	0.28
RENDIMIENTO EFECTIVO (Ha/h)	0.24
EFICIENCIA DE TRABAJO	0.86

Fuente: Autor

Grafico 4. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento I.



Fuente: Autor

3.1.2 Implemento II. Tornillo como mecanismo de graduación (p1)

Tabla 12. Resultados para el implemento II.

VARIABLES DE RESPUESTA						
SURCO	TIEMPO (min)	VELOCIDAD DE TRABAJO (m/seg.)	% DE UNIFORMIDAD DE LA DISTANCIA ENTRE MARCAS	FUNCIONALIDAD DEL MECANISMO DE AJUSTE		
				Bueno	Regular	Malo
1	0,92	1.1	94%	X		
2	0,97	1.0	92%	X		
3	0,95	1.1	95%		X	
4	0,85	1.2	94%		X	
PROMEDIO	0,92	1.1	94%			
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR			3.8 min.			

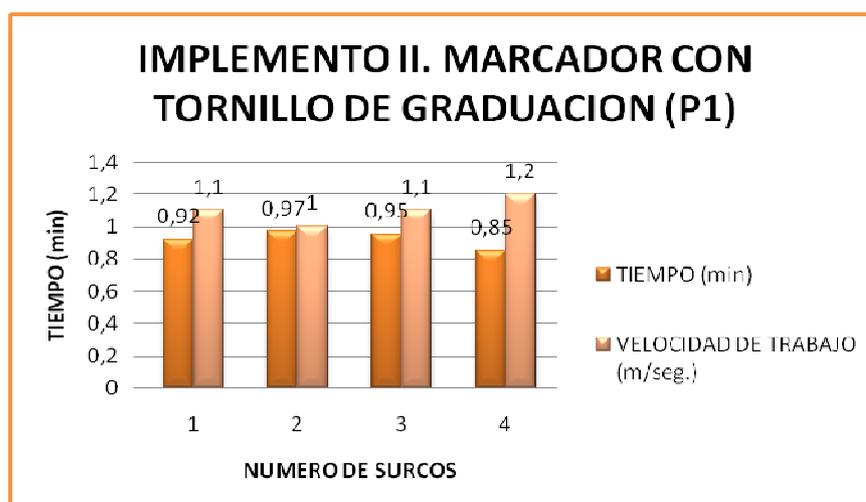
Fuente: Autor

Tabla 13. Rendimientos y eficiencia del tratamiento II.

RENDIMIENTO TEORICO (Ha/ h)	0.52
RENDIMIENTO EFECTIVO (Ha/h)	0.48
EFICIENCIA DE TRABAJO	0.92

Fuente: Autor

Gráfico 5. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento II.



Fuente: Autor

3.1.3 Implemento III. Pasador como mecanismo de graduación (p2)

Tabla 14. Resultados para el implemento III.

VARIABLES DE RESPUESTA						
SURCO	TIEMPO (min)	VELOCIDAD DE TRABAJO (m/seg.)	% DE UNIFORMIDAD DE LA DISTANCIA ENTRE MARCAS	FUNCIONALIDAD DEL MECANISMO DE AJUSTE		
				Bueno	Regular	Malo
1	0,95	1.1	96%	X		
2	0,97	1.0	94%	X		
3	0,9	1.1	95%	X		
4	0,93	1.1	94%	X		
PROMEDIO	0,94	1.1	95%			
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR			3.7 min.			

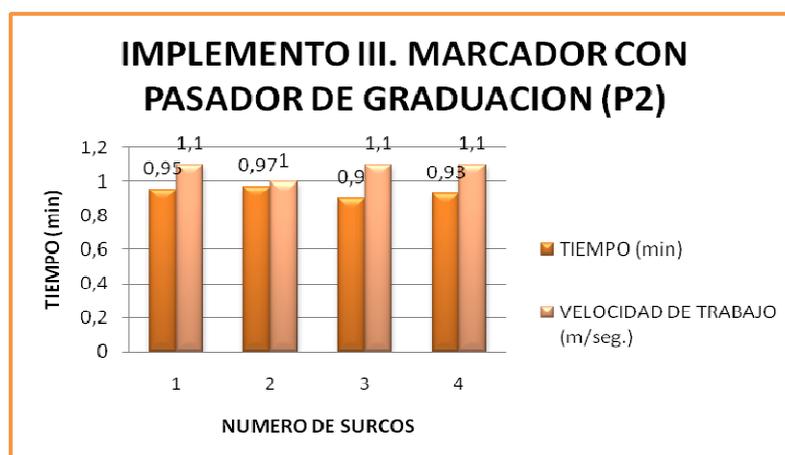
Fuente: Autor

Tabla 15. Rendimientos y eficiencia del implemento III.

RENDIMIENTO TEORICO (Ha/ h)	0.48
RENDIMIENTO EFECTIVO (Ha/h)	0.45
EFICIENCIA DE TRABAJO	0.94

Fuente: Autor

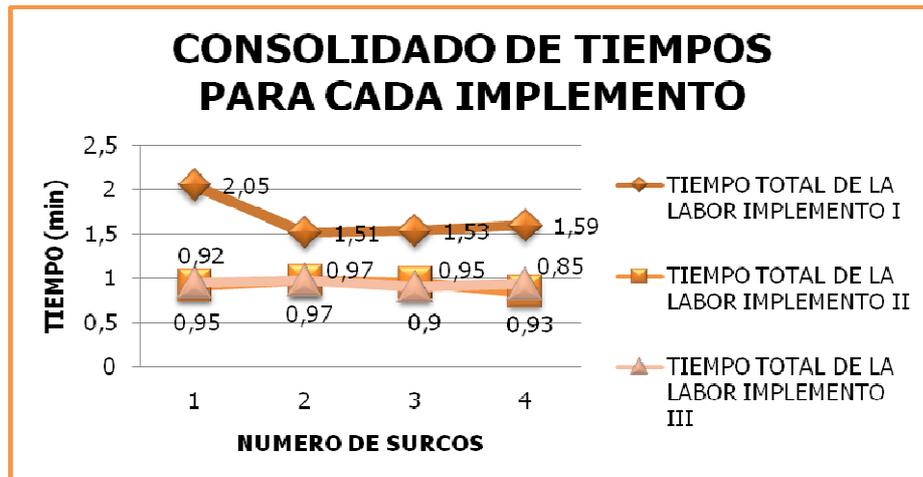
Grafico 6. Comportamiento del tiempo y velocidad. Implemento III.



Fuente: Autor

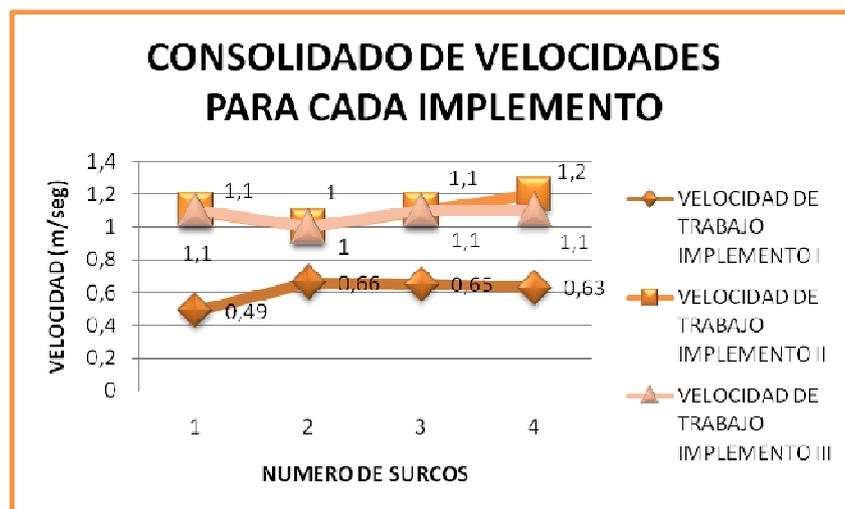
A continuación se presentan las graficas donde se detallan los datos consolidados de los tiempos totales de la labor de marcado de siembra para cuatro surcos de 60 metros cada uno y las velocidades de los implementos evaluados; las diferencias más significativas se generan al comparar los datos del implemento I o marcador tradicional frente a los implementos II y III los cuales arrojaron datos similares para estas variables.

Grafico 7. Consolidado de tiempos para cada tratamiento.



Fuente: Autor

Grafico 8. Consolidado de velocidades para cada tratamiento.



Fuente: Autor

Terminado el proceso de evaluación de los tres diferentes marcadores de siembra se pueden observar avances bastante relevantes en el mejoramiento de esta labor, entre los que se destacan los siguientes:

- El tiempo utilizado para marcar un surco de 60 metros fue de 1.67 minutos en el caso del marcador tradicional, mientras que con los implementos II y III fue de 0.92 y 0.94 minutos respectivamente, mostrando una reducción del 45 y el 44 % en la duración de la labor.
- Para el marcador tradicional se registro una velocidad promedio de 0.61 m/seg. mostrando ser un valor muy bajo comparado con los 1.1 m/seg. alcanzados por los implementos II y III.

- En cuanto a la uniformidad de la distancia entre marcas, los implementos II y III alcanzaron valores del 94 y 95 % en contraste con el 74 % presentado por el implemento I o marcador tradicional.
- El ensayo se hizo para cuatro surcos por cada marcador, el tiempo total de la labor para el marcador tradicional fue de 8.4 minutos y para los implementos I y II fue de 3.8 y 3.7 minutos respectivamente.
- Los rendimientos teóricos y efectivos de los Prototipos II y III fueron superiores en un 100 % con respecto al implemento I.
- Uno de los parámetros mas relevantes es la eficiencia de trabajo, en esta también los prototipos II y III mostraron amplia ventaja con valores de 0.92 y 0.94 comparados con el 0.86 del implemento I.
- Es importante destacar que la funcionalidad del mecanismo de graduación también se tuvo en cuenta pero solo para los implementos II Y III, ya que el marcador tradicional no presenta esta ventaja, se clasifico en bueno, regular y malo según su desempeño, siendo bueno el que no presenta ninguna dificultad, regular cuando hay algunas falencias pero se puede trabajar y malo cuando no se pudo realizar la labor; para el implemento II con tornillo como mecanismo de graduación se registraron algunos inconvenientes como lo fue la inestabilidad del implemento debido al diámetro de 0.5 del tornillo por lo tanto se clasifico como regular; el implemento III presento muy buen desempeño al momento de graduar las distancias de marcado lo que le permitió ser clasificado como bueno.
- Se noto que el tamaño de las puntas de marcado resulto pequeño si se desea sembrar simultáneamente, además de la necesidad de incrementar la longitud del brazo de conducción para aumentar la comodidad al trabajar y facilitar la aplicación de presión al implemento en los terrenos que sea necesario.
- El implemento III presenta muy buena estabilidad y desempeño debido a su armazón un poco mas robusta, es sencillo de operar y su marcado es homogéneo.

Se deben hacer los correspondientes arreglos al prototipo II como se destaca en la figura 34 si se quiere implementar en el sector tabacalero, dichos ajustes son:

- Agrandar 2 cm la punta de marcado para permitir la siembra de la plántula simultáneamente.
- Aumentar 20 cm la longitud del brazo del implemento para dar mejor maniobrabilidad y ergonomía.
- Doble apoyo sobre el eje para el brazo de conducción.

Figura 34. (a) Detalle de puntas, resortes y brazo y **(b)** detalles del eje.



(a)

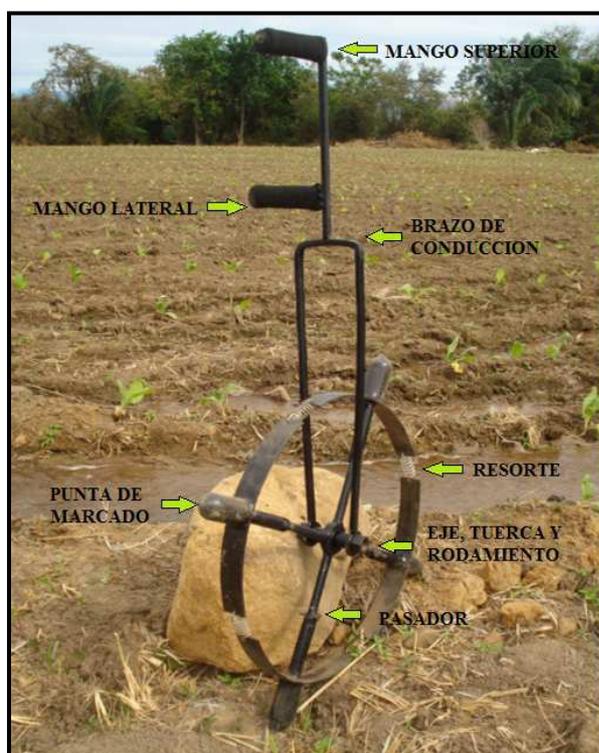
(b)

Fuente: Autor

A estos cambios se le sumo un mango lateral que facilitara ejercer presion sobre el implemento.

Por último el implemento III ajustado fue sometido a evaluación para comparar los avances frente al marcador tradicional y los datos de este antes de realizarle dichos cambios. Los resultados se observan en la tabla 16, en las figuras 35 y 36 y en el grafico 9.

Figura 35. Implemento III ajustado.



Fuente: Autor

Figura 36. (a) Ajuste del mecanismo de graduación, (b) distancia de siembra.



(a)

(b)

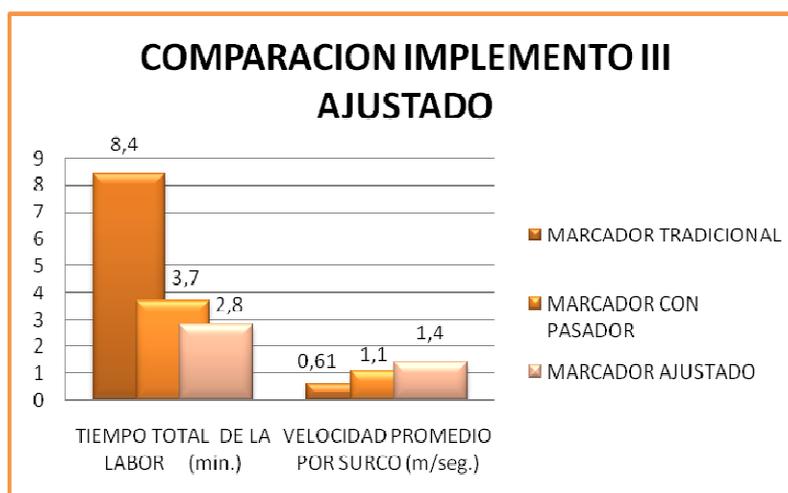
Fuente: Autor

Tabla 16. Resultados de evaluación del implemento III ajustado.

TIPO DE TRATAMIENTO	# DE SURCOS	TIEMPO TOTAL DE LA LABOR (min.)	VELOCIDAD PROMEDIO POR SURCO (m/seg.)	UNIFORMIDAD DE DISTANCIAS (%)	RENDIMIENTO TEORICO (Ha/h)	RENDIMIENTO EFECTIVO (Ha/h)	EFICIENCIA DE TRABAJO
MARCADOR TRADICIONAL	4	8,4	0,61	74	0,28	0,24	0,86
MARCADOR CON PASADOR	4	3,7	1,1	95	0,48	0,45	0,94
MARCADOR AJUSTADO	4	2,8	1,4	97	0,58	0,54	0,98

Fuente: Autor

Grafico 9. Comparación de tiempos y velocidades de trabajo. Implemento III ajustado.



Fuente: Autor

3.2 PODA DE PLANTULAS DE TABACO

3.2.1 Implemento I. Poda tradicional con tijeras

La eficiencia y sanidad del corte para este tratamiento depende directamente del filo de las tijeras y su principal desventaja radica en el tiempo excesivo de duración de la labor para semilleros de más de 1 Ha.

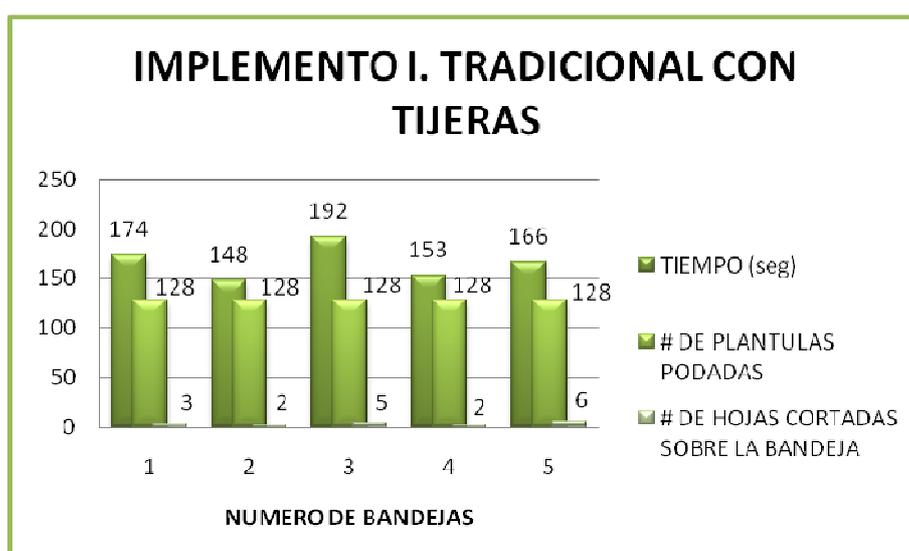
Los resultados de la evaluación de este implemento se resumen en la tabla 17 y se ilustran de manera sencilla en el grafico 10.

Tabla 17. Resultados implemento I.

IMPLEMENTO I. TRADICIONAL CON TIJERAS				
# DE BANDEJA	TIEMPO (seg)	# DE PLANTULAS PODADAS	# DE HOJAS CORTADAS SOBRE LA BANDEJA	EFICIENCIA DE CORTE (%)
1	174	128	3	100
2	148	128	2	100
3	192	128	5	100
4	153	128	2	100
5	166	128	6	100
PROMEDIO	166,6	128	3,6	100
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR			833 seg = 13,8 min	

Fuente: Autor

Grafico 10. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento I.



Fuente: Autor

3.2.2 Implemento II. Cajón de podar

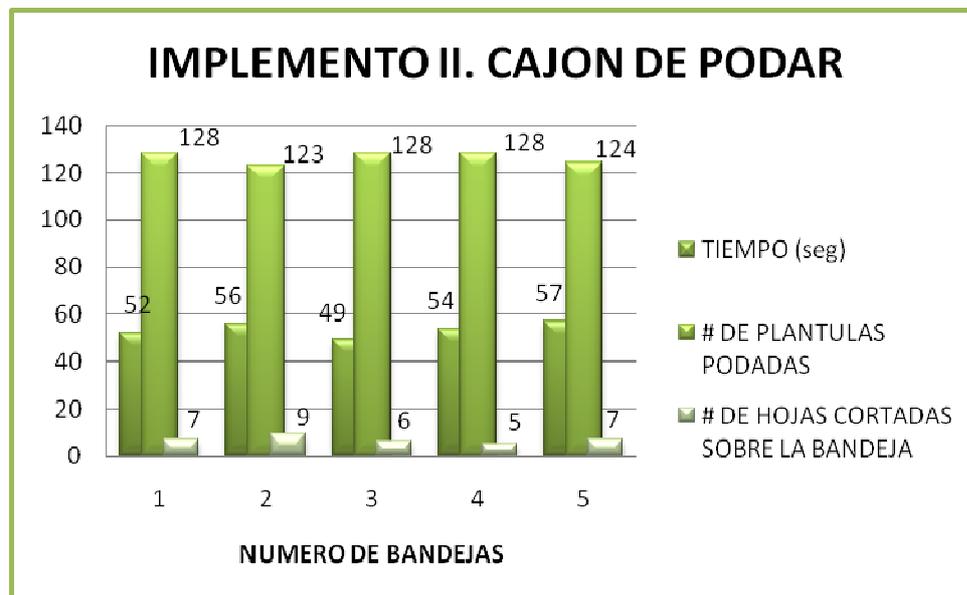
Este implemento mostro un buen desempeño para esta labor, los resultados de la evaluación se relacionan en la siguiente tabla y se ilustran en el grafico 11.

Tabla 18. Resultados implemento II.

IMPLEMENTO II. CAJON DE PODAR				
# DE BANDEJA	TIEMPO (seg)	# DE PLANTULAS PODADAS	# DE HOJAS CORTADAS SOBRE LA BANDEJA	EFICIENCIA DE CORTE (%)
1	247	128	7	100
2	56	123	9	96
3	49	128	6	100
4	54	128	5	100
5	57	124	7	97
PROMEDIO	92,6	126,2	6,8	98,6
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR			463 seg = 7,7 min	

Fuente: Autor

Grafico 11. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento II.



Fuente: Autor

3.2.3 Implemento III. Podadora manual de plántulas de tabaco.

Antes de los resultados de la evaluación, se presenta a continuación la podadora manual (Figura 37) con su respectiva metodología.

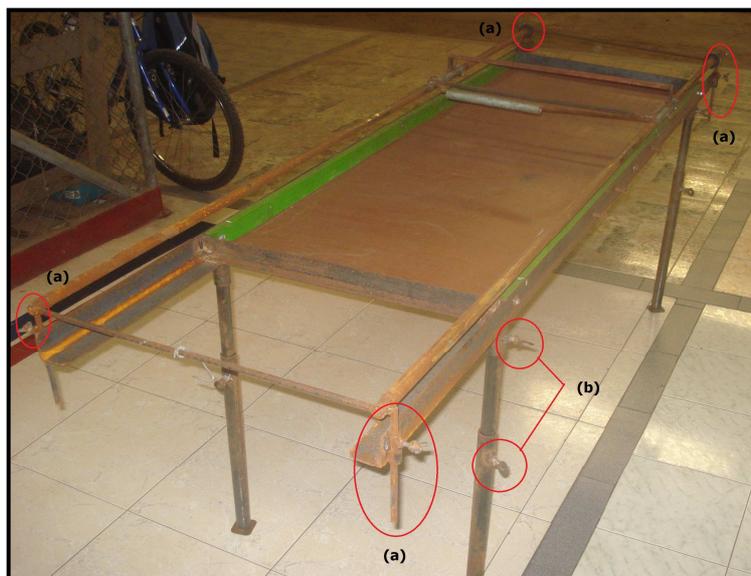
Figura 37. Podadora manual de plántulas de tabaco.



Fuente: Autor

Para el implemento III o podadora manual se debe empezar por graduar la altura mediante las extremidades inferiores del implemento con una serie de mariposas que permiten aumentar o reducir la altura buscando la comodidad del operario (Figura 38 a). Posteriormente se gradúa la altura del bastidor porta guaya o porta cuchilla para que coincida con la altura de tallo que se desea en las plántulas, para esto colocamos una bandeja en la mesa y mediante los tornillos encontrados a los cuatro extremos del implemento subimos o bajamos el mecanismo de corte como se indica en la (Figura 38 b).

Figura 38. (a). Graduadores superiores y **(b)** mariposas de extremidades inferiores.



Fuente: Autor

Luego de graduar estas partes móviles del implemento, procedemos a realizar el montaje del mecanismo de corte y el elongación, representados en un hilo de guaya de bicicleta y un par de pulpos o resortes de 1m de largos de relación 1:1/2, es decir que por cada metro de largo se deforma 50 cm, la mitad de su longitud.

El hilo de guaya se pasa por un par de tensores (micos de bicicleta) que se encuentran soldados al armazón de corte, habiendo sujetado un extremo, se procede a tensar el hilo mediante un tornillo como se indica en la figura 39.

Figura 39. (a) Ajuste de mecanismo de corte y (b) ubicación de pulpos.



(a)

(b)

Fuente: Autor

Teniendo el montaje del mecanismo de corte y del sistema de elongación se procede a colocar las bandejas sobre la mesa de poda, posterior a esto se retrae el carrete que sostiene el mecanismo de corte para tensionar los pulpos y se suelta de manera que el hilo pase por sobre las bandejas y ponde las hojas previamente identificadas; se hace un pase por cada 5 bandejas y se debe retirar cualquier residuo que quede sobre las plántulas.

Cabe resaltar que para que el carrete muestre un buen desempeño se debe aceitar por completo cada una de las partes móviles, se puede utilizar para esto aceite de motor o de lubricación de maquinaria y un trapo o brocha, se impregna y se lubrican los tubos laterales por los cuales se desliza el carrete, luego se desliza varias veces para que disminuya la fricción (Figura 40).

Antes de realizar esta labor es necesario cerciorarse de la tensión de la guaya, de la correcta ubicación de los pulpos y de utilizar implementos de protección como guantes y gafas.

Figura 40. (a) Retracción del carrete y (b) lubricación de tubos laterales.



(a)

(b)

Fuente: Autor

Por último habiendo realizado los pasos anteriores se procedió a ejecutar la evaluación, se colocó la podadora manual cerca el semillero y se podaron las bandejas hasta completar la cantidad estimada anteriormente, los resultados se resumen en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados implemento III.

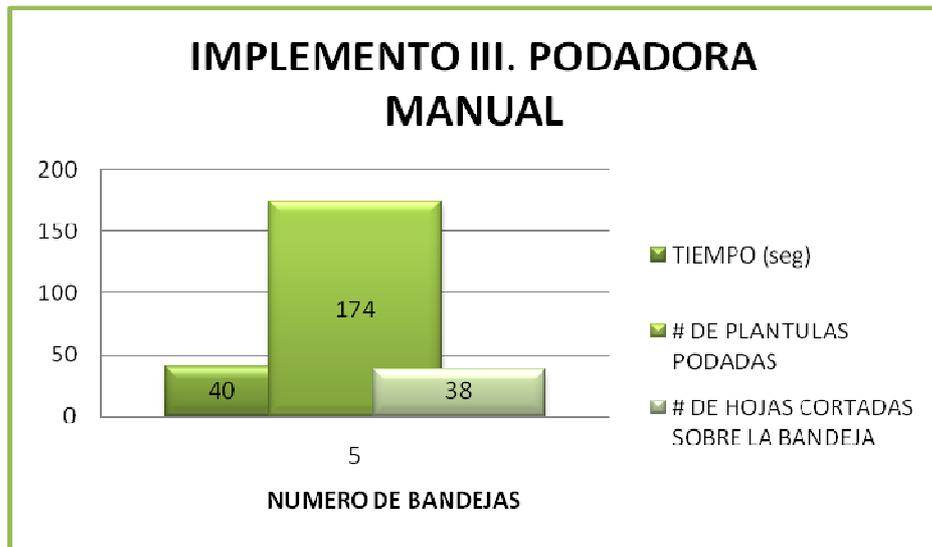
IMPLEMENTO III. PODADORA MANUAL.				
# DE BANDEJA	TIEMPO (seg)	# DE PLANTULAS PODADAS	# DE HOJAS CORTADAS SOBRE LA BANDEJA	EFICIENCIA DE CORTE (%)
5	186	174	38	27

Fuente: Autor

Para este implemento se hicieron diversos ensayos con semilleros de edades o tiempos diferentes de germinación tratando de minimizar las dificultades que se generaron en las pruebas.

El prototipo fue diseñado inicialmente para podar 5 bandejas de 128 alveolos cada una en un mismo pase o corte, al realizar los ensayos se estableció que el implemento no mostro los resultados esperados como se observa en el grafico 12, debido a la no consecución de materiales económicos e idóneos para desempeñar los procesos específicos de elongación y corte, por lo anterior se usaron materiales que generaron falencias viéndose reflejadas en la poda de máximo una bandeja.

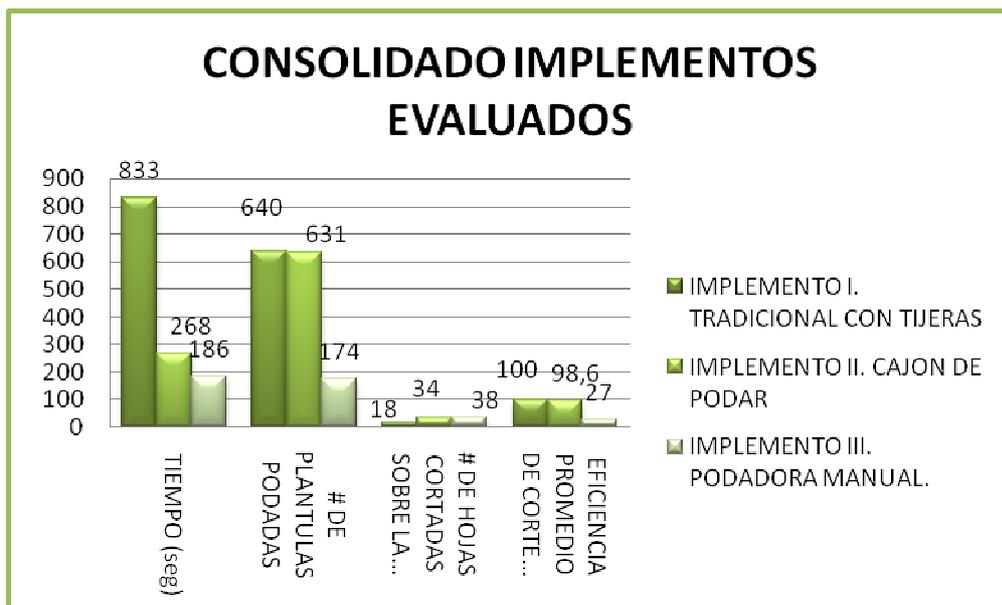
Grafico 12. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento III.



Fuente: Autor

En el grafico 13 se ilustran los resultados de cada una de las variables de respuesta para los tres implementos, en este se nota la disminución del tiempo total de la labor del implemento III frente a los implementos I y II, también se destaca la poca eficiencia del número de plantas podadas para el implemento III o podadora manual; el dato correspondiente a la cantidad de hojas podadas sobre la bandeja no muestra altas diferencias pero si es mas alto para el implemento III debido a que esta debería podar 5 bandejas simultáneamente frente a 1 por los implementos I y II.

Grafico 13. Consolidado implementos evaluados



Fuente: Autor

De acuerdo a la evaluación realizada de los mecanismos utilizados en la zona para la poda de plántulas de tabaco se destacan los siguientes aspectos:

- El método tradicional o implemento I muestra una eficiencia de trabajo del 100%, la más alta de los mecanismos evaluados debido a que esta variable para este caso es medida por la cantidad de plántulas podadas por bandeja; al ser desmochada plántula por plántula con unas tijeras garantizamos que todas serán podadas sin excepción pero esto genera un aumento notable en el tiempo total de la labor que para el ensayo fue de 13,8 min por 5 bandejas de 128 alveolos.
- Con el implemento I se obtienen rendimientos de 60 a 80 bandejas podadas por día dependiendo de la destreza del operario.
- Para el implemento II se obtuvieron eficiencias del 96 al 100%, para este caso disminuye un poco debido a que se poda la bandeja por completo de un solo pase, esto genera una disminución del tiempo total de la labor a 7,7 min contando desde el montaje del mecanismo; arrojando un tiempo promedio de poda por bandeja de 1,5 min.
- El implemento II alcanza rendimientos de hasta 300 bandejas podadas al día dependiendo de la destreza del operario y la uniformidad del semillero.
- El implemento III presento dificultades debido al mecanismo de corte, el sistema de elongación y la cantidad de plántulas a podar, igualmente la eficiencia fue de 27%, bastante baja si se desea implementar.

3.3 SIEMBRA DE SEMILLA DESNUDA DE TABACO

3.3.1 Implemento I. Siembra convencional con regadera.

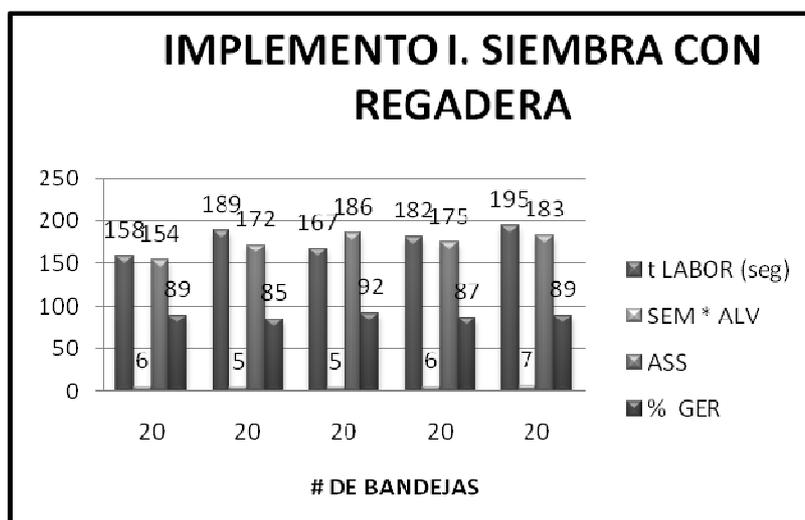
Para este implemento se destaca la poca dosificación que se ve reflejada en el promedio de 5,8 semillas por alveolo; esto genera las altas cantidades de plántulas a ralear como se observa en la tabla 20; una de las ventajas que tiene este método es que no es susceptible a taponamientos por lo cual son menos los alveolos que quedan sin semilla.

Tabla 20. Resultados Implemento I.

IMPLEMENTO I					
# BAN	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR
20	158	6	154	89	12800
20	189	5	172	85	10240
20	167	5	186	92	10240
20	182	6	175	87	12800
20	195	7	183	89	15360
PROMEDIO	178,2	5,8	174	88,4	12288

Fuente: Autor

Grafico 14. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento I.



Fuente: Autor

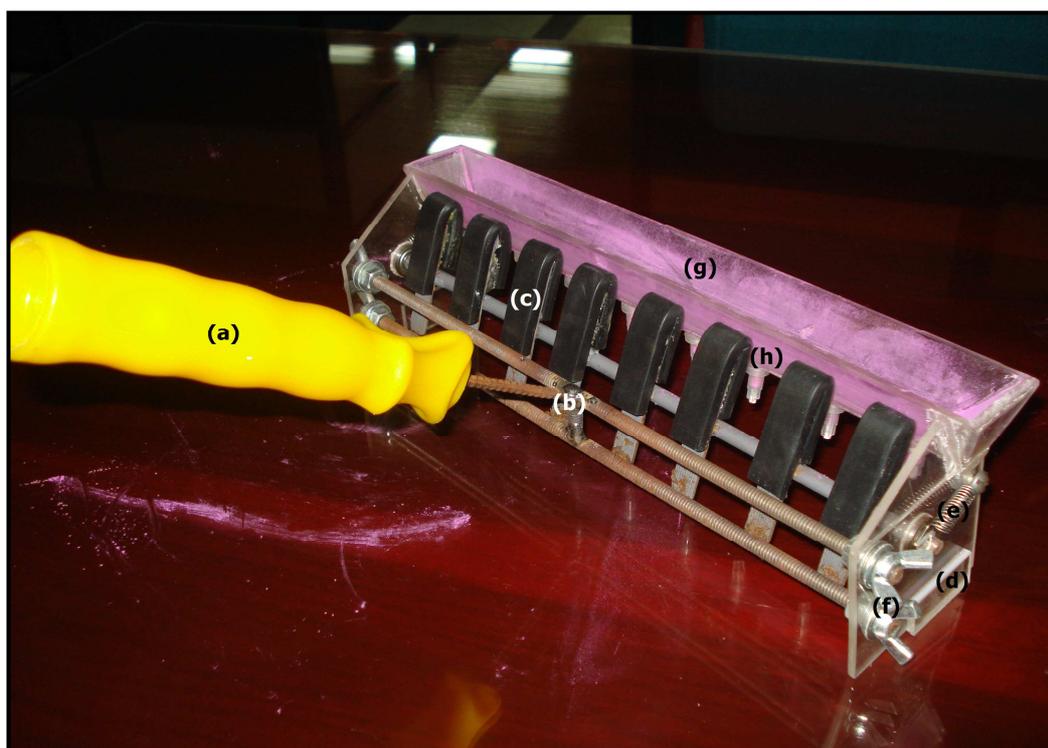
El porcentaje de germinación para el implemento I muestra un nivel de 5,1 % por encima del implemento II, esto se debe a que la semilla está mezclada con agua y no sufre mayores daños mecánicos en la regadera a diferencia de la sembradora manual ya que esta presenta boquillas de diámetro reducido, una tolva desnuda y movimientos repetitivos que generan ciertos daños.

La gran falencia del método de siembra por regadera radica en el desperdicio de semilla al ser aplicada, puesto que no presenta ningún tipo de dosificación y además la riega no se hace por bandeja sino que se realiza por pasera de 180 o 200, este montaje deja espacios entre bandejas por donde se escurre la mezcla de agua con semilla generando pérdidas de tiempo y dinero.

3.3.2 Implemento II. Sembradora manual de semilla desnuda.

En la figura 41 se presenta la sembradora manual de semilla desnuda construida con sus partes.

Figura 41. Partes de la sembradora manual.



- (a) Mango de tiro (b) Bastidor (c) Golpeadores de boquilla (d) Paredes laterales (e) Resortes de retracción (f) Mariposas (g) Tolva porta semilla (h) Boquillas dosificadoras

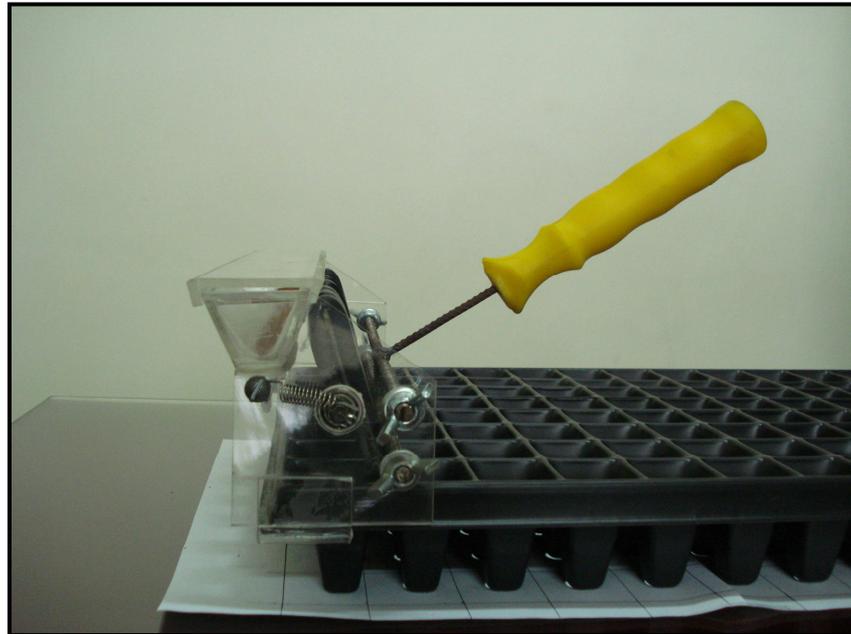
Fuente: Autor

Para la calibración de las boquillas se realizaron ensayos anteriores a la evaluación con jeringas de diámetros de salida de 0,6 mm 1,5 mm; se colocaban en la sembradora y se hacía la labor de siembra sobre una bandeja vacía observando la cantidad de semillas depositadas mediante un papel que ilustra la disposición de los alveolos en la bandeja (Figuras 42 y 43).

La caída de la semilla se realiza mediante la vibración que generan los golpeadores al chocar contra la tolva, estos golpes se producen por la fuerza

contraria al movimiento de siembra que proporciona los resortes anclados en las paredes laterales de la sembradora; por lo tanto, al calibrar las boquillas indirectamente se calibraron los resortes.

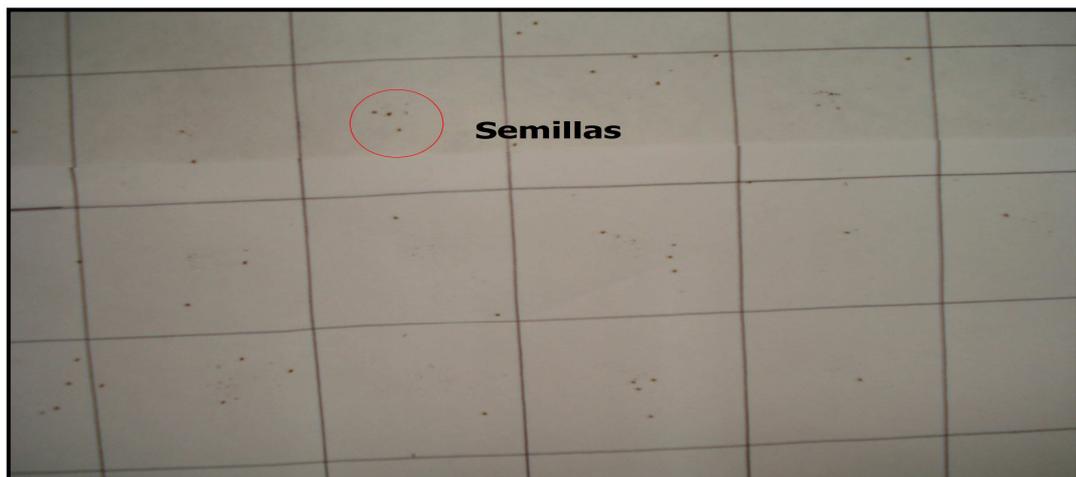
Figura 42. Calibración de boquillas y resortes.



Fuente: Autor

La disposición de las semillas en la bandeja se refleja en las cuadrículas del papel de la figura 43, se logro dosificaciones de máximo 4 semillas por celda.

Figura 43. Semillas depositadas por alveolo.



Fuente: Autor

Para el Implemento II o sembradora manual se aplica el total de semilla para la cantidad de semillero que se desee establecer, ya que esta cuenta con una tolva que nos permite almacenarla sin ningún tipo de mezcla pudiéndose

dosificar directamente para cada alveolo, esta tiene una capacidad de almacenamiento de 100 gramos, cantidad necesaria para sembrar semillero para 30 hectáreas aproximadamente.

Se debe observar que las boquillas no estén tapadas con semilla o cualquier otro tipo de objeto, se recomienda hacer una exhaustiva limpieza antes y después de utilizarla con el fin de retirar semillas de siembras anteriores que puedan contener enfermedades o virus.

Llena la tolva de semilla se procede a deslizar el implemento por los bordes de la bandeja haciendo una pasada por cada una hasta completar la totalidad de estas.

Para la evaluación de este implemento se hizo una mezcla de la semilla con VITAVAX 400, producto utilizado como fungicida que otorga una coloración fucsia a las semillas haciéndolas visibles en la turba (Figura 44 a), pues debido a su tamaño y color son casi imposibles de detectar en la bandeja; la mezcla se hizo a razón de 10 gramos de semilla por 10 gramos de este polvo de uso agrícola.

Figura 44. (a). Semilla con Vitavax y **(b)** Sembradora manual con semilla en tolva.



(a)

(b)

Fuente: Autor

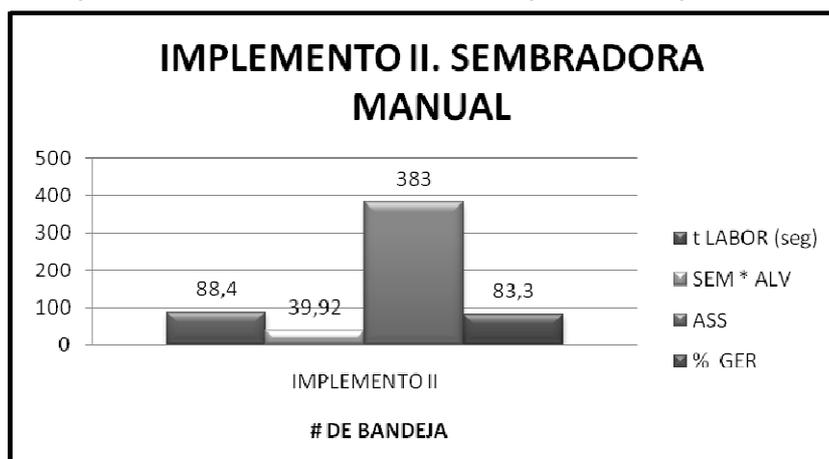
Posteriormente se aplicó la semilla tinturada en la tolva (figura 44 b) y se procedió a realizar la siembra para las 20 bandejas del ensayo deslizando la sembradora manual por sobre los bordes externos estas, el resumen de las variables de respuesta se presenta en la tabla 21 y se ilustra en el gráfico 15.

Tabla 21. Resultados implemento II.

IMPLEMENTO II											
# BAN	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR	# BAN	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR
1	2,45	2	25	85	128	11	3,75	2,5	16	78	192
2	1,49	3	22	86	256	12	4,25	1,6	23	83	76,8
3	5,49	2,3	25	78	166,4	13	5,21	1,7	18	80	89,6
4	6,3	1,6	16	79	76,8	14	3,89	2,1	16	85	140,8
5	5,03	1,12	18	78	15,36	15	4,36	1,9	21	83	115,2
6	3,54	1,8	24	90	102,4	16	5,14	2,7	17	86	217,6
7	6,84	1,3	19	84	38,4	17	4,17	2,4	12	80	179,2
8	6	2,2	14	80	153,6	18	3,87	2	21	84	128
9	5,02	1,8	15	86	102,4	19	5,11	2,7	19	90	217,6
10	3,03	1,7	18	82	89,6	20	3,46	1,5	24	89	64
PROMEDIO							4,321	2,11	19	83,8	142,08

Fuente: Autor

Grafico 15. Comportamiento de variables de respuesta. Implemento II.



Fuente: Autor

Para el implemento II se especifican las variables de respuesta por bandeja debido a que este método no se maneja por pasera o por cantidades de bandejas simultáneamente; para este tratamiento se observa una disminución del 36 % en la cantidad de semillas depositadas por alveolo, cifra muy significativa ya que este parámetro es el que genera la cantidad de plántulas a ralear que para la sembradora manual fue de 2549 comparada con las 12288 de la siembra por regadera. (Tabla 21)

La principal desventaja de este método es la susceptibilidad de taponamiento de las boquillas con grumos de semilla o impurezas, esto se ve reflejado en el valor elevado de los alveolos sin semilla; falencia que se puede manejar manteniendo la semilla a humedades no muy altas (50 – 60 % HR) y haciendo un correcto manejo y mantenimiento del implemento.

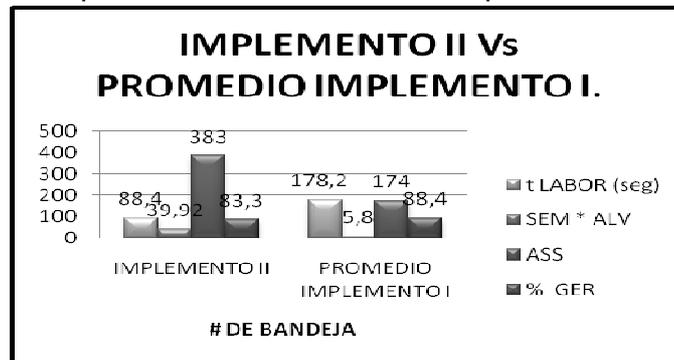
Tabla 22. Consolidado de los implementos.

CONSOLIDADO IMPLEMENTOS					
IMPLEMENTO	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR
PROMEDIO IMPLEMENTO I	178,2	5,8	174	88,4	12288
IMPLEMENTO II	88,4	39,92	383	83,3	2549,76

Fuente: Autor

En los consolidados (Tabla 22) se logran observar más claramente las ventajas del implemento II frente al implemento I o tradicional con regadera, se resalta una disminución del 50.4 % en el tiempo total de la labor viéndose reflejado en la disminución de jornales y por ende en los costos del proceso de siembra de semilla en bandejas.

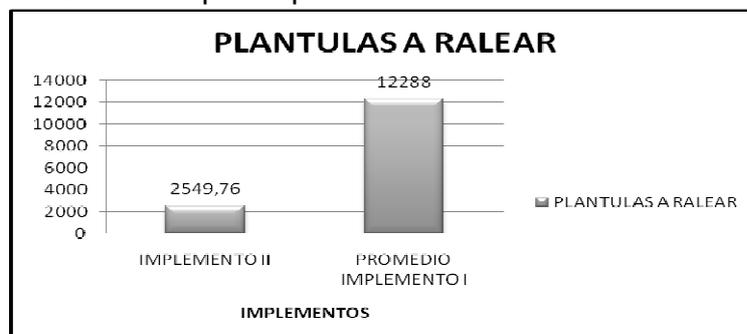
Grafico 16. Comparación de variables de respuesta.



Fuente: Autor

En el raleo se fundamenta la adquisición del implemento para los agricultores, no se concibe un adelanto en el método de siembra de semilla sin que este incida de manera positiva en la disminución de esta labor; en el grafico 17 se observa una reducción del 79,3 % en la cantidad de plántulas a ralear para 20 bandejas sembradas con la sembradora manual, cifra bastante diciente frente al método tradicional por regadera.

Grafico 17. Plántulas a ralear por implemento.



Fuente: Autor

4. MANUAL DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LOS IMPLEMENTOS

Antes de utilizar cualquiera de los implementos desarrollados en este documento cerciórese de haber leído y entendido cada una de las indicaciones especificadas en la siguiente tabla.

Tabla 23. Manejo y mantenimiento de los implementos.

IMPLEMENTO	MANEJO Y MANTENIMIENTO		
	ANTES DE LA LABOR	DURANTE LA LABOR	DESPUES DE LA LABOR
MARCADOR AHOYADOR	Graduar la distancia deseada, verificar el estado de los resortes, aplicar aceite en el rodamiento	Verificar estado de los resortes, retirar suelo adherido a las puntas de marcado	Lavar con suficiente agua para retirar suelo adherido al implemento, secar, aceitar rodamiento y guardar en sitio cubierto y seco
PODADORA MANUAL DE PLANTULAS DE TABACO	-	-	-
SEMBRADOR A MANUAL DE SEMILLA DESNUDA	Ajustar las boquillas, ajustar tuercas laterales, aplicar semilla en la tolva	Observar boquillas para detectar taponamientos, verificar nivel de semilla en la tolva	Retirar semilla restante de la tolva, empacarla y refrigerarla; lavar con suficiente agua el implemento y guardar en sitio seco y cubierto

* Para la podadora manual de plántulas de tabaco no se especifican las precauciones de manejo y mantenimiento a tener en cuenta antes, durante y después de la labor debido a que se aconseja seguir investigando sobre el tema.

Fuente: Autor

Se recomienda observar los planos encontrados al final del documento donde se detallan las partes y materiales de cada uno de los implementos, con el fin de conocerlos a fondo para facilitar su operación y mantenimiento.

5. ANALISIS ECONOMICO

5.1 MARCADOR – AHOYADOR

Tabla 24. Análisis económico del marcador – ahoyador frente al marcado de siembra tradicional.

PROYECTO	ACTIVIDAD	COSECHA	AREA Has	% DE AVANCE	COSTO MARCADO Y AHOYADO TRADICIONAL			COSTO MARCADOR - AHOYADOR			IMPACTO ECONOMICO	
					JORNALES/Ha	VALOR JORNAL	VALOR TOTAL	JORNALES/Ha	VALOR JORNAL	VALOR TOTAL	AHORRO	%
MARCADOR AHOYADOR	Marcado y ahoyado de los lotes a sembrar del convenio Protabaco - Sena	2010 - 1	4,5	Marcado y ahoyado de 1 Ha cosecha 2009 - 1	0,73	\$ 18.000	\$ 59.130	0,24	\$ 18.000	\$ 19.440	\$ 39.690	67%
	Marcado y ahoyado de lotes de riego por goteo (Caguan y Rivera)	2010 - 1	15	0%	0,73	\$ 18.000	\$ 195.786	0,24	\$ 18.000	\$ 64.368	\$ 131.418	
	Marcado y ahoyado de lotes con curvas a nivel	2010 - 1	90	0%	0,73	\$ 18.000	\$ 1.182.600	0,24	\$ 18.000	\$ 388.800	\$ 793.800	
	Marcado y ahoyado zona Campoalegre	2010 - 2	100	0%	0,73	\$ 19.000	\$ 1.387.000	0,24	\$ 19.000	\$ 456.000	\$ 931.000	
TOTAL			209,4							TOTAL AHORRADO	\$1.895.908	

Fuente: Autor

Ahorro de la labor = 67 %

El marcador - ahoyador tiene un costo de inversión de \$ 71.000 pesos, con el ahorro de dinero en el marcado de 9 hectáreas se retribuye el costo inicial y se sigue aprovechando el implemento por el resto de vida útil que es de 5 años aproximadamente.

Hay que resaltar que los costos de la labor se calcularon en el caso de que los dos implementos en cuestión realicen la labor de marcado y hoyado al mismo tiempo; si el operario del marcador tradicional solo marca el punto de siembra y otra persona ahoya, se duplica el costo de la labor para este implemento.

5.2 SEMBRADORA MANUAL DE SEMILLA DESNUDA.

Tabla 25. Análisis económico para la podadora manual frente a la poda tradicional con cajón.

PROYECTO	ACTIVIDAD	COSECHA	AREA	% DE AVANCE	COSTO APLICACIÓN DE SEMILLA Y RALEO (REGADERA)			COSTO SEMBRADORA MANUAL			IMPACTO ECONOMICO	
					JORNALES/Ha	VALOR JORNAL	VALOR TOTAL	JORNALES/Ha	VALOR JORNAL	VALOR TOTAL	AHORRO	%
SEMBRADORA MANUAL DE SEMILLA DESNUDA	Siembra de semilla desnuda para semillero de los lotes del convenio Protabaco - Sena	2010	4,5 Ha	Marcado y ahoyado de 1 Ha cosecha 2009 - 1	6	\$ 18.000	\$ 486.000	2,5	\$ 18.000	\$ 40.500	\$ 445.500	44 %
	Aplicación de semilla en bandejas para el 60 % del area en curvas a nivel	2010	67 Ha	0%	6	\$ 18.000	\$ 7.236.000	2,5	\$ 18.000	\$ 3.015.000	\$ 4.221.000	
	Aplicación de semilla y raleo para zona de Rivera y Campoalegre	2010	100 Ha	0%	6	\$ 19.000	\$ 11.400.000	2,5	\$ 19.000	\$ 4.750.000	\$ 6.650.000	
TOTAL			209,4 Has							TOTAL AHORRADO	11.316.500	



Ahorro de la labor = 44 %

Este implemento tiene un costo inicial de \$ 150.000 pesos que serán retribuidos al sembrar semilla en bandejas para 14 hectáreas, el costo se debe a que está construida en su mayoría en acrílico de excelente calidad.

Para el análisis se tuvo en cuenta los jornales empleados en aplicación de semilla y en la labor de raleo condicionada del proceso de siembra de semilla desnuda en bandejas.

6. CONCLUSIONES

- En la caracterización de la semilla de tabaco para la variedad K – 399 se encontró un diámetro promedio de 600 micras o 0,6 mm, un ángulo de deslizamiento es de 36,25 grados y un ángulo de reposo es de 35,22 grados.
- El marcador – ahoyador presenta una eficiencia de trabajo de 0,98 a diferencia del marcado convencional con 0,86; esto se ve reflejado en la disminución del tiempo total de la labor y el aumento de la velocidad promedio del implemento por surco.
- El marcador – ahoyador en suelos a capacidad de campo reduce el jornal de la persona que hace el hoyo para la siembra, pues con este implemento se marca la distancia y se ahoya simultáneamente.
- El marcador – ahoyador con su diseño de rueda con pasadores a diferentes diámetros permite aumentar o disminuir la distancia de marcado según la densidad de siembra que se desea para el lote.
- El marcador – ahoyador redujo el 67 % del costo de marcado para la siembra de 1ha comparado con la cantidad de jornales empleados en el marcado convencional.
- La podadora manual de plántulas de tabaco presento dificultades debido al mecanismo de corte, el sistema de elongación y la cantidad de plántulas a podar, igualmente la eficiencia fue de 27%, bastante baja si se desea implementar.
- Debido al deficiente funcionamiento de la podadora manual de plántulas de tabaco no se estableció un ahorro para la labor de poda.
- Para la sembradora manual se observa una disminución del 36 % en la cantidad de semillas depositadas por alveolo, cifra muy significativa ya que este parámetro es el que genera la cantidad de plántulas a ralear que para esta fue de 2549 comparada con las 12288 de la siembra por regadera o convencional.
- La sembradora manual presenta una disminución del 50.4 % en el tiempo total de la labor y una reducción del 79,3 % en la cantidad de plántulas a ralear para 20 bandejas sembradas con la sembradora manual, cifra bastante eficiente frente al método tradicional por regadera.
- En cuanto al dinero gastado en la labor de siembra de semilla desnuda en bandejas, la sembradora manual construida mostro un ahorro del 44 % comparado con la siembra tradicional con regadera.

7. RECOMENDACIONES

- Evaluar los implementos en las demás zonas tabacaleras del país para adaptarlas a su sistema de cultivo, haciendo las modificaciones necesarias y la respectiva extensión rural.
- Continuar las investigaciones relacionadas con la poda de plántulas de tabaco con el fin de obtener un implemento versátil y eficiente que muestre las fortalezas de los implementos existentes y supere las falencias observadas.
- Utilizar los implementos en las condiciones ideales de laboreo, suelos bien preparados y a capacidad de campo, plántulas con edades propicias para podar y semillas certificadas que garanticen cero impurezas para el marcador – ahoyador, podadora manual de plántulas de tabaco y sembradora manual de semilla desnuda respectivamente.
- Hacer el respectivo mantenimiento a cada implemento para garantizar el buen funcionamiento y la duración o vida útil.
- Continuar realizando estudios con entidades vinculadas al campo de tal manera que se generen soluciones de toda índole para las dificultades diarias del campesino colombiano sin importar el tipo de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- Alta Consejería para la Reintegración, Presidencia de la República, Diagnostico socioeconómico departamento de Huila, Bogotá 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Producción de plantas de tabaco en bandejas flotantes / Proyecto P94 PROZONO: Alternativas al bromuro de metilo. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003. 139 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. La cadena del tabaco en Colombia. “Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005”. Documento de Trabajo No. 55. Marzo, 2005
- MOJICA, PAREDES. Características del cultivo de tabaco en Santander. Bucaramanga – Santander, 2005. 29 p.
- MURCIA, Alonso. Evaluación y calibración de algunas maquinas e implementos utilizados en la mecanización del sistema maíz – soya. Bogotá – Colombia. 2004. 55 p.
- PROTABACO LTDA. Módulos de Siembra, Mantenimiento, Recolección y Curado del cultivo de tabaco. Curso de capacitación agricultores y aprendices. SENA. Santander. 2005. PP. 1-50
- PROTABACO LTDA. Presentación Huila. Neiva - Huila, 2009. 12 p.
- PROTABACO LTDA. Presentación semilleros y preparación de suelos. San Gil – Santander, 2010. 44 p.
- QUINTERO, RODRIGUEZ. Costos de producción de tabaco en Colombia. Bogotá – Colombia, 2004. 15 p.
- Tractores, implementos agrícolas – sembradoras neumáticas de precisión – especificaciones y método de prueba. México D.F, 2004, NMX-O-222-SCFI-2004.
- ZAMBRANO, TOVAR. Acuerdo regional de competitividad para la cadena del tabaco en el departamento del Huila. Neiva – Huila, 2007. 100 p.

ANEXOS

ANEXO A.



UNIDAD AGROINDUSTRIAL FOMENTO NEIVA.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE MARCADOR - AHOYADOR PARA EL CULTIVO DE TABACO.

FORMATO DE TOMA DE DATOS

Predio: _____ Fecha: _____

Observador: _____ Hoja N°: _____

Tiempo total de la labor: _____ Área: _____

Tratamiento: _____ # de bandejas por tratamiento: _____

VARIABLES DE RESPUESTA						
SURCO	TIEMPO (min)	VELOCIDAD DE TRABAJO (m/seg.)	PORCENTAJE DE UNIFORMIDAD DE LA DISTANCIA ENTRE MARCAS	FUNCIONALIDAD DEL MECANISMO DE AJUSTE		
				Bueno	Regular	Malo
1						
2						
3						
4						
PROMEDIO						
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR						

Observaciones:

ANEXO B.



UNIDAD AGROINDUSTRIAL FOMENTO NEIVA.

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UNA PODADORA MANUAL PARA
PLANTULAS DE TABACO.**

FORMATO DE TOMA DE DATOS

Predio: _____ Fecha: _____

Observador: _____ Hoja N° _____

Tiempo total de la labor: _____ Área: _____ Total bandejas: _____

Tratamiento: _____ # de bandejas por tratamiento: _____

VARIABLES DE RESPUESTA				
# DE BANDEJA	TIEMPO (seg)	# DE PLANTULAS PODADAS	# DE HOJAS CORTADAS SOBRE LA BANDEJA	EFICIENCIA DE CORTE (%)
1				
2				
3				
4				
5				
PROMEDIO				
TIEMPO TOTAL DE LA LABOR				

Observaciones:

ANEXO C



UNIDAD AGROINDUSTRIAL FOMENTO NEIVA.

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE SEMBRADORA MANUAL DE SEMILLA
DESNUDA DE TABACO.**

FORMATO DE TOMA DE DATOS

Predio: _____ Fecha: _____

Observador: _____ Hoja N°: _____

Tiempo total de la labor: _____ Área: _____ Total bandejas: _____

Tratamiento: _____ # de bandejas por tratamiento: _____

TRATAMIENTO II											
# BAN	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR	# BAN	t LABOR (seg)	SEM * ALV	ASS	% GER	PLANTULAS A RALEAR
1						11					
2						12					
3						13					
4						14					
5						15					
6						16					
7						17					
8						18					
9						19					
10						20					
PROMEDIO						PROMEDIO					

Observaciones:

PLANOS