

**Herramienta para el Plateado en los Cultivos de Mora de Castilla, a Partir del Estudio de
los Factores de Carga Física**

Anny Paola Jiménez Suarez

**Trabajo de Grado para Optar el título de
Diseñadora Industrial**

Director

John Faber Archila

Doctor en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	18
1. Planteamiento del problema.....	20
1.1. Descripción del problema	20
2. Justificación	24
3. Objetivos	27
3.1. Objetivo General.....	27
3.2. Objetivos Específicos.....	27
4. Marco de Referencia Conceptual.....	28
4.1. Mora	28
4.1.1. Métodos de control	29
4.1.2. Cuidados de la mora.....	31
4.1.3 Herramienta para plateo	33
4.2. Factores de carga física.....	37
4.3. Medidas Antropométricas.....	41
4.3.1. Diámetro mano empuñadura mano.....	42

4.3.2. Desvio Unlar	42
4.3.3. Longitud empuñadura de la mano.....	43
5. Metodología del proyecto	43
6. Análisis de la herramienta.....	45
6.1. Evaluación ergonómica del plateado	45
6.1.1. Análisis del área de trabajo del agricultor realizando la tarea de plateo.....	46
6.1.1. Análisis de la tarea por determinantes	47
6.1.2. Síntomas de los agricultores de mora	52
6.1.3. Análisis factores de carga física.....	55
6.2. Evaluación física del azadón.....	63
6.2.1. Procedimiento del laboratorio.....	63
6.2.2. Calculo de la fuerza ejercida por el agricultor	66
6.3. Análisis de identidad.....	67
7. Requerimientos y parámetros	69
8. Generación de conceptos	71
8.1. Lluvia de ideas	72
8.1.1. Selección de propuestas	74
8.2. Pruebas de propuestas seleccionadas	78
8.2.1. Propuesta 8.....	78

8.2.2. Propuesta 9.....	89
8.2.3. Verificación de medidas antropométricas.....	95
8.2.4. Agarre antebrazo.....	100
8.2.5. Tallas S, M, L.....	107
8.3. Resumen de la evolución formal de la herramienta.....	108
9. Aplicación de conceptos a la propuesta final.....	111
9.1. Render.....	111
9.1.1. Ficha técnica	112
9.2. Materiales.....	112
9.2.1. Procesos de producción.....	113
9.2.2. Costos.....	114
9.3. Análisis físico de la herramienta propuesta	115
9.4. Análisis del alcance máximo de trabajo en la herramienta propuesta	116
9.5. Productividad de la herramienta propuesta.....	118
9.6. Validación y verificación.....	119
9.6.2. Verificación de la evaluación de los factores de carga física en la herramienta propuesta	124
10. Conclusiones.....	131
Referencias Bibliográficas	134
Apéndices.....	138

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Tipos de azadón o azada	34
Tabla 2. Factores de riesgo	38
Tabla 3. Análisis de productividad la herramienta tradicional en un cultivo de mora de 1 hectárea por una persona.	47
Tabla 4. Tiempos de los 3 momentos de la tarea de plateado.....	58
Tabla 5. Datos del laboratorio de penetración	65
Tabla 6. Logaritmo natural del PDC y CBR.....	65
Tabla 7. Requerimientos y parámetros	69
Tabla 8. Selección de propuestas	76
Tabla 9. Medidas del disco según su diámetro (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013)	78
Tabla 10. Descripción de los elementos de cada experimento escogidos para conformar la propuesta 9.	90
Tabla 11. Valor de cada ítem de la escala de likert	93
Tabla 12. Percentiles por edad de 25 a 35 años, hombres y mujeres.....	97
Tabla 13. Medidas de los modelos a evaluar	98
Tabla 14. Puntuación de cada propuesta para el agarre del antebrazo según la estética, resistencia y practicidad.....	103
Tabla 15. Tallas S, M y L a partir de la verificación de medidas antropométricas	108

Tabla 16. Análisis de productividad la herramienta tradicional en un cultivo de mora de 1 hectárea por una persona.	118
Tabla 17. Análisis de productividad de la herramienta propuesta en un cultivo de mora de 1 hectárea	118
Tabla 18. Resultados de cada adjetivo valorado por los 10 participantes del producto 1.	122
Tabla 19. Resultados de cada adjetivo valorado por los 10 participantes del producto 2	122

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de personas afiliadas al régimen contributivo de salud (ONS, 2017).	21
Figura 2. Plateado en cultivo de mora	32
Figura 3. azadón(Amazon, azadas, 2016a)	34
Figura 4.azada Warrem (Amazon, azadas, 2016a)	34
Figura 5. Azada paxton	34
Figura 6. Azada de flor. (ebay, 2017d)	35
Figura 7. Azada hoedag. (ebay, 2016e)	35
Figura 8. Azada mortero (ebay, 2017f).....	35
Figura 9. Azada estribos	35
Figura 10. Azada Holandesa. (Terrarotja, 2017h)	36
Figura 11. Azada colineal. (Amazon, 2017 i).....	36
Figura 12. Azadones disponibles en el mercado local	37
Figura 13. Gráfico de la columna sosteniendo una carga (laboral, 2013).	41
Figura 14. Imagen x. diámetro de mano (Miguel, 2016)	42
Figura 15. Desviación ulnar (Melo, 2009).....	43
Figura 16. Metodología del proyecto.....	44
Figura 17. Descripción de la metodología del primer objetivo específico.	45
Figura 18. Análisis del área de trabajo del agricultor realizando la tarea de plateo	46
Figura 19. Analisis por determinantes en el uso del azadon de la actividad de plateado	49

Figura 20. Grupos de las partes del cuerpo para evaluar la sintomatología del agricultor	52
Figura 21. Zona lumbar baja	53
Figura 22. Zona lumbar alta.....	53
Figura 23. Porcentaje del dolor lumbar en los agricultores después de terminar la actividad.	54
Figura 24. Duración de la incidencia laboral a lo largo del año.	54
Figura 25. Posición 1 (km 22, vía pamplona, 2015).....	56
Figura 26. Posición 2 (km 22, vía pamplona, 2015).....	56
Figura 27. Posición 3 (km 22, vía pamplona, 2015).....	56
Figura 28. Posición 2 (km 22, vía pamplona, 2015).....	57
Figura 29. Características de la simulación en el software jack siemens en la tarea de plateado..	57
Figura 30. Simulación en jack siemens de los tres momentos de la tarea de plateado mediante el software Jack siemens.....	58
Figura 31. Nivel de incidencia por el método OWAS mediante la simulación de Jack siemens.	59
Figura 32. Puntuación de la evaluación por repetitividad JSI mediante la plataforma ergonautas.	60
Figura 33. Resultados de la prueba NIOSH mediante la plataforma ergonautas.....	61
Figura 34. Simulación del agricultor en el momento del arrastre mediante la plataforma Jack siemens.....	62
Figura 35. Valor de la evaluación por el método SNOOK y CIRIELLO de la actividad por medio de la plataforma ergonautas. Valor: 0,21	62
Figura 36. Resumen del laboratorio de penetración dinámica por cono.....	64
Figura 37. Modelo del penetrómetro	64
Figura 38. PDC Vs CBR.....	66

Figura 39. DCL y ventaja mecánica del azadón durante la actividad de plateado.	67
Figura 40. Colorimetría escogido para la imagen del proyecto en escala CMYK	68
Figura 41. Descripción de la metodología del segundo objetivo específico.....	71
Figura 42. Lluvia de ideas basadas en los requerimientos y parámetros.	73
Figura 43. Tractor por discos abohetados Adaptado de: mercado libre	77
Figura 44. Construcción de propuesta 8 a partir de las propuestas seleccionadas, P1 y P7	77
Figura 45. Características del disco de arado del espesor, diámetro y concavidad en la cara lateral.....	78
Figura 46. Tipos de filo del disco, tomado de (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013)79	
Figura 47. Experimento 1 de la propuesta 8	80
Figura 48. Experimento 2 de la propuesta 8	81
Figura 49. Experimento 3 de la propuesta 8	82
Figura 50. Experimento 4 de la propuesta 8	83
Figura 51. Experimento 5 de la propuesta 8	84
Figura 52. Experimento 6 de la propuesta 8	85
Figura 53. Detalle del tractor por discos con disco guía tomado de la revista John Deere, 2018	86
Figura 54. Experimento 7 de la propuesta 8	86
Figura 55. Experimento 8 de la propuesta 8	87
Figura 56. Experimento 9 de la propuesta 8	88
Figura 57. Puntuación del antebrazo. Adaptado de: plataforma ergonautas.....	89
Figura 58. Simulación de posición de brazos en vista superior mediante la plataforma Jack siemens.....	89
Figura 59. Modelo de la propuesta 9	90

Figura 60. Usuario manejando el modelo de la propuesta 9.....	91
Figura 61. Experimento 1 sobre el lenguaje uso de la propuestas 9 a seis (6) agricultores.....	91
Figura 62. Escala Likert aplicada en la encuesta del experimento 1, (Ospina & Sandoval, 2003)	92
Figura 63. Comparativo entre la herramienta tradicional y la herramienta propuesta según los diferentes aspectos de comodidad que se evaluó.	93
Figura 64. Puntos a favor de cada modelo según su respectiva pregunta	93
Figura 65. Escala numérica para la percepción del nivel de satisfacción	96
Figura 66. Verificación de las medidas antropométricas del modelo 1 y modelo 2	99
Figura 67. Resultados de las encuestas de satisfacción aplicada a treinta (30) campesinos, comparando los modelos 1 y 2. (M1, M2).....	99
Figura 68. Propuesta 1 del diseño de codera.....	101
Figura 69. Propuesta 2 diseño de codera	101
Figura 70. Propuesta 3 diseño de codera	102
Figura 71. Modelos del agarre del antebrazo para la propuesta 9	102
Figura 72. Resultados de la evaluación para modelos del agarre del antebrazo.	104
Figura 73. Ilustración de uso para el agarre del antebrazo, modelo 5	105
Figura 74. Modelo antebrazo con abertura que permite el paso del aire.	105
Figura 75. Modelo de prueba del agarre del antebrazo.....	105
Figura 76. Resultados de la encuesta del agarre del antebrazo	106
Figura 77. Detalle del agarre para el antebrazo.	107
Figura 78. Evolución formal de la hoja para cortar la maleza	109
Figura 79. Evolución del agarre del antebrazo durante el proceso de diseño.....	109

Figura 80. Resumen evolutivo de la parte formal de la herramienta propuesta	110
Figura 81. Descripción de la metodología del tercer objetivo específico.	111
Figura 83. Ficha técnica de la herramienta	112
Figura 84. Partes de la herramienta con su respectiva descripción de material.....	113
Figura 85. Diagrama de flujo para los procesos de producción.....	113
Figura 86. Cotización de la herramienta por unidad y por mayor	114
Figura 87. Diagrama de cuerpo libre de la herramienta nueva.	115
Figura 88. Ventaja mecánica de la herramienta tradicional y la propuesta	116
Figura 89. Calculo del alcance de trabajo de la herramienta propuesta y la tradicional.....	117
Figura 91. Productos 1 y 2 con los cuales se aplicó el diferencial semántico	120
Figura 92. Validación de la herramienta rugus vs herramienta tradicional en plano picado y contrapicado en la plantación de mora vía pamplona kl 22 finca “el carajo”	121
Figura 93. Escala Osgood.	121
Figura 94. Comparación de los promedios obtenidos de cada uno de los adjetivos evaluados..	123
Figura 95. Resultados finales comparando el nivel de aceptación del producto 1 y producto 2	123
Figura 96. Ángulos de las posturas adoptadas por los usuarios al interactuar con la herramienta propuesta.	124
Figura 97. Simulación de la actividad del plateado en Jack siemens	125
Figura 98. Simulacion en jack siemens de los tres momentos de la tarea de plateado. Adaptado de: software Jack siemens	126
Figura 99. Nivel de incidencia por el metodo OWAS mediante la simulacion de jack siemens en la herramineta propuesta.	126
Figura 101. Altura de la carga mediante la simulación de la tarea en Jack siemens	128

Figura 102. Valor de la evaluación por el método SNOOK y CIRIELLO de la actividad con la herramienta propuesta por medio de la plataforma ergonautas. Valor: 0,29	129
Figura 103. Antes y después de la herramienta tradicional con respecto a la herramienta nueva en las tres posiciones; alzar, cortar y retirar.	130
Figura 104. Comparación entre los resultados del método OWAS de las herramientas tradicional y la propuesta	130

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Encuesta sobre la satisfacción al realizar la actividad	138
Apéndice B. Verificación de medidas	140
Apéndice C. Experimento para la selección de los diferentes modelos de agarre para antebrazo.	141
Apéndice D. Experimento del modelo funcional del agarre para antebrazo según la escala análoga visual EVA	143
Apéndice E. herramienta.....	144

Resumen

Título: Herramienta para el plateado en los cultivos de mora de castilla, a partir del estudio de los factores de carga física.*

Autor: Anny Paola Jiménez Suarez.**

Palabras Clave: Mora, herramienta, postura, agricultura, plateado

Descripción:

El trabajo realiza en una primera instancia el análisis de la interacción agricultor- azadón para identificar el factor por carga física (repetición, carga, postura) más relacionado con las molestias musculares que presentan los campesinos al finalizar la tarea de plateo en los cultivos de mora de castilla en terrenos escalonados, la cual, consiste en la remoción de la maleza que crece alrededor de la planta, para que no compita por suministro de agua y se pueda oxigenar. Por otro lado, la mora de castilla es un fruto de alta demanda extranjera donde Santander es uno de los principales productores en la nación.

El azadón es producto de la recursividad del agricultor, siendo una herramienta milenaria en las tareas del campo, donde su eficiencia la ha precedido. No obstante, las consecuencias que esta trae a la salud del agricultor se evidencian generando una necesidad en torno al bienestar del usuario, por esto, el objetivo del proyecto fue el desarrollar un modelo funcional a partir del análisis de la herramienta tradicional que disminuyera los factores de carga física los cuales pueden provocar posibles lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos; tendones, nervios, articulaciones, entre otros, afectando directamente al trabajador produciendo efectos nocivos como enfermedades musculares y ósea, teniendo en cuenta los requerimientos ergonómicos, técnicos, funcionales y formales, sin dejar atrás el aspecto productivo donde se hizo uso de diferentes herramientas, laboratorios y experimentaciones que ayudaran con el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: John Faber Archila, Ingeniero Mecánico

Abstract

Title: Tool for plateado in blackberry of Castilla crops, based on the study of physical load factors*

Author: Anny Paola Jiménez Suarez.**

Keywords: blackberry, tool, body position, farming, plateado, agriculture

Description:

The work carried out in the first instance the analysis of the farmer-hoe interaction to identify the factor by physical load (repetition, load, posture) more related to the muscular discomfort that the peasants present at the end of the silvering in the blackberry crops. of castilla in terraced lands, which consists of the removal of the weeds that grows around the plant, so that it does not compete for water supply and can be oxygenated. On the other hand, Mora de Castilla is a fruit of high foreign demand where Santander is one of the main producers in the nation.

The hoe is the product of the farmer's recursion, being a millenary tool in the tasks of the field, where its efficiency has preceded it. However, the consequences that this brings to the health of the farmer are evidenced by generating a need around the user's wellbeing, for this reason, the objective of the project was to develop a functional model based on the analysis of the traditional tool that would reduce the factors of physical load which can cause possible inflammatory or degenerative injuries of muscles; tendons, nerves, joints, among others, directly affecting the worker producing harmful effects such as muscular and bone diseases, taking into account ergonomic, technical, functional and formal requirements, without leaving behind the productive aspect where different tools, laboratories were used and experimentations that will help with the improvement of working conditions.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: John Faber Archila, Ingeniero Mecánico

Introducción

La mora de castilla es una fruta importante en el mercado nacional, gracias a la alta demanda en el extranjero, siendo Colombia uno de los mayores exportadores en Latinoamérica, donde el departamento de Santander ocupa los primeros puestos en productividad gracias a sus terrenos fértiles y condiciones climáticas de constante lluvia que permiten su buen cultivo. El presente documento describe cómo la actividad de plateado para el cuidado del cultivo de mora afecta directamente el bienestar del agricultor, a quien se le generan dolencias musculares. De modo que, los puntos que se trataron fueron: en primer lugar, el análisis e identificación de los factores de carga física (carga, repetitividad, postura). Seguido del desarrollo del concepto de diseño basado en los parámetros y finalmente la evaluación de la propuesta basada en la observación realizada durante la actividad de plateado en la finca “el carajo”, vía pamplona km 21, proyecto de clase de la materia Diseño 6 realizado en el año 2015, para generar una solución a dicho problema.

El plateado es una tarea de cuidado que se debe realizar máximo cada 4 meses, el cual consiste en retirar la hierba que crece alrededor del tallo para que esta no compita por suministro de agua y tenga mayor oxigenación, debido a que el tallo de la planta de mora es delgado y delicado, se deben realizar actividades manuales utilizando herramientas tradicionales, como el azadón, para no deteriorar sus raíces. En el mercado local se encuentran cuatro (4) tipos de azadones y ninguno está especializado para esta tarea. Su diseño, al no ser el adecuado para esta actividad, produce malestar en la salud del usuario, obligándolo a adoptar posturas poco convenientes y esfuerzos innecesarios, aumentando los factores de carga física.

Los factores de carga física son de origen laboral, los cuales provocan posibles lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos; tendones, nervios, articulaciones, entre otros. Estos afectan directamente al trabajador produciendo efectos nocivos como enfermedades musculares y óseas de acuerdo con el tiempo de exposición (Castilla & León, 2010).

Es por esto que, se denota la importancia de diseñar adecuadamente la herramienta para la actividad de plateado, que permita la reducción de dolores lumbares producida por la actividad. De esta manera, se genera que la experiencia del agricultor sea más satisfactoria. Por consiguiente, al mejorar la interacción agricultor-azadón se puede mitigar los factores de carga física, donde la tarea de plateado sea más amigable con la salud del campesino.

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema

El sector agrícola en Colombia presenta una larga tradición e importancia gracias a la riqueza de sus suelos, en donde la mora de castilla es una de las frutas con más exportación, por su alta demanda. Según el ingeniero agrónomo Rafael Angulo Carmona, asesor de la Corporación para la Diversificación del Ingreso Cafetero (Cordicafé), una vez iniciada la producción, esta proporciona un flujo de ingresos permanente, debido a que las cosechas son rápidas y continuas, sin embargo, la mora requiere de un cuidado continuo para garantizar la calidad de su producto (Carmona, 1997). El plateo es una práctica cultural que consiste en retirar la maleza que crece alrededor de la mora cada 4 meses para que no compita por suministro de agua, utilizando como herramienta principal el azadón (testimonio de Don Antonio, agricultor dedicado a la mora en la finca “el carajo” km 22 vía pamlona).

El azadón es una herramienta originada por la recursividad del agricultor, la cual responde a las necesidades del campo. Actualmente, el mercado local no ofrece opciones de herramientas especializadas para esta tarea; debido a la falta de estudio en el campo. A pesar de, la importancia en la sustentabilidad del país, la poca preocupación por parte del estado al sector campesino en cuestión de aplicación de nuevas tecnologías para mejorar su condición de salud y producción, es lamentable (Frank, 2005). Por otro lado, en el mercado internacional existen equipos modernos que mejoran la calidad de trabajo, sin embargo, la pala; la pica, el azadón y el machete siguen

siendo herramientas indispensables en la agricultura del minifundio Colombiano, puesto que, no tienen la capacidad de adquirirlos, además de la poca implementación que tienen en los cultivos escalonados (campesinos, 2002).

Según el estudio del observatorio nacional de salud (ONS) muestra las brechas que existen para acceder al derecho de salud en ciertos sectores, como se presenta en la *figura 1*:

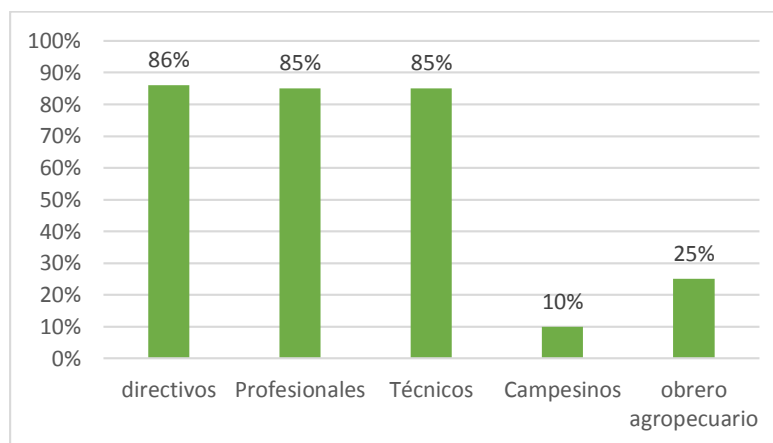


Figura 1. Porcentaje de personas afiliadas al régimen contributivo de salud (ONS, 2017).

La revista Health-related hazards of agriculture, asegura que la frecuencia de accidentes y enfermedades profesionales son inexactos y son subestimados en la agricultura, las molestias musculares son problemas de salud presentes en la población campesina en especial cuando ellos adoptan posturas forzadas o movimientos repetitivos en fuertes jornadas de trabajo y es que más del 80% de los campesinos en Colombia sufren de dolor de espalda y no existen políticas de prevención para este problema (Arango, 2015).

El campesino colombiano común manifiesta problemas de salud, gracias a sus actividades matutinas de trabajo, porque no se encuentran en las mejores condiciones, dado que realizan largas

jornadas de trabajo donde las herramientas no son las adecuadas para la tarea, relacionandose directamente con los problemas de salud que manifiestan los campesinos, tales como; enfermedades musculares, óseas, respiratorias y de la piel, que aquejan a los agricultores y quienes día a día visitan a los médicos de sus municipios con una dolencia nueva, la cual tiene un origen desconocido para ellos (Gaucíl D. , 2017).

El esfuerzo excesivo, la fatiga son el resultado del manejo de herramientas y de los métodos tradicionales, que exigen una gran inversión de energía e incrementan los riesgos de accidentes. Los trastornos musculares y óseos crónicos son el tipo de afecciones que muy probablemente se agravan con el paso del tiempo, donde la mayoría pueden provocar discapacidad permanente (comisión nacional de seguridad y salud en el traba, 2008).

De acuerdo a la información anterior, se puede apreciar el problema de salud que tienen los agricultores y de la relación con las actividades cotidianas en campo, siendo las causantes de dichas dolencias. Para los cultivos de mora de castilla es necesario realizar la actividad de plateado para su cuidado, donde una vez finalizada la tarea provoca dolencias al agricultor por su mala postura durante una jornada prolongada.

El plateado es una tarea encargada del cuidado de la mora donde se remueve la tierra y se retira la maleza alrededor de la planta para que esta se oxigene y no compita por agua. En promedio 2 trabajadores en un cultivo de 1 hectárea demoran entre 4 a 6 semanas en el proceso de plateado, donde su jornada de trabajo es de 7 am- 5pm con 1 hora de almuerzo. Una vez finalizada esta actividad deja un dolor constante y duradero que puede ocasionar lesiones a futuro, según la

observación realizada a un grupo de campesinos dedicados al cultivo de la mora en el kilómetro 22 vía Cúcuta para la materia de diseño 6 en el año 2015.

Con base en lo expuesto anteriormente, se infiere sobre la necesidad del estudio y desarrollo de una nueva herramienta que mejore la condición del agricultor, la cual mitigue las dolencias lumbares, que ayude a dignificar el trabajo realizado por los agricultores, donde se reconozca la importancia y el impacto que tienen sobre nuestra economía.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), por su sigla en inglés (Food and Agriculture Organization of United Nations) afirma que, los agricultores son la mayor fuente de inversión en los países en desarrollo, a pesar de los entornos poco propicios a los cuales se enfrentan y a los escasos incentivos, el cual se presenta como un sector inexplorado donde, se ignora el gran potencial que posee (FAO, 2004).

Durante la década pasada, el gasto público nacional en Colombia discriminó en contra del sector agropecuario y rural, consecuencia no solo de políticas sectoriales, también de políticas macroeconómicas, fiscales y de comercio exterior, además, dentro del gasto en el sector se priorizaron los apoyos y los subsidios, donde se afectaron negativamente los programas de desarrollo rural (FAO, 2004). Según los datos arrojados por la FAO en el 2013, Colombia es una de las siete naciones que puede volverse despensa mundial de alimentos, gracias a que tiene suficiente tierra para ampliar la frontera agrícola sin necesidad de tumbar bosques. Además, goza de privilegios naturales como ser el tercer país con mayores recursos de agua y con diversidad

climática. Cada región tiene sus propias características climáticas, ofreciendo una gran variedad de frutos, en el cual Santander encabeza como uno de los mayores productores de mora de castilla.

Colombia puede llegar a ser una potencia agrícola de la región, la cual podría cuadruplicar su producción con un mejor uso de la tierra, a partir de investigaciones y nuevas variedades que sean transferidas a los agricultores, quienes generen aumentos de productividad, capacitación, mejoramiento de la infraestructura en carreteras, una mayor inversión de capital por la vía directa de empresarios y mayor acceso al financiamiento de los pequeños agricultores (Leibovich, 2013). Según Leibovich considera que la Corporación Colombiana de investigación agropecuaria (Corpoica) debe representar para Colombia un conjunto conformado por centros de investigación en las universidades, como lo fue el Embrapa brasileño (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) quien fue pieza clave para que ese país se convirtiera en la potencia agrícola mundial que es hoy. (Leibovich, 2013).

2. Justificación

Colombia es hoy el cuarto país del mundo con más potencial para ampliar su frontera agrícola, pero, definitivamente, el posconflicto llevará a este país a convertirse en una verdadera potencia en producción de alimentos en el mundo” Marcos Rodríguez, director de Agricultura Familiar y Mercados Inclusivos de la FAO (Redacción agropecuaria, 2015).

Colombia intenta reinventarse como una gran potencia agrícola, en momentos en que la desmovilización de miles de guerrilleros abre las antiguas zonas de guerra al desarrollo, a medida que la producción de petróleo, el mayor producto de exportación del país, cae debido a la reducción de las reservas, el país ha puesto sus miras en proyectos agroindustriales, por otro lado, los productos agrícolas representan alrededor del 8 por ciento de las exportaciones colombianas anuales de 30.000 millones de dólares (bloomberg, 2017). De modo que, el gobierno tiene incentivos para invertir en el sector agrícola, con el objetivo de reivindicar al campesino, mejorando sus condiciones de trabajo y calidad de vida. Es por esto que, se deben analizar las fortalezas productivas de cada zona donde se observen las ventajas climáticas que brindan y se planifiquen proyectos de desarrollo. Santander, gracias a su variedad climática ofrece una importante producción nacional agrícola, dado que dejará de ser un simple productor de frutas para convertirse en una potencia en los cultivos de mora de castilla, cítricos y aguacate (Redacción agropecuaria, 2015).

Según Asohofrucol (fondo nacional de fomento hortifrutícola) Santander es uno de los líderes a nivel nacional en la siembra de mora de Castilla con 1.600 hectáreas ubicadas principalmente en la zona de Piedecuesta (Redacción agropecuaria, 2015). “Santander tiene varias fortalezas: sus condiciones de suelo y clima son ideales, es un punto equidistante a los potenciales centros de comercialización del país”, Juan pablo Salamanca Hernández, coordinador departamental de Asohofrucol (fondo nacional de fomento hortifrutícola). De lo anterior se infiere sobre el potencial que tiene la mora en Santander en el mercado, es prudente realizar estudios relacionados con las actividades del cultivo, donde se identifiquen los principales problemas para realizar intervenciones que mejoren la condición del trabajador, es decir, el bienestar del agricultor debe

ser prioridad en los estudios, debido a que es notable la importancia que tiene este sector para el progreso del país.

El manejo repetido de cargas y las malas posturas en los campesinos son unos de los factores que generan complicaciones en la salud, causadas por las actividades diarias, que generan el desarrollo de enfermedades musculares y óseas en la población rural (comisión nacional de seguridad y salud en el trabajo, 2008).

Teniendo en cuenta la información anterior, se evidencia la presencia de problemas causados por las labores del campo, de esta manera se justifica una inmediata intervención en la cual se realice un estudio de la situación para el mejoramiento de la dolencia musculoesquelética en los agricultores hacia el desarrollo de una nueva alternativa, donde la aplicación de la actividad de plateado retribuya la labor del agricultor, de este modo contribuya en el sector económico y en el futuro del país, con el fin de generar una solución a dicho problema.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Proponer una herramienta que disminuya los riesgos de factores de carga física basados en la evaluación de la interacción agricultor-azadón en la tarea de plateado, debido a que la prevalencia del dolor musculo esquelético en los agricultores es alta.

3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la actividad de plateado, identificando los factores de carga física más involucrados en función de la prevalencia del dolor musculo esquelético.
- Desarrollar el concepto de la herramienta a partir de los requerimientos ergonómicos y mecánicos establecidos anteriormente.
- Evaluar durante el uso la nueva herramienta demostrando la disminución de los riesgos de carga física en el plateado.

4. Marco de Referencia Conceptual

4.1. Mora

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es definida como un fruto jugoso, que, dependiendo de las condiciones agroclimáticas en las que se desarrolle, podrá presentar diversidad en forma, tamaño, coloración y características organolépticas. Las estadísticas para 2011, reportadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, registraron una producción nacional de 94 303 tn, procedentes de 11 673 hectáreas, cifras que, según proyecciones del Plan Frutícola Nacional para el 2026, presentarán un incremento equivalente a 20 631 ha, con lo cual se induce a mayores oportunidades laborales y económicas, por su capacidad de producir mayores ingresos, ser fuente de empleo y constituirse en una alternativa agrícola rentable frente a otros cultivos del mismo piso térmico. En Colombia, es cultivada en zonas de clima frío moderado (Sanchez, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

La mora es una planta de fructificación continua, las épocas de cosecha están determinadas por el régimen de lluvias en las diferentes zonas productoras en los departamentos de: Cundinamarca, Boyacá, Valle del Cauca, Caldas, Santander, Antioquia, Quindío y Risaralda. Cabe destacar que el departamento de Cundinamarca cuenta con la mayor área sembrada y, por tanto, con la mayor producción, llegando a 40.000 toneladas anuales de fruta cosechada, seguido por Santander, Antioquia, Nariño y Boyaca (DANE & ENA, Mora en Colombia, 2012). En Colombia, la mora posee un gran rango de adaptación, encontrándose desde altitudes que abarcan desde los 1200

hasta los 3500 m.S.N.M (metros sobre el nivel del mar). Para un óptimo desarrollo la mora se debe cultivar entre los 1.800 y 2.000 m.S.N.M., en clima frío moderado con temperaturas que varían entre 12 y 18 °C., humedad relativa del 80 al 90%, alto brillo solar y precipitaciones entre 1.500 y 2.500 mm. al año bien distribuidas (DANE & Ministerio de Agricultura, 2013).

4.1.1. Métodos de control. Los cuidados son actividades esenciales en el mantenimiento y la conservación de la salud de la planta (ingeniería agrícola, 2019). existen métodos de control dependiendo de la necesidad tales como físicos, mecánicos, culturales, biológicos, legales y químicos (Campesinos, 2002).

Método físico: consiste en usar prácticas basadas en calor, agua caliente, uso de electricidad, uso de altas y bajas temperaturas, uso de sonidos y ultrasonidos (Rojas, 2013).

Método mecánico: consiste en utilizar trampas para el monitoreo y control de insectos plagas. Estas pueden ser pegajosas de color amarillo, utilizadas para el manejo de mosca blanca e insectos minadores o azules para el Thrips. Trampas de luz para el control de cucarrones (chiza, mojoyoy o marceño) y otros insectos voladores, estas estrategias se refieren a un tipo de control etológico o aquel que tiene en cuenta el comportamiento de los insectos en relación con el ambiente (Rojas, 2013).

Método cultural: consiste en una adecuada preparación del suelo, eliminar residuos de cosecha, rotación de cultivos, fertilización adecuada y oportuna, eliminación de hospederos y partes enfermas de la planta, labores culturales y riego oportuno (Rojas, 2013).

Según la revista “Campesinos” describe las labores culturales como aquellas actividades de mantenimiento y cuidado que se llevan a cabo durante toda la producción de cualquier tipo de planta ya sea a campo abierto o en agricultura protegida. El objetivo principal de realizar estas actividades es brindarle las condiciones y los requerimientos que las plantas necesitan para crecer (Campesinos, 2002).

Método biológico: es el empleo de agentes patógenos para el manejo de poblaciones de insectos plagas y enfermedades (hongos, bacterias, virus, entre otros) (Rojas, 2013).

Método legal: son las diferentes normas que expide el Gobierno a través de instituciones de control y vigilancia fitosanitaria, como el ICA, para evitar que un insecto o una enfermedad perjudicial a un cultivo lleguen a éste. Las medidas más comunes utilizados por las instituciones de control son las cuarentenas (Rojas, 2013).

Método químico: este método ha sido el más utilizado culturalmente por los productores, sin embargo, bajo los principios de las Buenas Prácticas Agrícolas, debe ser utilizado sólo en los casos estrictamente necesarios, cuando otro método no sea eficiente en el control de plagas. Cuando este método es usado se deben utilizar productos químicos de categoría toxicológica baja, es decir III – IV y productos a base de extractos vegetales, identificados con bandas de color azul y verde, respectivamente (Rojas, 2013) .

4.1.2. Cuidados de la mora . La mora al tener tallos tan delgados demanda de cuidados específicos que ayuden con la estabilidad de la planta, tales como el plateo el cual corresponde a un método cultural (DANE & ENA, Mora en Colombia, 2012).

Plateo

El plateo es la acción de excavar poco profundo un círculo al rededor del tronco del árbol, para la mora es necesario platear hasta el borde del follaje (Flores Blanca, 2109). La mora se debe mantener libre de maleza durante todas sus etapas, aunque no es necesario su eliminación total, se pueden dejar las áreas en las que no se desarrolla el cultivo cubierto con malezas nobles que protegen el suelo, si se ha establecido el cultivo en un terreno con una pendiente pronunciada, lo mejor es que las malezas sean arrancadas suavemente, retirando solo las que están cercanas a la planta (ingeniería agrícola, 2019). Un manejo conveniente es la realización de plateos, de tal forma que la competencia con otras plantas por agua y nutrientes quede descartada, esta tarea se debe hacer cada 4 meses máximo como se muestra en la (imagen 1) que fue tomada en el kilómetro 22 vía Cúcuta en la finca “el carajo” donde se observó la tarea de plateado realizado por un grupo de campesinos dedicado al cultivo de mora en el 2015. Para las calles se puede utilizar machete o guadaña. Una consecuencia por no realizar el plateado pertinentemente es el deterioro de los frutos en todos los estados fenológicos y pueden ocasionar la pérdida total de la producción (Gómez, 2001). labores como las podas de formación y saneamiento, las desyerbas de las calles y el plateo se deben realizar en forma permanente para facilitar la aireación del cultivo (Antioquia & SENA, 2001) como se observa en la *figura 2*.



Figura 2. Plateado en cultivo de mora

Existen métodos de control para mejorar la productividad (método físico, método mecánico, método cultural, método biológico, método legal y método químico) y tener mayor control sobre cualquier complicación que se presente. Para cada inconveniente tiene su respectiva solución, no todos pueden ser atendidos de la misma manera siendo el plateado un método cultural (Rojas, 2013) .

Método cultural: consiste en una adecuada preparación del suelo, eliminar residuos de cosecha, rotación de cultivos, fertilización adecuada y oportuna, eliminación de hospederos y partes enfermas de la planta, labores culturales y riego oportuno (Rojas, 2013) .

Según la revista “Campesinos” describe las labores culturales como aquellas actividades de mantenimiento y cuidado que se llevan a cabo durante toda la producción de cualquier tipo de planta ya sea a campo abierto o en agricultura protegida. El objetivo principal de realizar estas actividades es brindarle las condiciones y los requerimientos que las plantas necesitan para crecer (Campesinos, 2002). Estas actividades ofrecen una mayor eficiencia en la regulación y aplicación

de los nutrientes, lo cual implica un correcto uso de los recursos como el agua y los fertilizantes, así como un bajo costo de mantenimiento; asimismo, es posible obtener una mayor cantidad de plantas y una producción con más calidad (Rojas, 2013) .

4.1.3 Herramienta para plateo . La herramienta azadón es utilizada para el plateo la cual se puede considerar como una de las primeras herramientas usadas en la agricultura, ya que acompaña a la agricultura en su desarrollo desde hace unos 8.000 años, ya entonces, hay datación de herramientas utilizadas para las tareas de siembra, cosecha, secado y almacenamiento de cereales y otros cultivos. Según la revista de máquinas y herramientas en “introducción a la azada”, 2012 El azadón o azada es una herramienta manual agrícola muy versátil que es empleada en el campo o en el jardín para remover pequeñas cantidades de tierra. Es utilizada para controlar las malezas mediante la agitación de la superficie del suelo alrededor de las plantas, poniendo tierra alrededor de la base de las plantas. Ésta crea surcos estrechos y zanjas de poca profundidad para sembrar las semillas. También suele emplearse para cortar las malas hierbas y raíces. Incluso, se usa para cavar o mover la tierra para la cosecha de tubérculos como la papa, camote, yuca, etc.

La **azada o azadón**, está formada por una lámina en el borde frontal cortante, posee filo a un solo lado, y tiene un mango para sujetarla. La pala o mango suele presentarse en fierro o madera asegurándola a presión. Esta herramienta es empleada para cavar y remover tierras previamente roturadas. La azada tiene diversos usos, además del sector agrícola, como el de la albañilería, pues tiene la capacidad de mover montones de arena o cemento (herramientas, 2012).

Estado del arte del azadón

Mercado Internacional: Según la revista “Herramientas” habla sobre los tipos de azadones que hay como se muestra en la *tabla 2* (herramientas, 2012).

Tabla 1.

Tipos de azadón o azada

Herramienta	
❖ típica de la agricultura y la horticultura con una hoja pesada, ancha y una fila recta se conoce como la azada italiana , la azada grub , la azada , la azada del patrón , Azada , o dago hoe	
Azada Warren ❖ la azada de perforación , es una azada de tracción triangular (en forma de punta) o en forma de corazón que es particularmente útil para excavar surcos estrechos y trincheras poco profundas para la siembra de <u>semillas</u> o <u>bulbos</u> .	
Azada paxton ❖ La azada de Paxton es similar a la azada italiana, pero con una cuchilla rectangular más redondeada.	
Azada de flor ❖ La azada de la flor tiene una hoja muy pequeña, haciéndola útil para el deshierbar ligero y la aireación alrededor de plantas que crecen, para no perturbar	

Figura 3. azadón(Amazon, azadas, 2016a)

Figura 4.azada Warrem (Amazon, azadas, 2016a)

Figura 5. Azada paxton (ebay, ebay, 2016c)

Herramienta

sus raíces rasas mientras que retira las malas hierbas



Figura 6. Azada de flor. (ebay, 2017d)

Azada hoedag

- ❖ Es una herramienta de azada que se usa para plantar árboles .



Figura 7. Azada hoedag. (ebay, 2016e)

Azada mortero

- ❖ mortero es una herramienta específica para la mezcla manual de mortero y hormigón, y tiene la apariencia de una azada típica de cuchillas cuadradas con la adición de grandes agujeros en la hoja



Figura 8. Azada mortero (ebay, 2017f)

Azada estribos

- ❖ están especialmente diseñadas con una cuchilla de doble filo que se dobla alrededor para formar un estribo como rectángulo unido a la manija. Las malas hierbas se cortan justo por debajo de la superficie del suelo. El ancho de la hoja oscila entre tres y siete pulgadas.



Figura 9. Azada estribos (Manufactum, 2017g)

Herramienta**Azada holandesa**

- ❖ Tiene un diseño especial el mismo que es empujado en el suelo para cortar las malas hierbas bajo la superficie. Su cabeza es un lazo de metal plano.



Figura 10. Azada Holandesa. (Terrarotja, 2017h)

Azada colineal

- ❖ es la que posee una hoja estrecha y cortante que se utiliza para cortar las malas hierbas de una manera rápida. Sus hojas son muy afiladas por lo que corta las hierbas sobre la superficie con un simple barrido.



Figura 11. Azada colineal. (Amazon, 2017 i)

Mercado Local

En el mercado local existen 4 tipos de azadón, tipo 1, tipo 2, tipo 3 y la azadoneta. Estos 4 tipos comparten la misma forma del azadón convencional, conformada por una lámina de hierro con el borde frontal cortante relativamente afilado por un lado y abohetada, con un mango para sujetarla de madera utilizada básicamente para cavar y remover tierras roturadas o blandas. La diferencia está en las dimensiones de la lámina: anchura, altura y curvatura como se puede observar en la *figura 12*.

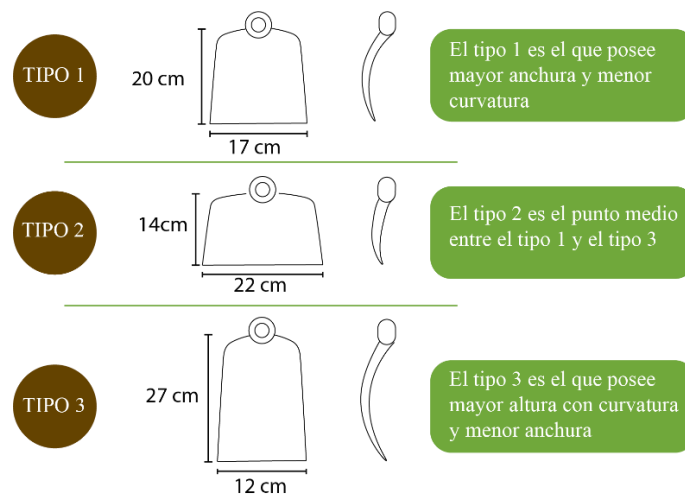


Figura 12. Azadones disponibles en el mercado local

Para el plateado de la mora se recomienda utilizar el tipo 3 ya que es una de las más pequeñas y no lastima las raíces de la mora que son tan delicadas (Información adquirida de Repregram y Ferrocampo por medio telefónico).

4.2. Factores de carga física

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) de origen laboral dan como consecuencia en muchos casos lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, nervios, articulaciones, entre otros, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que éste se desarrolla (Gutierrez, 2011). Según (Castilla & León, 2010) 2.a Edición 2010, los Factores de riesgo hace referencia a las Condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencial en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa.

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2007), los factores que contribuyen a la aparición de TME como se muestra en la *Tabla 3*

Tabla 2.

Factores de riesgo

Factores Físicos	• Posturas: Forzadas, Estáticas
	• cargas/aplicación de fuerzas
	• Movimientos Repetidos
	• Vibraciones
Factores Psicosociales	• Entornos de Trabajo Fríos
	• Demandas Altas, Bajo Control
	• Falta de Autonomía
	• Falta de Apoyo Social
	• Repetitividad y Monotonía
Individuales	• Insatisfacción Laboral
	• Historia Médica
	• Capacidad Física
	• Edad
	• Obesidad
	• Tabaquismo

Los factores de riesgo principales que se tuvieron en cuenta en la investigación son:

- Posturas mantenidas /forzadas.
- Manipulación manual de cargas.
- Movimientos repetitivos.

Posturas forzadas o posturas mantenidas

Estas molestias musculo esqueléticas aparecen con el tiempo, es por esto que no es una alarma inmediata e ignoran los síntomas. Las posturas forzadas o mantenidas son posiciones de trabajo en las que una o varias regiones del cuerpo dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición forzada que suelen ocasionar lesiones por sobrecarga (Castilla & León, 2010). Según el libro Manual de trastornos musculoesqueleticos por Catilla y León, las posturas forzadas en numerosas ocasiones originan TME, las cuales son frecuentes en la zona de hombros y cuello definiendo tres etapas en la aparición de los trastornos originados por posturas forzadas:

En la primera etapa aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, desapareciendo fuera de éste. Esta etapa puede durar meses o años. A menudo se puede eliminar la causa mediante medidas ergonómicas.

En la segunda etapa, los síntomas aparecen al empezar el trabajo y no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo. Esta etapa persiste durante meses.

En la tercera etapa, los síntomas persisten durante el descanso. Se hace difícil realizar tareas, incluso las más triviales.

Cargas

“Carga Física es la cuantificación de la diferencia entre las exigencias del trabajo y el costo físico del mismo (fatiga)” (Castilla & León, 2010).

Se mide a partir de indicadores fisiológicos y se puede manifestar a corto plazo como un accidente de trabajo o se manifiesta a largo plazo teniendo consecuencias en la salud del usuario (Castilla & León, 2010).

Se entiende por manipulación de cargas cualquiera de las siguientes operaciones realizada por uno o varios trabajadores según el libro Manual de trastornos musculoesqueléticos de León y Castilla:

- El levantamiento
- La colocación
- El empuje
- La tracción
- El transporte o el desplazamiento de una carga.

Movimientos repetitivos

Son una serie de movimientos continuos y parecidos que se realizan cuando los ciclos de trabajo son cortos, provocan un gran número de enfermedades y lesiones de origen laboral que se localizan en hombro, codo, muñeca y mano, conocidas como tendinitis, epicondilitis, túnel carpiano, donde la alta repetición y velocidad de los movimientos y acciones que se deben realizar con cada una de las extremidades superiores es un factor de riesgo a considerar algunas de las acciones más extendidas en los puestos de trabajo son coger, posicionar, girar, insertar, extraer, cortar y doblar (Castilla & León, 2010).

Espalda

Las lesiones más frecuentes son entre otras: contusiones, cortes, heridas, fracturas y sobre todo lesiones musculoesqueléticas. Se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorso-lumbar como se puede ver en la *figura 13* (Gutierrez, 2011).

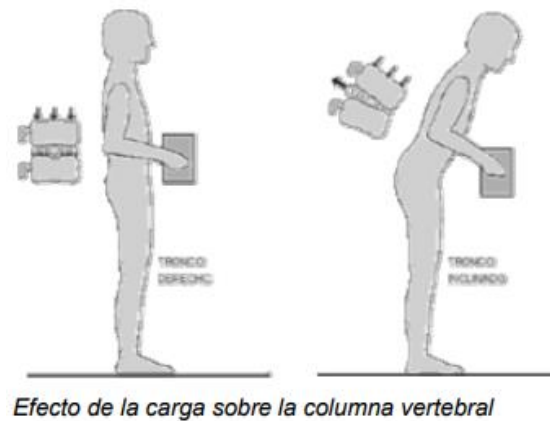


Figura 13. Gráfico de la columna sosteniendo una carga (laboral, 2013).

Las recomendaciones para una buena actividad son:

Posicionar de forma correcta los pies, separar los pies a una distancia de unos 50 cm, Poner el tronco derecho, pegar los brazos al cuerpo, aprovechar el peso del cuerpo, sujetar de forma correcta la carga entre las dos manos (laboral, 2013).

4.3. Medidas Antropométricas

Son las medidas del cuerpo humano tomando como referencia algunos puntos anatómicos, con la finalidad de optimizar la relación de las personas con el medio que los rodea, ya sea por medio de

la evaluación de sus puestos de trabajo, desarrollo de productos confortables que se adaptan a la persona que interactúa con ellos (Maradei, Espinel, & Peña, 2008)

4.3.1. Diámetro mano empuñadura mano. Las recomendaciones acerca del diámetro varían, en general, se obtiene el mejor agarre con mangos cilíndricos de unos 40 mm (1,5 pulgadas) de diámetro, con un rango de 30-50 mm (1,25 a 2 pulgadas), por otro lado si lo que se desea es una herramienta de precisión se recomienda un diámetro de 12 mm (0,45 pulgadas), con un rango de 8-16 mm (0,3 a 0,6 pulgadas), como se ve en la *figura 14*, un diámetro mayor permitirá un torque máximo, mientras que un diámetro más pequeño aporta destreza y velocidad (Miguel, 2016).



Figura 14. Diámetro de mano (Miguel, 2016)

4.3.2. Desvío Unlar. El Angulo recomendado para el agarre con un desvío unlar como se puede observar en la *figura 15* es máximo de 30° para así evitar la posible aparición del síndrome del túnel carpiano (STP) (Melo, 2009)

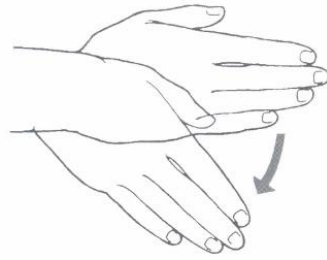


Figura 15. Desviación ulnar (Melo, 2009)

4.3.3. Longitud empuñadura de la mano. Para la longitud del mango es recomendable que se extienda a lo ancho de la palma aplicándole una medida no inferior a 100-120 (mm) (4 pulgadas) debido a que un mango demasiado angosto puede causar compresión innecesaria en el centro de la palma (Melo, 2009).

5. Metodología del proyecto

A continuación se muestra la metodología escogida para el desarrollo del proyecto “herramienta para el plateado en los cultivos de mora de castilla, a partir del estudio de los factores de carga física.” Donde se describe las diferentes actividades según los objetivos específicos previamente establecidos como se puede ver en la *figura 16*.

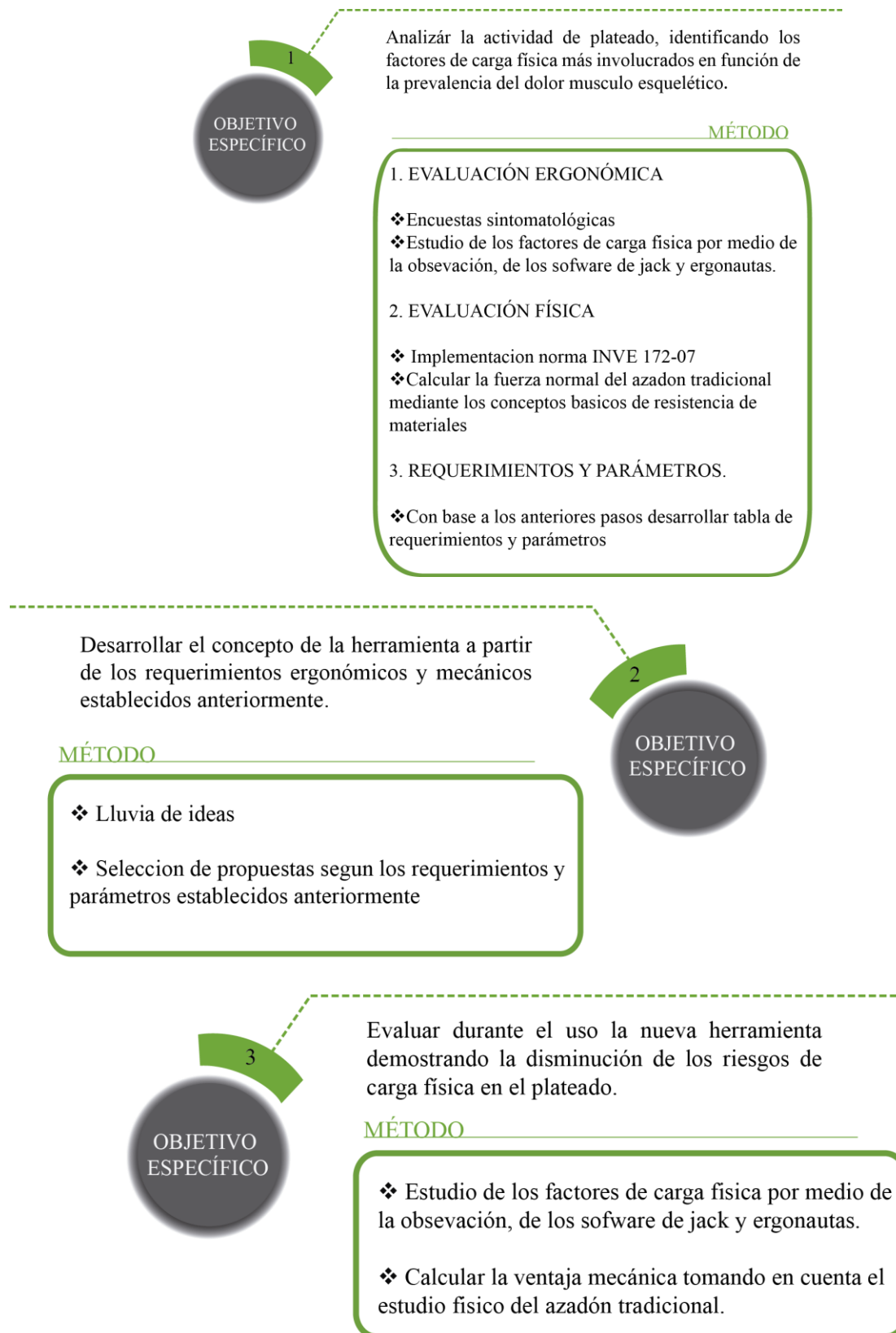


Figura 16. Metodología del proyecto

6. Análisis de la Herramienta

En la siguiente sección se muestra el desarrollo del primer objetivo específico donde describe sus actividades, como se puede observar en la *figura 17*.

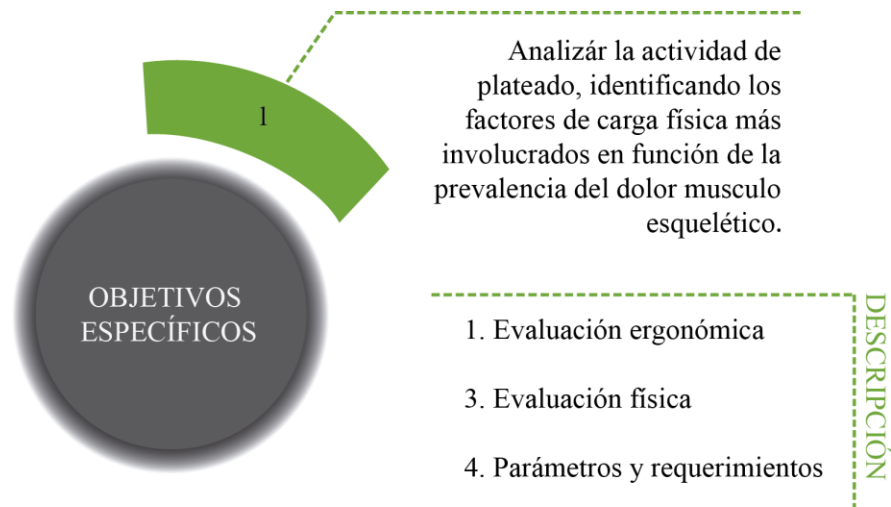


Figura 17. Descripción de la metodología del primer objetivo específico.

6.1. Evaluación ergonómica del plateado

La situación de la comunidad campesina es preocupante debido a que ellos están expuestos a adquirir lesiones por sus largas jornadas de trabajo en condiciones poco favorables, el plateo, siendo una actividad tan frecuente y extensa, tiene directa relación con las dolencias lumbares que aquejan a la población dedicada al cultivo de mora, definiendo el foco de atención de este proyecto (Leibovich, 2013).

En esta sección se realizó un estudio de la actividad de plateo considerando varios aspectos que ayudaran con el establecimiento de requerimientos y parámetros tales como, el aspecto ergonómico y físico por medio de la observación y medición.

6.1.1. Análisis del área de trabajo del agricultor realizando la tarea de plateo. Por medio de la observación realizada a los agricultores dedicados al cultivo y cosecha de la mora de castilla, realizando la tarea de cuidado de plateo, se realizaron mediciones que ayudaron a establecer el análisis del espacio de trabajo tal como se muestra en la *figura 18*.

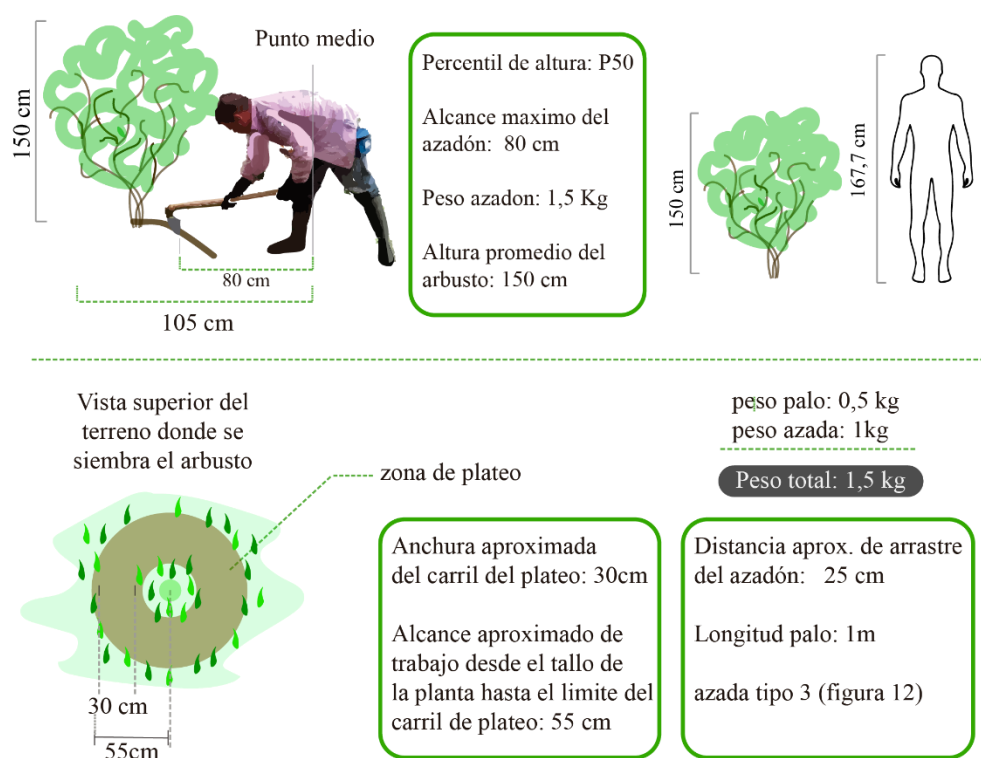


Figura 18. Análisis del área de trabajo del agricultor realizando la tarea de plateo

Como se puede observar en la figura 18 el arbusto se mantiene un promedio de una altura de 150 cm para que los nutrientes se aprovechen de mejor manera, reduciendo su distribución y

concentrándola en la calidad del fruto, por otra parte, mantener el arbusto de esa medida facilita la cosecha.

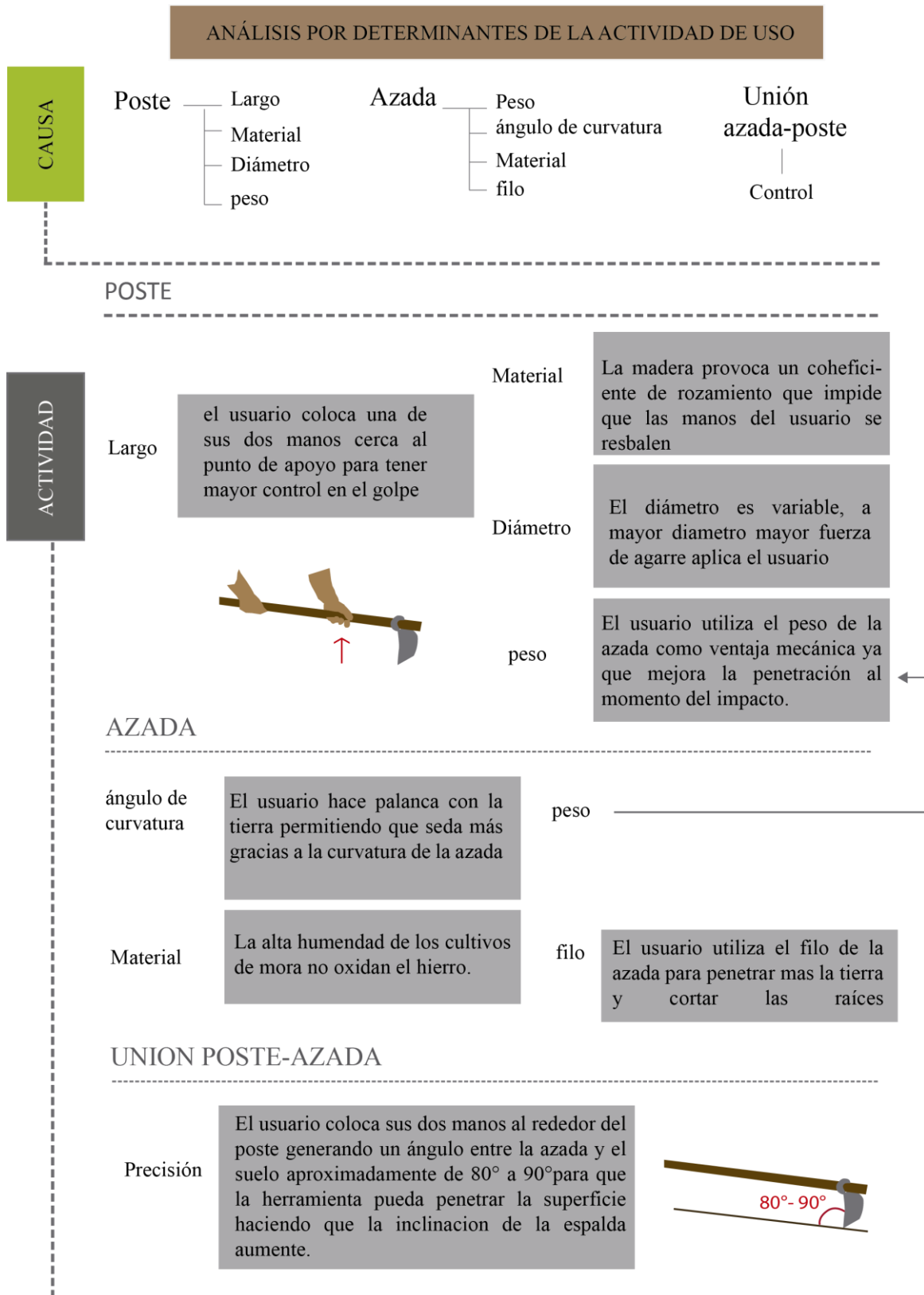
A continuación, se presenta en la *tabla 3* los tiempos que los agricultores invierten en la tarea de plateado. Para el análisis realizado se observó a un agricultor realizando la actividad de plateo donde la aproximación de los tiempos se definió en un escenario de un agricultor en una siembra de 1 hectárea.

Tabla 3.

Análisis de productividad la herramienta tradicional en un cultivo de mora de 1 hectárea por una persona.

Cantidad de plantas por hectárea	1000 arbustos en hectárea
Tiempo de trabajo por planta	5 minutos por cada planta
No. De golpes por minuto	20 golpes
No. De golpes por planta	100 golpes
Cuántas plantas se platean por hora	12
HORAS EN PLATEAR 1.000 PLANTAS DE MORA POR UNA PERSONA	84 HORAS

6.1.1. Análisis de la tarea por determinantes. A continuación se muestra el desarrollo del análisis por determinantes de la actividad de uso del plateado, logrando definir las causas de las actividades y sus consecuencias al ejecutarlas, recopilando la información relacionándola entre sí con el fin de comprender la variabilidad del sistema por medio de la observación, (Rabadel, 1998) ayudando a esclarecer los puntos más críticos de la actividad en función a disminuir los factores de carga física. El análisis ergonómico de la tarea se divide en tres partes: causas, actividades y consecuencias *figura 19*.



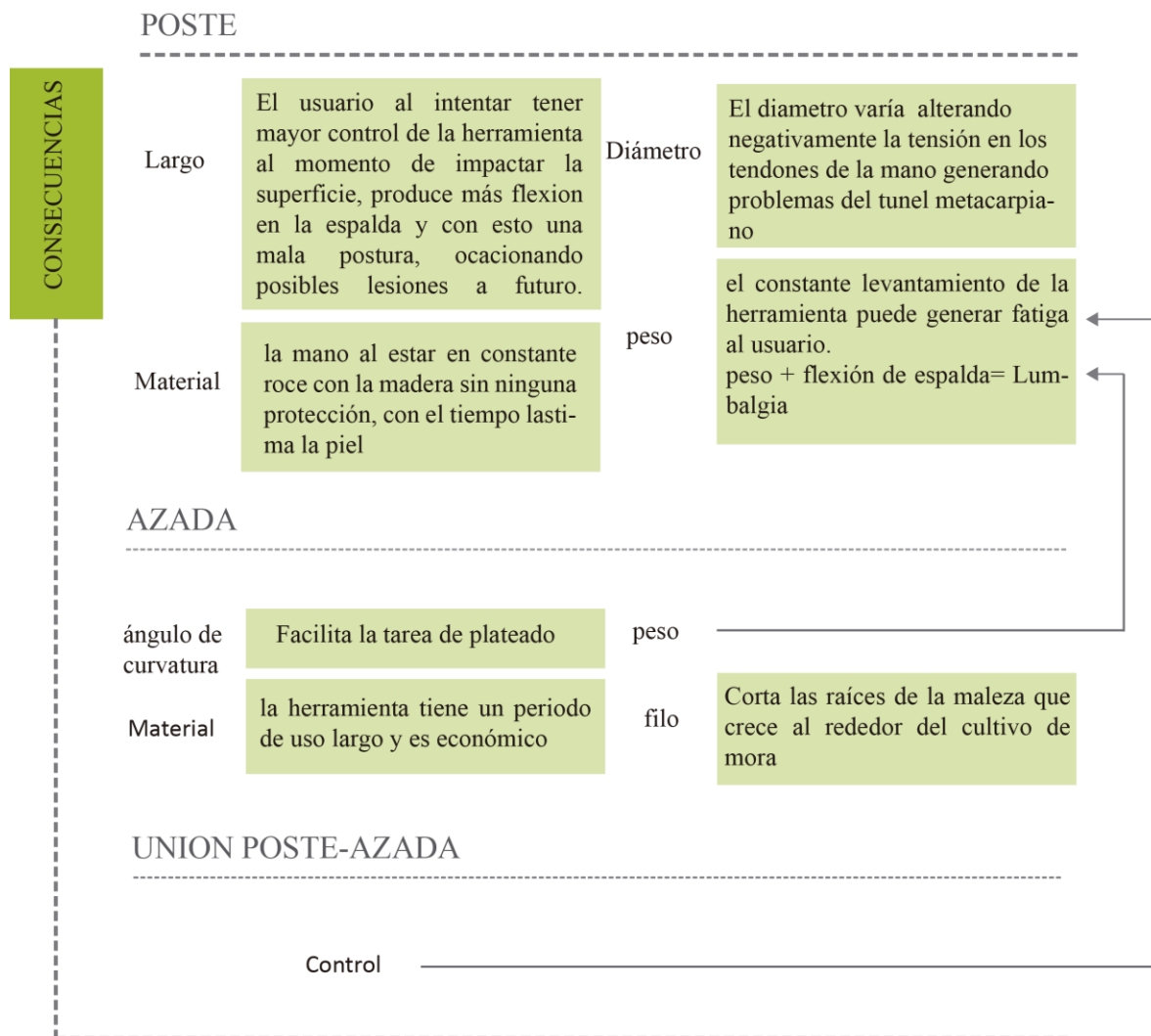


Figura 19. Analisis por determinantes en el uso del azadon de la actividad de plateado

Causas: En el estudio se establecieron 3 determinantes, los cuales son: 1) poste, 2) azada, 3) unión de poste y azada.

1) Poste

El poste tiene características de largo, material, diámetro y peso

La actividad de 1m de largo consiste en que el usuario coloca ambas manos sobre el poste donde una de las manos tiende a acercarse al punto de apoyo para tener mejor control al momento de

impactar la superficie, obligando al usuario a adoptar una postura poco apropiada debido a que la espalda sufre una flexión pronunciada generando dolores lumbares y posibles lesiones.

La actividad del material de la madera es generar un coeficiente de rozamiento que impide que las manos del usuario se resbalen en cada golpe, pero también al estar en continuo rozamiento con la madera lastima la piel del usuario, generando ampolla.

La actividad del diámetro es a mayor diámetro mayor fuerza de agarre aplica el usuario. El diámetro varía dependiendo del poste que se consiga y se disponga a la venta debido a que no hay uno estándar, alterando negativamente la tensión en los tendones de la mano generando problemas del túnel metacarpiano

2) Azada

La azada tiene características de peso, ángulo de curvatura, material y filo.

La actividad del peso de un 1kg consiste en que el usuario utiliza el peso de la azada como ventaja mecánica ya que mejora la penetración al momento del impacto porque ayuda a que se adhiera con más facilidad a la superficie, permitiendo que la actividad del plateado sea más fácil, no obstante el constante levantamiento de la herramienta puede generar fatiga al usuario y problemas musculares afectando negativamente la salud del usuario siendo estos los principios para una lumbalgia.

La actividad del ángulo de curvatura de radio 1.4cm consiste en la palanca que genera el usuario al momento de rodar la azada hacia atrás después de introducir la azada facilitando la tarea de plateado debido a que esta curvatura ayuda a que la maleza y tierra seda más fácilmente.

La actividad del material hierro: Las características climáticas que deben tener el terreno para poder cultivar la mora es de alta humedad y frio, el hierro corresponde estas condiciones climáticas porque no se oxida. El hierro es un material económico y de larga duración.

La actividad del filo consiste en que el usuario utiliza el filo de la azada para penetrar mejor la tierra y cortar las raíces de la maleza eliminando las raíces de la maleza que crece al rededor del cultivo de mora impidiendo el suministro de agua a la mora y a su oxigenación, ocasionando la muerte de la planta.

3) Unión poste y azada

Tiene la característica del control.

La actividad de control consiste: El usuario coloca sus dos manos al rededor del poste preparándose para el golpe, cuando golpea la superficie la azada debe generar un ángulo aproximadamente 90° con el suelo para que la herramienta pueda penetrar la superficie retirando la maleza, como consecuencia del ángulo de 90° el usuario debe adoptar una postura poco conveniente haciendo que la espalda se flexión alarmantemente, produciendo dolores lumbares y lesiones.

6.1.2. Síntomas de los agricultores de mora. Se realizó una salida de campo en el kilómetro 22 vía pamplona en la finca El carajo donde se aplicó una entrevista a 10 agricultores dedicados al cultivo de mora indagando sobre la presencia de síntomas que los aquejan una vez finalizada la tarea de plateado, localizando el punto con mayor aflicción. La encuesta se dividió en 2 grupos como se muestra en la *figura 20* con el fin de identificar la zona más afectada por medio del auto reporte, basándose en la clasificación de partes del cuerpo realizado por el método REBA (Diego & Antonio, Evaluacion postural mediante el metodo REBA. Ergonautas Universidad Politécnica, 2015).

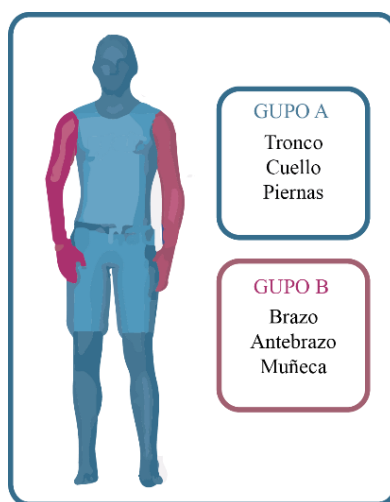


Figura 20. Grupos de las partes del cuerpo para evaluar la sintomatología del agricultor

Al momento de analizar los datos dio como resultado que el grupo A sufre de más dolencias musculares (cuello, tronco, y piernas) donde el tronco obtuvo la mayor puntuación con un 90%. Los dolores lumbares se manifiestan en 2 partes, en la zona lumbar alta y la zona lumbar baja como se puede ver en las *figuras 21, 22* del Sr. Marco Rodríguez trabajador de 64 años.



Figura 21. Zona lumbar baja



Figura 22. Zona lumbar alta

Al tener el área localizada con mayor dolor en el agricultor se procedió a la obtención del punto en específico, por medio del autoreporte a los 10 agricultores, escogiendo la espalda baja la zona con mayor dolor presente, como se puede observar en la *figura 23*.

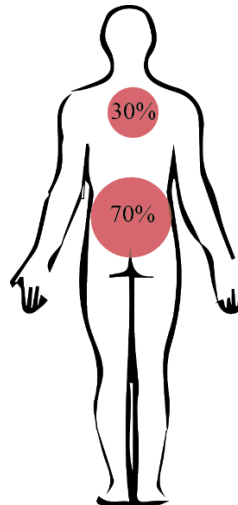


Figura 23. Porcentaje del dolor lumbar en los agricultores después de terminar la actividad.

Según el testimonio de los agricultores, la tarea de plateado demora 1 mes, dos agricultores en 1 Hectárea y el dolor lumbar después de finalizar permanece aproximadamente por 2 meses. El plateado se realiza mínimo cada 4 meses como se puede observar en el figura 24.

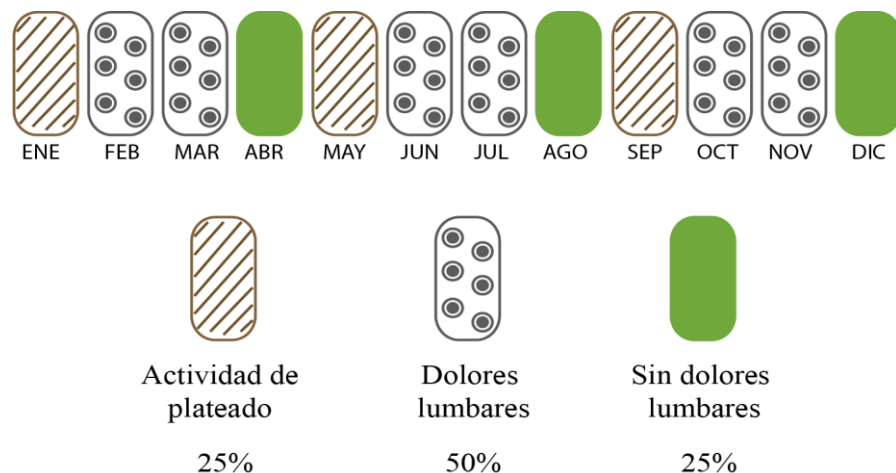


Figura 24. Duración de la incidencia laboral a lo largo del año.

En conclusión el agricultor sufre de dolores lumbares medio año (6 meses) donde 3 veces se realiza la actividad de plateado por año y 3 meses estos no sufren malestar.

6.1.3. Análisis factores de carga física. En esta fase del proyecto se procedió al estudio de los factores por carga física por medio de herramientas de medición y análisis, tales como kinovea, el software Jack siemens y la plataforma Ergonautas para definir cuál está más involucrado con los dolores lumbares de los agricultores. Los factores por carga física que se tendrán en cuenta al momento de la evaluación son postura, repetitividad y por carga. El factor por carga se dividirá en 2; el levantamiento de la herramienta y en el arrastrado, donde los métodos de evaluación respectivamente son por los métodos OWAS (Ovako Working Analysis System), JSI (Job Strain Index), Niosh y Snook y Ciriello.

El método OWAS permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo (Diego M. & Jose Antonio, Evaluación postural mediante el metodo OWAS, Universidad politécnico de valencia, 2015). El método JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos (Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015). El método NIOSH consiste en la evaluación del riesgo por levantamiento de carga (Diego & Jose Antonio, Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante NIOSH, Universidad politécnica de Valencia, 2015).

❖ **Medición Por Kinovea**

Por medio de la observación de la tarea de plateado se identificó los diferentes ángulos adoptados por los agricultores con la ayuda del software Kinovea. Para esto se realizaron videos

con diferentes perspectivas que enriquecieran la recolección de datos, como se pueden observar en las *figuras 23, 24, 25 y 26* (km 22, vía pamplona, 2015) donde el objetivo de esta tarea es la remoción de la maleza que crece alrededor de la planta de mora.



Figura 25. Posición 1 (km 22, vía pamplona, 2015)



Figura 26. Posición 2 (km 22, vía pamplona, 2015)



Figura 27. Posición 3 (km 22, vía pamplona, 2015)



Figura 28. Posición 2 (km 22, vía pamplona, 2015)

Evaluación por Jack siemens, factor de carga física por postura

Teniendo en cuenta los datos obtenidos anteriormente por medio de la herramienta Kinovea se realizó la evaluación con el software Jack siemens el cual sirve como método de simulación de posturas por sectores para simular rápidamente la tarea y analizar las condiciones de trabajo. En la simulación de la tarea de plateado (figura 29) se implementó el método OWAS para estudiar el factores de carga física por postura

CARACTERÍSTICAS

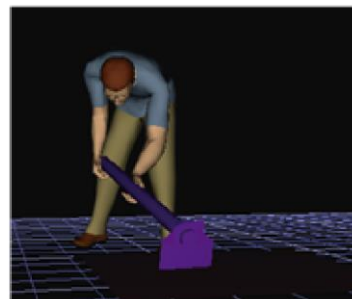
ALTURA: 1.70m

PESO AVATAR: 70 kg

INCLINACION SUELO: 40°

EDAD PROMEDIO: 35 años

PESO HERRAMIENTA: 2kg



fuelle: simulación tarea
de plateado en jack siemens

Figura 29. Características de la simulación en el software jack siemens en la tarea de plateado.

Para la simulacion de la tarea de plateado de mora se clasificó en tres momentos como se puede observar en la *figura 30*: 1) en el levantamiento de la herramienta para ganar altura y aumentar la fuerza de penetración, 2) en cortar las raices que crecen alrededor de la mora que compiten por el suministro de agua impidiendo que se oxigene adecuadamente, 3) retirar la hierba cortada, limpiando alrededor de la planta

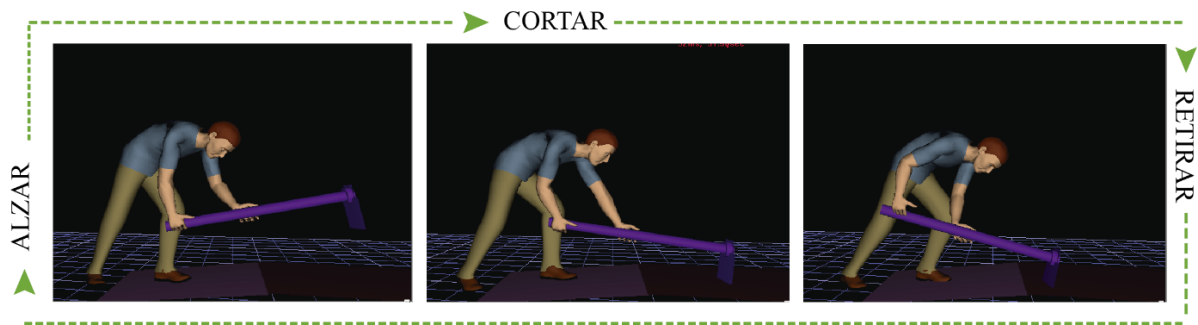


Figura 30. Simulacion en jack siemens de los tres momentos de la tarea de plateado mediante el software Jack siemens

En la *tabla 4* se muestra los tiempos que demora en ejecutar el software Jack siemens cada actividad. .

Tabla 4.

Tiempos de los 3 momentos de la tarea de plateado.

ACTIVIDAD	ALZAR	CORTAR	RETIRAR
TIEMPO SIMULACIÓN (s)	3	2	5

Método OWAS



Figura 31. Nivel de incidencia por el metodo OWAS mediante la simulacion de Jack siemens.

En la *figura 31* muestra el resultado de la aplicación del método OWAS al estudio de la actividad de plateado donde registra nivel 4 siendo este el nivel más crítico, aconsejando una intervención inmediata en la postura adoptada por la herramienta tradicional.

Factor de carga física por repetición

Por medio de la plataforma ergonautas se aplicó el método JSI donde las variables y puntuaciones empleadas se derivan de principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos valorando el esfuerzo físico que sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores supone el desarrollo de la tarea, así como el esfuerzo psíquico derivado de su realización acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos (Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015).

Tiempo en realizar la actividad: entre 4 a 8 horas

Cuánto tiempo se ha observado la tarea: 1 hora

Cantidad de golpes por minuto: 20 golpes



Figura 32. Puntuación de la evaluación por repetitividad JSI mediante la plataforma ergonautas.

En la figura 32 se muestra el resultado del metodo JSI donde el valor es menor o igual a 3, por lo tanto la tarea es probablemente segura teniendo en cuenta que la alarma de intervención es a partir del 5.

Factor de carga física por carga

En esta parte del análisis, el factor de carga física por carga se divide en el levantamiento y en el arrastre aplicando los métodos NIOSH Y SNOOK CIRIELLO respectivamente.

Levantamiento

Se aplicó el método NIOSH en la actividad de plateado con la herramienta tradicional, cuyo objetivo es valorar el grado de exposición del trabajador a dicho riesgo en los casos de levantamiento y transporte de carga, estableciendo si el nivel de riesgo detectado cumple con las disposiciones mínimas de seguridad (Diego & Jose Antonio, Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante NIOSH, Universidad politécnica de Valencia, 2015).

Datos de la evaluación por el método Niosh

Mediante la ecuación de NIOSH se calculó el nivel de riesgo que tiene la carga en la actividad de plateado

$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Peso carga: 1,5 kg

Peso constante permisible: 25 kg

Distancia de la carga desplazada: 25 cm

Tipo de agarre: bueno

Duración levantamiento: 1min

Cantidad golpes por minuto: 20

IL= peso de la carga/limite de peso recomendado

	Origen	Destino	
H (cm)	45	40	IL < 1 Riesgo limitado
V (cm)	20	40	1>IL <1,6 Riesgo moderado
A	10°	10°	IL>1,6 Riesgo acusado
Agarre	bueno		IL= 0,12
			fuera de riesgo

Figura 33. Resultados de la prueba NIOSH mediante la plataforma ergonautas

En conclusión se infiere de la aplicación del método NIOSH que el factor de riesgo por carga no excede los estándares establecidos que sugieran una inmediata intervención manteniéndose el índice de levantamiento (IL) por debajo de 1,6.

Arrastre

Para el arrastre se aplicó el método SNOOK y CIRIELLO el cual consiste en proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas

considerando las limitaciones y capacidades de los trabajadores, contribuyendo a la reducción de las lesiones lumbares (Diego, Antonio, 2015)

Datos de la evaluación por el metodo Snook Y Ciriello



Figura 34. Simulación del agricultor en el momento del arrastre mediante la plataforma Jack siemens

Peso de la carga: 1,5kg

Frecuencia de arrastre por minuto: 20 veces

La carga se manipula alejado del cuerpo

Altura de manejo de la carga: 40 cm

Distancia recorrida: 24 cm

La *figura 35* se muestra la puntuación dada por la aplicación del método SNOOK y CIRIELLO según los datos obtenidos de la observación de la tarea.



Figura 35. Valor de la evaluación por el método SNOOK y CIRIELLO de la actividad por medio de la plataforma ergonautas. Valor: 0,21

El valor es menor a 1 teniendo poca incidencia en el problema muscular del agricultor debido a que el peso medio no supera el peso aceptable.

Conclusión de la evaluación de los factores por carga física

Con base a las evaluaciones realizadas anteriormente con la ayuda de Jack siemens y la plataforma de ergonautas se pudo concluir que el factor de carga física por postura es la más relacionada con los síntomas de dolor de los agricultores. El resultado que dio la aplicación de los diferentes métodos de evaluación apuntan a la necesidad de una intervención inmediata en la relación herramienta-usuario que mejore la postura.

6.2. Evaluación física del azadón

En esta sección se presenta la metodología para el cálculo de la fuerza de impacto del azadón tradicional con el suelo, por medio de la aplicación del laboratorio de penetración dinámica con cono, basándose en la norma I.N.V.E. (instituto nacional de vías) 172-07 este método de ensayo cubre la medida de penetración del penetrómetro dinámico de cono (PDC) con un martillo de 4,6 kilogramos, a través de un suelo inalterado o de materiales compactados, el cual permite calcular la resistencia del suelo con respecto al impacto (I.N.V.E., 2012). Para el desarrollo del laboratorio fue necesario la construcción del penetrómetro.

6.2.1. Procedimiento del laboratorio. Una vez ubicado el penetrómetro sobre la superficie a evaluar se levanta el martillo deslizante hasta la manija y posteriormente se suelta para que caiga libremente hasta golpear el tope. La penetración total para un determinado número de golpes es

medida y registrada en términos de milímetros por golpe, valor que es utilizado para describir la rigidez, para estimar una resistencia CBR in-situ a través de una correlación apropiada como se puede observar en la *figura 36*.

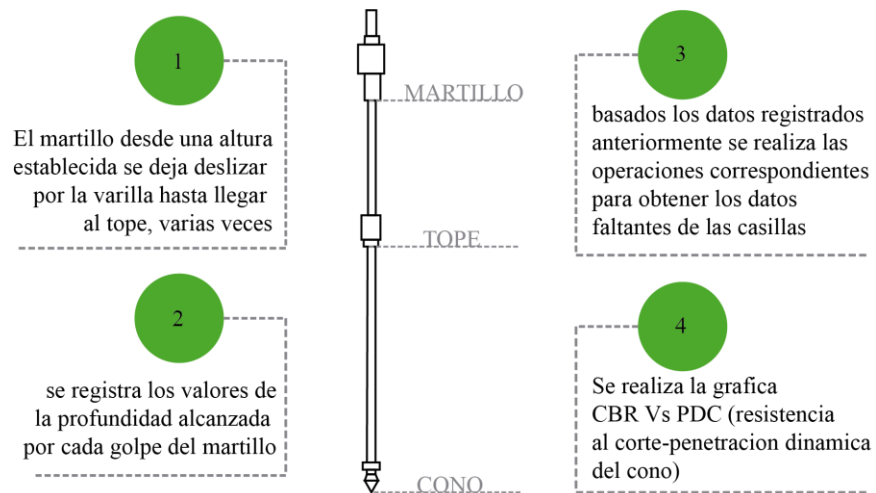


Figura 36. Resumen del laboratorio de penetración dinámica por cono.

Etapla 1

Caída libre del martillo hasta impactar el tope.

En el experimento se utilizó arcilla para la superficie a evaluar en un recipiente PVC de 50 cm de altura y con un diámetro de 6 plg como se ve en la *figura 37*.



Figura 37. Modelo del penetrómetro

Etapa 2

Registro de datos en la tabla y aplicación de operaciones correspondientes con base a los datos obtenidos (*tabla 5*)

Tabla 5.

Datos del laboratorio de penetración

Numero de Golpes	Penetración Acumulada (Mm)	Penetración Entre Lecturas (Mm)	Penetración por Golpes	Factor del Martillo	Indice PDC Mm/Golpe	CBR %
1,0	24,8	247,6	247,6	0,5	123,8	2,8
2,0	33,8	89,9	45,0	0,5	22,5	15,5
3,0	40,3	65,8	21,9	0,5	11,0	31,7

Etapa 3

Esta etapa consiste la generación de la Grafica PDC Vs CBR con el fin de calcular el valor de la fuerza de penetración de la azada *figura 38*. Primero se calculó el logaritmo natural de los valores de PDC y CBR (*tabla 6*) para luego generar la gráfica de relación.

Tabla 6.

Logaritmo natural del PDC y CBR

PDC	CBR
123,8	2,813495098
22,475	15,49769491
10,97222222	31,74477203
LN(PDC)	LN(CBR)
4,81866736	1,034427518
3,11240358	2,740691297
2,395366826	3,457728051

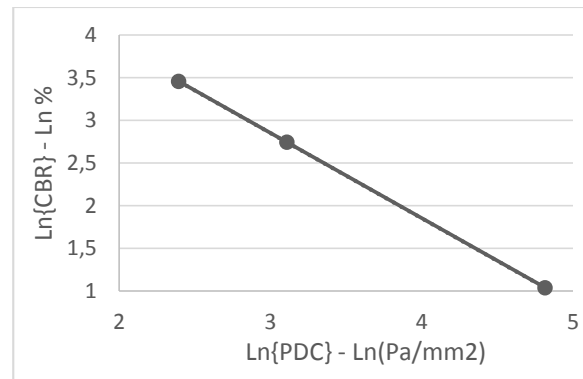


Figura 38. PDC Vs CBR

6.2.2. Calculo de la fuerza ejercida por el agricultor. En la siguiente sección se describen los pasos para el cálculo de la fuerza ejercida en el azadón durante la tarea de plateado, con base a los resultados obtenidos del laboratorio anterior de penetración dinámica por cono.

El esfuerzo normal se define como la relación entre la fuerza aplicada y el área de la sección sobre la cual actúa, expresado en la ecuación (1) (Salazar, 2007). Con esta ecuación se podrá hallar la presión del azadón que ejerce sobre la superficie.

$$\sigma = PDC = \frac{F}{A} = P \quad (1)$$

Área efectiva del azadón= 0,000478 m²

Unidad de presión azadón = 258 PA

Unidad de fuerza azadón = 1,209 Kg

El diagrama de cuerpo libre (DCL) como se puede observar en la *figura 39* se desarrolló con el objetivo de calcular la fuerza ejercida por el agricultor al momento de realizar la tarea de plateado.

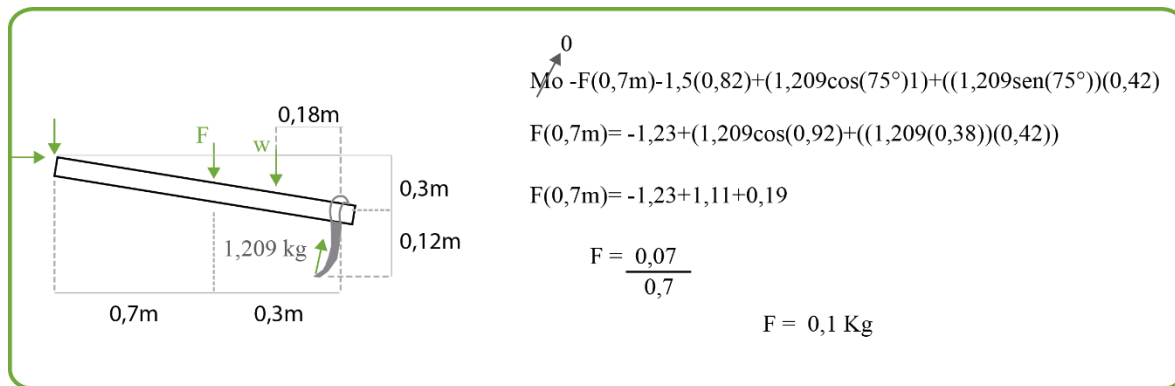


Figura 39. DCL y ventaja mecánica del azadón durante la actividad de plateado.

Ventaja Mecánica

$$Vm = \frac{R}{F}$$

$$Vm = \frac{1,209}{0,1} = 12,09$$

La herramienta tradicional ofrece una ventaja mecánica relevante para la tarea de plateado. Este valor al momento del desarrollo de la nueva herramienta se debe tener en cuenta debido a que no puede disminuir su valor, solo aumentarlo o igualarlo, y asegurar su efectividad.

6.3. Análisis de identidad

Estilo. La colorimetría que se escogió para la identidad del proyecto tiene relación con el entorno al cual va dirigido con un lenguaje no verbal que evoca a la naturaleza como principio no solo en color sino principio formal.

La paleta de colores escogida tiene como predominante el verde (principal expositor de la naturaleza) acompañado de un tono tierra que sirve de complemento. Por último los colores negros

y el gris los cuales tienen como finalidad el contrastar los tonos verde y marrón haciendo que estos resalten de manera armoniosa como se puede ver en la *figura 40*.

El principio formal inspirado en la naturaleza se basa en las formas orgánicas “rodeada por curvas libres, que sugieren fluidez y desarrollo” Wusius Wong. La tipografía también fue influenciada por este principio, escogiendo una letra script.

Escala de colores CMYK:

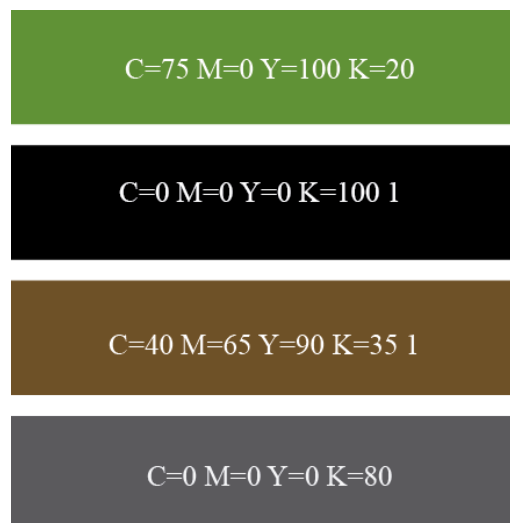


Figura 40. Colorimetría escogido para la imagen del proyecto en escala CMYK

Nombre científico de la mora RUBUS GLAUCUS BENTH

Nombre de la herramienta: RUBUS inspirado en el nombre científico de la mora.

7. Requerimientos y Parámetros

En esta sección tomando en cuenta el análisis de la herramienta se desarrolló los diferentes requerimientos con su respectivo parámetro como se puede observar en la *tabla 7* con el objetivo de generar una solución al problema y así construir una herramienta más eficaz.

Tabla 7.

Requerimientos y parámetros

Requerimiento	Parámetro
1) La herramienta deberá presentar un lenguaje de uso con fácil comprensión que ayude con el manejo correcto, mediante su composición formal.	Mediante encuestas a sujetos dedicados al cultivo y siembra de mora se identificará el tiempo que demoran en interpretar su manejo. La herramienta se entregará sin previa explicación de uso, generando una base cuantificable que permita determinar si el lenguaje de uso es bueno.
2) Al momento del impacto con la herramienta, esta debe presentar un buen control el cual es generado por el agarre con el fin de estabilizar el golpe. Para el uso de la herramienta se requiere el uso de ambas manos.	Se realizarán encuestas a campesinos de la región de Piedecuesta en el corregimiento de Sevilla dedicados al cultivo y siembra de mora interactuando con la herramienta, que compruebe el buen control al momento de impactar.
3) La herramienta debe igualar o mejorar su capacidad productiva con respecto al azadón, en cuanto al número de plantas plateadas al finalizar la jornada de trabajo (<i>tabla 3</i>)	Por medio de la observación en la interacción del agricultor con la herramienta se temporizará estandarizando el tiempo invertido en la tarea de plateo para cada planta de mora, con el fin de poder comparar la capacidad productiva que tiene con respecto al azadón.
4) El peso deberá ser el adecuado para que penetre con facilidad la superficie y no genere riesgo en la salud del agricultor evitando un resultado de riesgo en la evaluación del factor por carga	El resultado de la evaluación de los factores de riesgo por carga mediante el método NIOSH deberá ser menor a 1 dejándolo fuera de riesgo (Diego & Jose Antonio, Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh, Universidad Politécnica de Valencia, 2017)
5) La herramienta debe tener una mejor o igual ventaja mecánica con respecto a la herramienta tradicional según el estudio físico realizado al azadón, para que no desmejore el desempeño en la actividad de plateo.	La herramienta deberá tener una ventaja mecánica mayor o igual a 12,09
6) El material debe responder a las condiciones ambientales y a las condiciones de la actividad	El material debe ser resistente al constante impacto y resistente a la corrosión debido a la humedad del ambiente.
7). La flexión de la espalda del usuario al interactuar con la herramienta debe disminuir mediante su composición formal con el fin de mejorar su postura.	El resultado de los factores de carga física por postura implementando el método OWAS debe disminuir a un nivel 1 o menor el cual no represente riesgo al usuario.

Requerimiento	Parámetro
8) El agarre debe cumplir con las recomendaciones ergonómicas, evitando la fatiga o aparición de algún factor de riesgo.	Diámetro de agarre 30-50mm Longitud del agarre >100mm (Miguel, 2016)
9) las dimensiones de la herramienta deben establecerse según el análisis del campo de trabajo del agricultor al realizar la actividad de plateo, tomando como referente los alcances que tiene el azadón	La alcance mínimo de la herramienta debe ser de 75 cm o más, tener en cuenta el radio de trabajo de 55 cm donde solo se platea 33 cm de este (<i>figura 18</i>)
10) Los costos de producción de la herramienta deben ser asequibles para el agricultor de acuerdo a los materiales locales.	El costo de producción se acomodará entre 18 mil pesos a 40 mil pesos basados en los precios comerciales donde a su vez se les realizara una encuesta a los agricultores sobre su disposición de adquisición de la herramienta a este precio.
11) Color de la herramienta debe tener relación con el medio ambiente donde se realiza el trabajo de plateo	C=75 M=0 Y=100 K=20 C=0 M=0 Y=0 K=100 C=40 M=65 Y=90 K=35 C=0 M=0 Y=0 K=80

❖ Requerimientos formales

Lenguaje de uso

Flexión de la espalda

❖ Requerimientos funcionales

Buen control

Capacidad productiva

❖ Requerimientos técnicos

Ventaja mecánica

Material

Medidas

❖ **Requerimientos ergonómicos**

Peso

Flexión espalda

Agarre

❖ **Requerimientos de producción**

Costo de producción

En la siguiente sección se muestra el desarrollo del segundo objetivo específico donde describe sus actividades, como se puede observar en la *figura 41*.



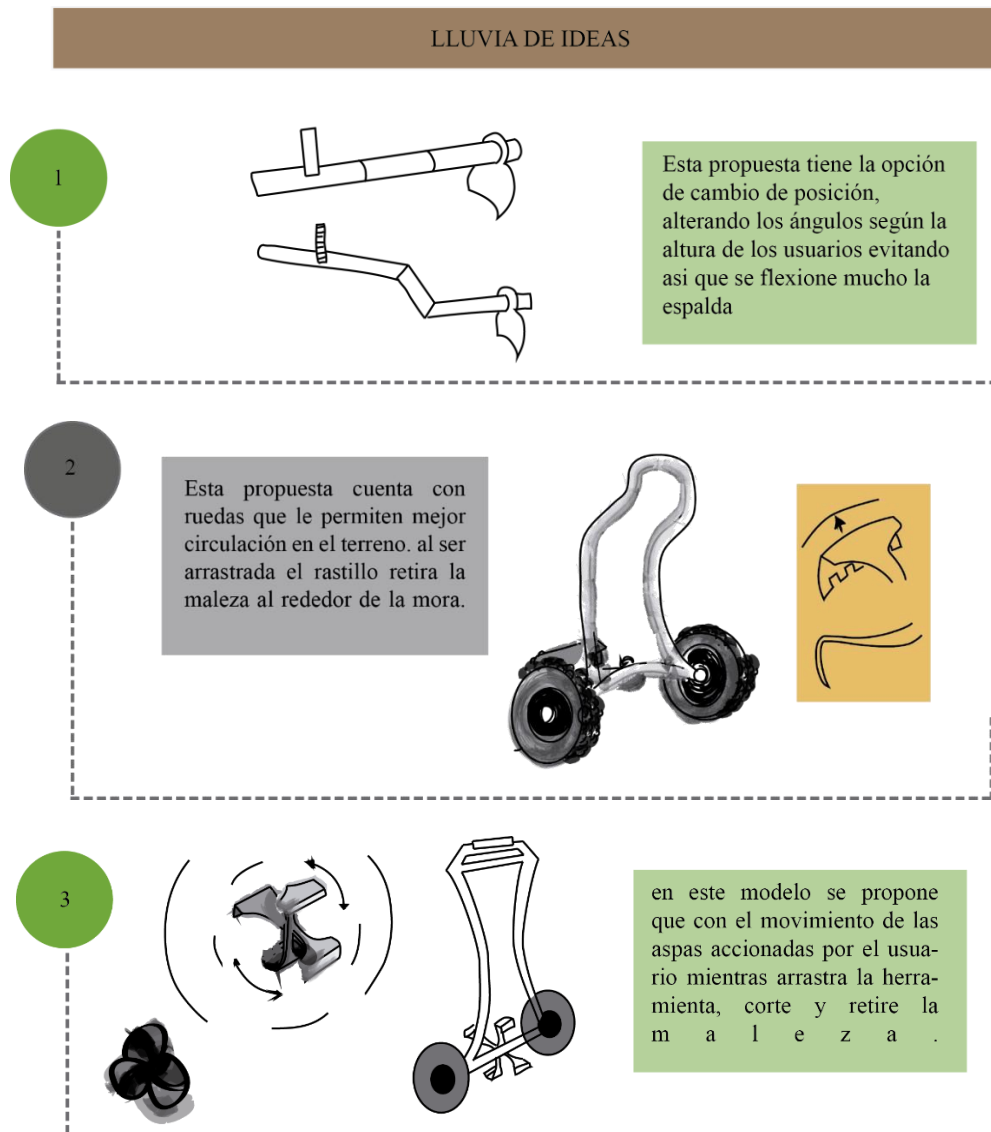
Figura 41. Descripción de la metodología del segundo objetivo específico

8. Generación de Conceptos

Teniendo en cuenta los requerimientos y parámetros se realizó una lluvia de ideas como se puede observar en la *figura 42* contribuyendo al proceso creativo, de tal manera que permitiera seleccionar la mejor opción según las necesidades. En esta sección se evalúan las opciones

seleccionadas aplicando diferentes sistemas de apreciación tales como el auto-reporte, donde se hizo uso de la escala de Likert, también se construyeron modelos aplicando pruebas de uso que ayudaron a detectar los errores, aportando así al nuevo modelo.

8.1. Lluvia de ideas



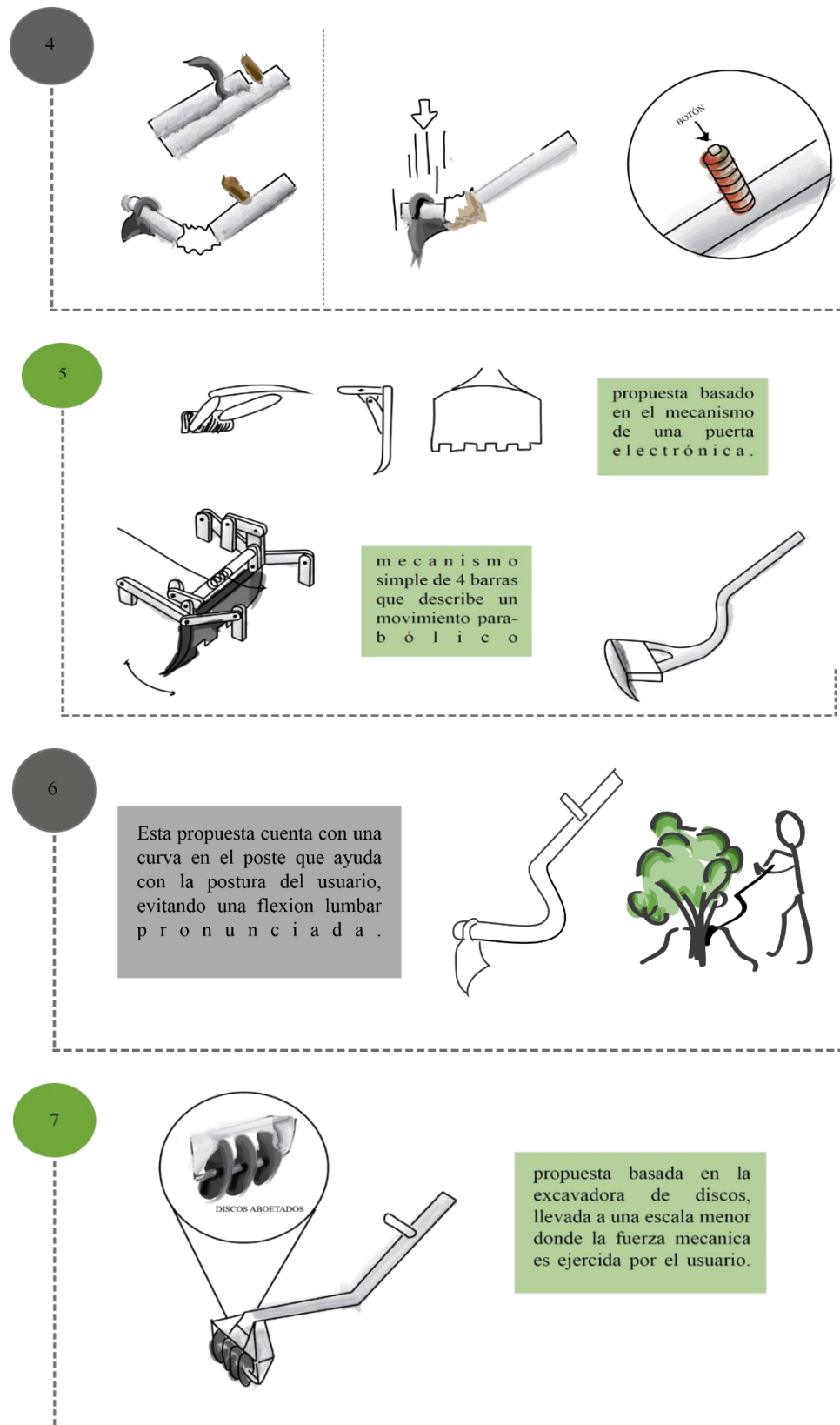


Figura 42. Lluvia de ideas basadas en los requerimientos y parámetros.

8.1.1. Selección de propuestas. Teniendo en cuenta los requerimientos, se realizó la pre selección de propuestas para tener un acercamiento a la solución del problema, como se muestra en la *tabla 8*. Previo a la calificación se hizo un análisis de las ventajas y desventajas de cada propuesta:

P1:

- ❖ **Ventajas:** su estructura modificable permite que la postura del usuario sea más adecuada para la tarea.
- ❖ **Desventajas:** al haber un tipo de mecanismo en la parte interna de la estructura reduce la resistencia del material.

P2:

- ❖ **Ventajas:** su sistema es sencillo, facilitando la labor del operador
- ❖ **Desventajas:** al ser una propuesta de un alto volumen, dificulta su traslado de una planta a otra

P3:

- ❖ **Ventajas:** su sistema de arrastrar elimina la posibilidad de que el operario flexione su espalda
- ❖ **Desventajas:** Su mecanismo de cuchillas giratorias podría ser una complicación debido a que el terreno no es uniforme presentando posibles problemas en ciertos sectores del terreno.

P4:

- ❖ **Ventajas:** es práctico para su movilidad gracias a su sistema retráctil accionado por un botón en el mango.
- ❖ **Desventajas:** el mecanismo interno de la herramienta debilita la resistencia de este con el continuo contacto con la superficie.

P5:

- ❖ **Ventajas:** Se proponen dos tipos diferentes de mecanismos que ayudan con el rendimiento de la actividad y reduciendo el esfuerzo
- ❖ **Desventajas:** aumenta el costo de fabricación y disminuye la resistencia de la herramienta.

P6:

- ❖ **Ventajas:** ayuda en la postura del operario y su fabricación es sencilla
- ❖ **Desventajas:** no aporta mucho al diseño, al solo alterarse el mango con respecto a la herramienta tradicional.

P7:

- ❖ **Ventajas:** resuelve la necesidad de retirar la maleza de alrededor del cultivo de una forma novedosa y practica
- ❖ **Desventajas:** el mecanismo necesita un estudio basado en la retroexcavadora por discos abohetados, dado que es probable que al llevarlo a una escala pequeña no funcione de la misma manera.

En la *tabla 8* se muestra la calificación realizada por el autor de cada propuesta según algunos de los requerimientos previamente establecidos, donde la calificación máxima es de 5 puntos y la mínima es de 1

Tabla 8.

Selección de propuestas

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Facilidad de retirar la maleza.	4	2	2	3	1	3	4
Posición de la mano según el agarre.	3	4	4	3	3	3	3
Facilidad de fabricación.	3	1	2	2	1	3	3
Mejor postura.	4	4	4	4	4	4	4
Lenguaje de uso.	5	3	3	3	1	4	4
Mayor resistencia.	2	2	2	3	1	3	3
Estética	3	2	2	3	1	2	3
TOTAL	<u>3,42</u>	2,52	2,71	3	1,71	3,28	<u>3,556</u>

Propuestas con mejores características: P1 y P7

Después de la sumatoria de puntos que aparece en la tabla anterior se tomaron los 2 resultados con mayor puntuación, los cuales se evaluaron con el objetivo de reunir las ventajas, nutriendo al desarrollo de una nueva propuesta de diseño de herramienta como se ve en la *figura 30*.

- ❖ La ventaja de la propuesta 1 es su composición formal debido a que gracias a esta permite una postura más adecuada para el trabajador evitando una flexión lumbar pronunciada.
- ❖ La ventaja de la propuesta 7 es su composición mecánica. Por medio de discos abohetados basados en las excavadoras de discos *figura 43* existentes destinadas para el arado de los terrenos planos. Al tomar esta característica en la nueva propuesta a una menor escala se realizó un estudio físico que verificara su buen desempeño en la tarea de plateado como se puede observar a continuación.



Figura 43. Tractor por discos abohetados Adaptado de: mercado libre

Propuesta 8

En esta propuesta los discos son los que retiran la tierra por medio de la rotación una vez impactados con la superficie, junto con una paleta que impide el paso de la tierra una vez removida. La manija localizada en el poste ayuda al levantamiento de la herramienta con mayor facilidad para un nuevo impacto como se observa en la *figura 44*.

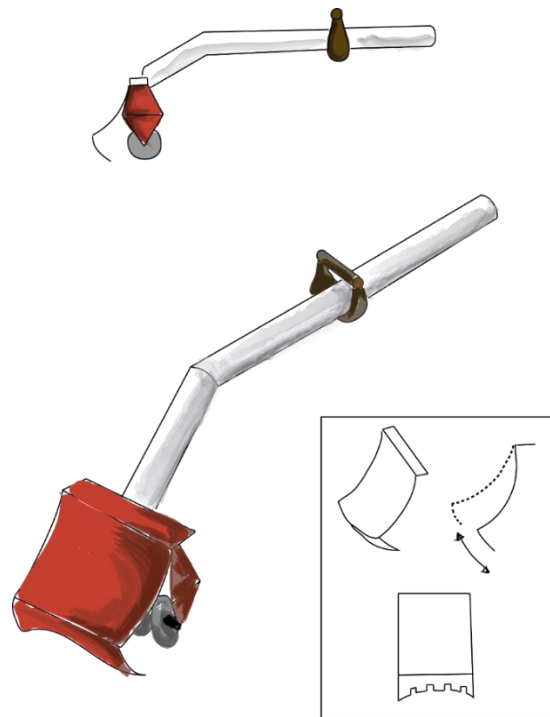


Figura 44. Construcción de propuesta 8 a partir de las propuestas seleccionadas, P1 y P7

8.2. Pruebas de propuestas seleccionadas

8.2.1. Propuesta 8. En esta sección se muestra un serie de experimentos aplicados tomando como principio la excavadora por discos, donde sus características físicas, dimensiones y como se relacionan entre ellas se tomaron como referentes en la nueva propuesta de herramienta según el estudio de la regulación de los ángulos en un arado de discos de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013)

En la *tabla 9*, muestra la relación del diámetro, espesor y concavidad estandarizados que tienen los discos de la excavadora los cuales sirven de guía para adecuar la medida según la necesidad.

Tabla 9.

Medidas del disco según su diámetro (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013)

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Concavidad (mm)
51	4,5	56-66
560	4,5	68-81
610	5	81-88
660	6	104
710	6,5	113
810	8	120

En la *figura 45* muestra la cara lateral del disco del tractor, describiendo las partes que lo componen.

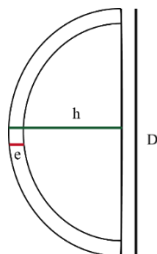


Figura 45. Características del disco de arado del espesor, diámetro y concavidad en la cara lateral.

e = espesor

D = diámetro

h = concavidad

Tomando como referencia la *tabla 9* se hallan las medidas escaladas mediante una regla de tres simple.

510 mm $\rightarrow$ 61mm

135 mm $\rightarrow$ e

135 mm $\rightarrow$ h

h=16,14 mm

510 mm $\rightarrow$ 4,5 mm

e= 2 mm

La cuchilla tiene dos tipos de afilado, internamente o externamente dependiendo de la necesidad y el terreno a ejecutar como se puede observar en la *figura 46*

Afilado interno: corta mejor < duración

Afilado externo: corta menos > duración

Afilado interno

Afilado externo

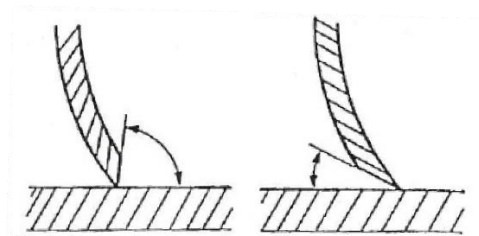


Figura 46. Tipos de filo del disco, tomado de (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013)

Ángulos del disco

Los discos tienen 3 tipos de ángulos, está el Angulo de corte que se ubica en el eje y, está el Angulo de inclinación que se ubica en el eje z y por último el Angulo horizontal de la barra que se ubica en el eje x, estos ángulos son los que permiten que el disco se deslice de forma correcta sobre

la superficie arando la tierra. Estos tienen condiciones y límites estándares según la regulación de los ángulos en un arado de discos propuesto por la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo (sandro, Edward, Edwin, Antero, & Cosio, 2013) los cuales se tomaron como referente en la adecuación de la propuesta de herramienta en los experimentos.

- ❖ Angulo de corte: 40°- 45° (eje y) 45°
- ❖ Angulo de inclinación: 10°- 20° (eje z) 20°
- ❖ Angulo barra horizontal: 30°- 45° 45°

Experimento 1

Con base a los datos hallados anteriormente se procede a construir el modelo funcional para realizar las pruebas de calidad como se puede observar en la *figura 47*.

ESPERIMENTO 1 DE LA PROPUESTA 8		
CARACTERÍSTICAS		MODELO
CONCAVIDAD	16,14	
ESPESOR	2 mm	
ÁNGULO DE CORTE	45°	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	20°	
ÁNGULO BARRA HORIZONTAL	45°	
DIÁMETRO	51 cm	
DISTANCIA ENTRE DISCOS	10 cm	
LARGO DE BARRA	24 cm	OBSERVACIONES Se debe realizar una intervención en el mango debido a que este resulta incómodo para el usuario.

Figura 47. Experimento 1 de la propuesta 8

Experimento 2

En esta prueba se trabajó sobre el mango con el objetivo de obtener un mejor manejo y postura mientras está en funcionamiento. En esta variación la fuerza se aplicó en dos puntos de forma axial donde el mango superior sirve de apoyo para que la herramienta pueda pivotear como se puede ver en la *figura 48*.



Figura 48. Experimento 2 de la propuesta 8

Experimento 3

En este experimento se hizo un cambio en la idea principal de 2 discos en vez 3 discos hacia la misma dirección sobre una barra horizontal, donde uno de los discos es la reflexión horizontal del otro formando una V como se puede ver en la *figura 49*.



Figura 49. Experimento 3 de la propuesta 8

Experimento 4

Se retoma la idea inicial de los discos en línea, interviniendo en sus ángulos como se puede observar en la *figura 50*.



Figura 50. Experimento 4 de la propuesta 8

Experimento 5

En este experimento se modificaron los ángulos de corte y de la barra horizontal para mejorar la actividad de plateado sobre la superficie como se puede observar en la *figura 51*.

EXPERIMENTO 5 DE LA PROPUESTA 8		
CARACTERÍSTICAS		MODELO
CONCAVIDAD	16,14	
ESPESOR	2 mm	
ÁNGULO DE CORTE	45°	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	20°	
ÁNGULO BARRA HORIZONTAL	45°	
DIÁMETRO	51 cm	
DISTANCIA ENTRE DISCOS	10 cm	
LARGO DE BARRA	24 cm	OBSERVACIONES Tiene una buena respuesta al disminuir ambos ángulos pero aun presenta dificultades al momento de realizar la actividad.

Figura 51. Experimento 5 de la propuesta 8

Experimento 6

Se realizaron cambios en los ángulos de corte y de la barra horizontal para mejorar el plateado del terreno como se puede observar en la *figura 52*.



Figura 52. Experimento 6 de la propuesta 8

Experimento 7

En esta prueba se vio la necesidad de generar una guía que direcciona mejor el surco de la herramienta (figura 53), tomando en cuenta que la herramienta original como se puede observar en la Figura 54.

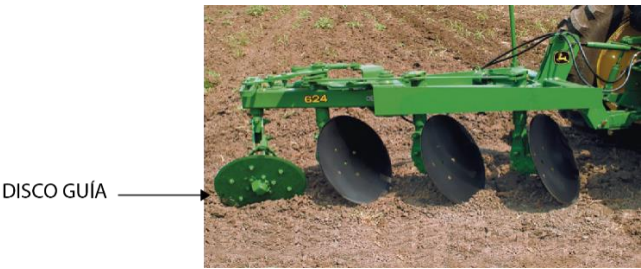


Figura 53. Detalle del tractor por discos con disco guía tomado de la revista John Deere, 2018

EXPERIMENTO 7 DE LA PROPUESTA 8

CARACTERÍSTICAS

CONCAVIDAD	16,14
ESPESOR	2 mm
ÁNGULO DE CORTE	45°
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	20°
ÁNGULO BARRA HORIZONTAL	45°
DIÁMETRO	51 cm
DISTANCIA ENTRE DISCOS	10 cm
LARGO DE BARRA	24 cm

DESCRIPCIÓN

disco cortante

disco guía

120 mm

160 mm

Vista laterar de los discos cortadores y el disco guia

MODELO

OBSERVACIONES

la guía no funciona en la parte trasera, debido a la irregularidad del terreno, haciendo que la guía quede suspendida en el aire en ocasiones.

-Se recomiendo ubicar el disco guía en la parte delantera de los discos cortantes.

Figura 54. Experimento 7 de la propuesta 8

Experimento 8

En este experimento se modificó ligeramente los ángulos principales y se retiró 1 de los tres discos cortantes para disminuir la resistencia de corte. Como se puede observar en la *figura 55*.

EXPERIMENTO 6 DE LA PROPUESTA 8	
CARACTERÍSTICAS	MODELO
CONCAVIDAD	16,14
ESPESOR	2 mm
ÁNGULO DE CORTE	45°
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	15
ÁNGULO BARRA HORIZONTAL	35°
DIÁMETRO	51 cm
DISTANCIA ENTRE DISCOS	8cm
LARGO DE BARRA	18 cm
	
	OBSERVACIONES Mejoro la actividad, sin embargo sigue siendo tediosa la tarea. -Intentar con disco de dientes que permita mejor penetracion en la superficie. -Aumentar el ángulo de corte

Figura 55. Experimento 8 de la propuesta 8

Experimento 9

En este experimento se remplazó uno de los discos cortantes por un disco dentado cortante que permitiera observar el rendimiento que este tiene al entrar en contacto con la superficie como se puede observar en la *figura 56*.

❖ Disco con dientes: 1

❖ N de discos total: 2

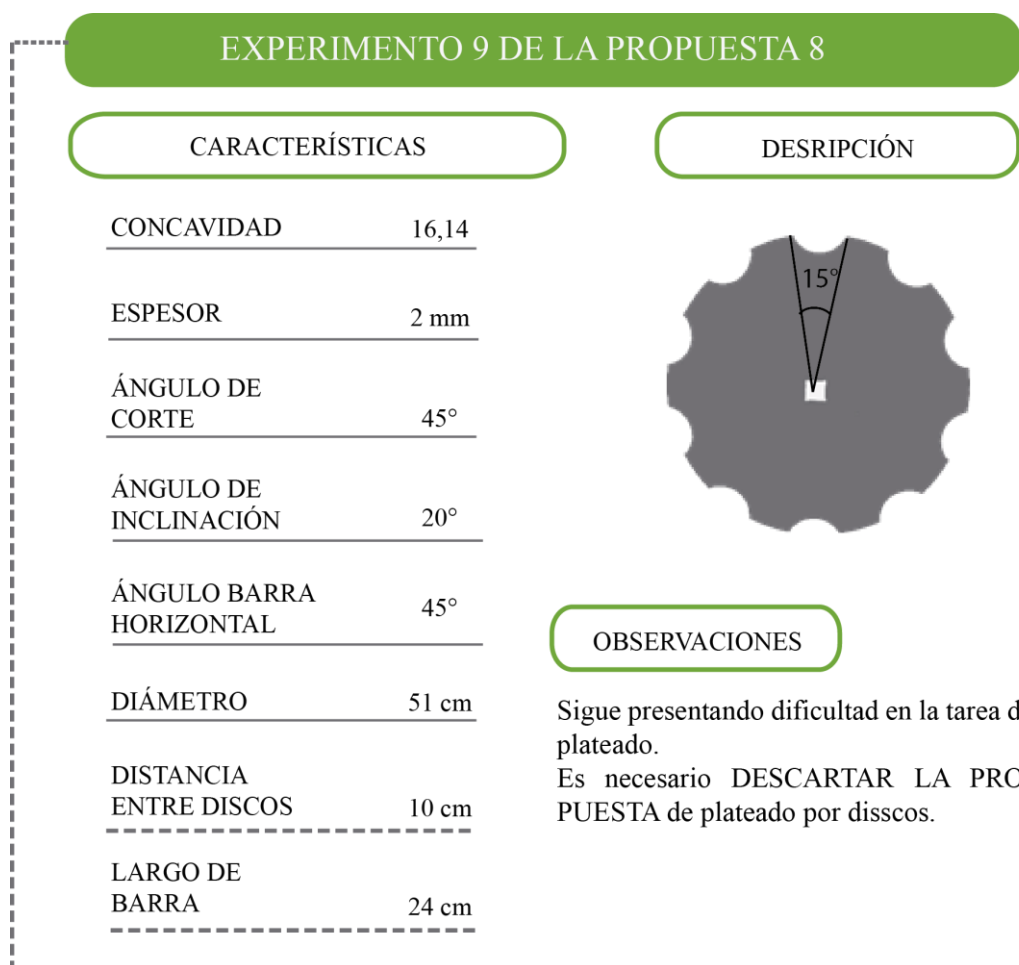


Figura 56. Experimento 9 de la propuesta 8

Observaciones: **Propuesta Descartada**

- Esta herramienta funciona a escala grande porque para su buen desempeño es necesario un gran peso el cual facilite la penetración de los discos con la superficie, al ser a escala pequeña obliga al usuario a utilizar más fuerza de la necesaria para que pueda surcar la tierra, aumentando los factores de carga física debido al esfuerzo de la tarea, haciendo de esta propuesta poco favorable.

8.2.2. Propuesta 9. Una de las modificaciones que se realizaron para la propuesta 9 fue la posición de los agarres, basándose en la información de la evaluación postural mediante el método RULA donde presenta un aumento en la puntuación negativamente de un punto si el antebrazo cruza o está en la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo como se ve en la *figura 57*



Figura 57. Puntuación del antebrazo. Adaptado de: plataforma ergonautas

De lo anterior se puede concluir que para mejorar la postura de los agarres se deben localizar sin desviaciones como se observa en la *figura 58*.

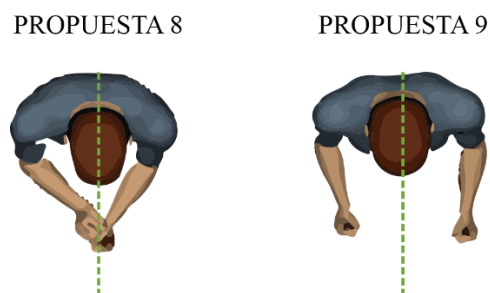


Figura 58. Simulación de posición de brazos en vista superior mediante la plataforma Jack siemens.

En la *tabla 10* explica los aspectos que se tuvieron en cuenta con respecto a las experimentaciones de la propuesta 8 ayudando a complementar la nueva propuesta de diseño

Tabla 10.

Descripción de los elementos de cada experimento escogidos para conformar la propuesta 9.

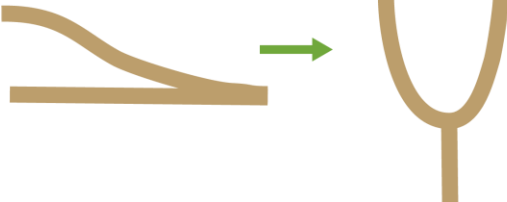
EXPERIMENTO SELECCIONADO	DESCRIPCIÓN
EXPERIMENTO 3	DISCOS EN FORMA DE V AZADA EN FORMA DE V  En las pruebas 3 de la propuesta 8 se realizó su facilidad para reunir la tierra al momento del impacto gracias a la posición de sus discos en V
EXPERIMENTO 2	MANGO UBICADO VERTICALMENTE MANGO UBICADO HORIZONTALMENTE  se deja a un lado la idea del punto de agarre anterior para evitar problemas musculares. Es necesario que ambos brazos estén flexionados hacia al frente sin que el antebrazo cruce la línea media para una mejor distribución de carga (Diego & Antonio, Evaluacion postural- mediante el metodo REBA. Ergonautas Universidad Politécnica, 2015)



Figura 59. Modelo de la propuesta 9



Figura 60. Usuario manejando el modelo de la propuesta 9

Experimento 1 de la propuesta 9

En esta prueba se realizó una encuesta a seis (6) campesinos en el municipio de portachuelo, vía al mar con el fin de evaluar el nivel de satisfacción una vez terminada la actividad, en este experimento también se tuvieron en cuenta las observaciones que hacían los mismos agricultores.

Se usó el azadón tradicional por cinco (5) minutos, una vez cumplido el tiempo se les indicó tomar la herramienta propuesta por otros cinco (5) minutos, para luego así contestar la encuesta. En la prueba no se le entregó la herramienta en las manos al usuario, únicamente se les indicó donde estaba ubicada y ellos tenían que analizar su lenguaje de uso para ejecutar la tarea como se puede observar en la *figura 61*, se midió el tiempo que tardaron en interpretar su uso



Figura 61. Experimento 1 sobre el lenguaje uso de la propuestas 9 a seis (6) agricultores.

Análisis de datos

En la encuesta aplicada se analizaron cinco (5) aspectos por medio de la escala de Likert la cual ayudó con la medición de la percepción de comodidad (Ospina & Sandoval, 2003) *figura 62*. El objetivo de la encuesta es evidenciar la buena aceptación de la propuesta 9 con respecto la herramienta tradicional como se puede observar en la *figura 63*.

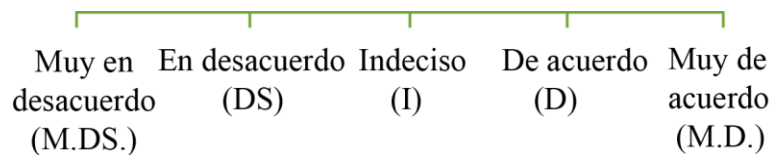


Figura 62. Escala Likert aplicada en la encuesta del experimento 1, (Ospina & Sandoval, 2003)

A continuación se muestran las preguntas realizadas en la encuesta (*anexo 1*)

- ❖ El agarre de la herramienta tradicional es más incómodo que el de la herramienta nueva
- ❖ Es más cómodo la posición de los brazos de forma horizontal y en dos puntos que el de la herramienta tradicional
- ❖ Siente mayor esfuerzo al momento de retirar la maleza con la herramienta tradicional que con la herramienta nueva.
- ❖ Prefiere la hoja en forma de V de la herramienta nueva o la hoja recta de la herramienta tradicional.
- ❖ Cree que esta en una mejor postura con la herramienta nueva que con la herramienta tradicional.

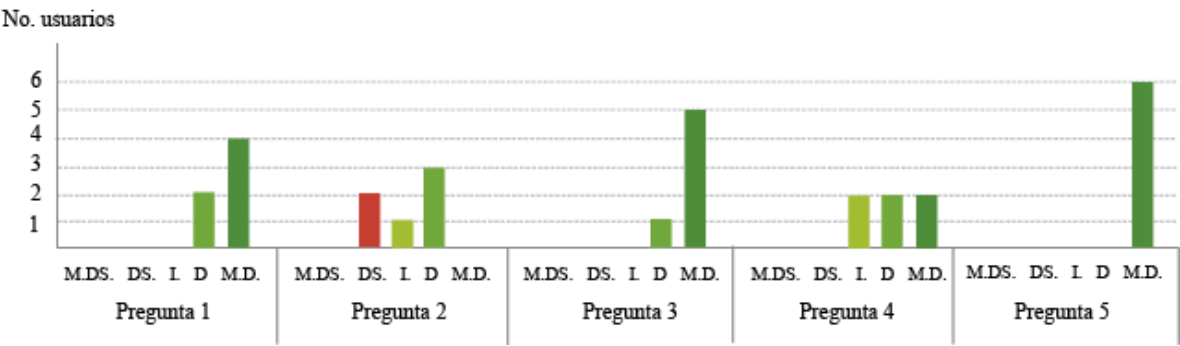


Figura 63. Comparativo entre la herramienta tradicional y la herramienta propuesta según los diferentes aspectos de comodidad que se evaluó.

Para cada ítem (escala likert) se le asignó un valor como se puede observar en la *Tabla 11* con el fin de esclarecer la información obtenida de los agricultores y así generar una gráfica comparativa entre las herramientas como se presenta en la *figura 64*.

Tabla 11.

Valor de cada ítem de la escala de likert

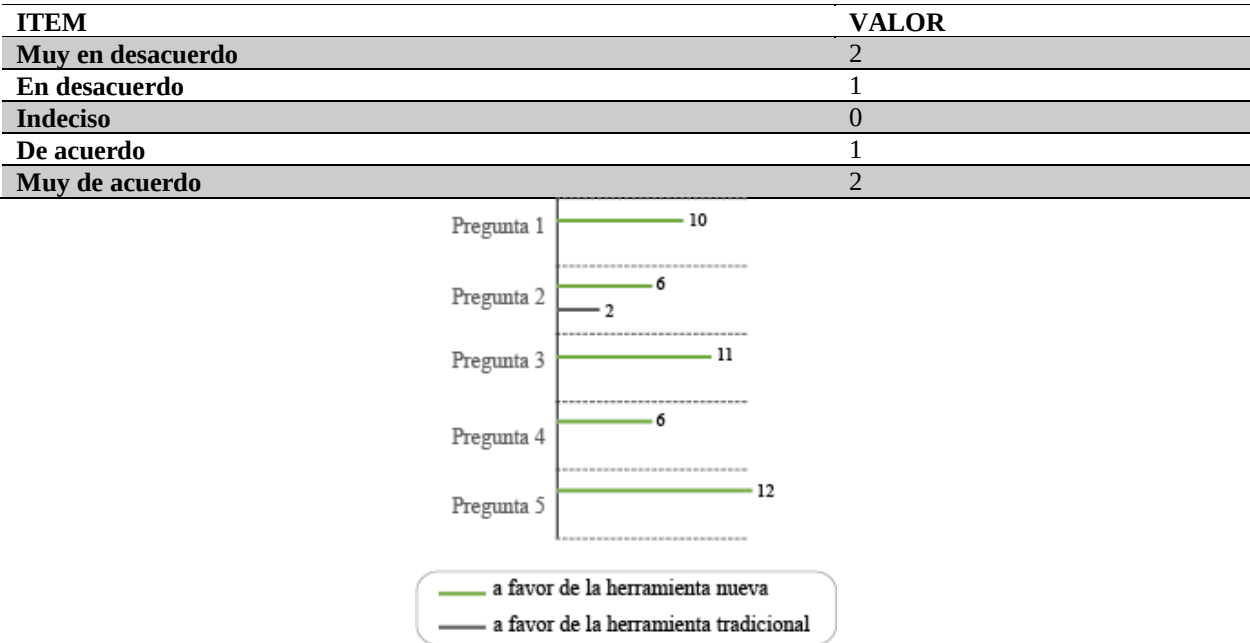


Figura 64. Puntos a favor de cada modelo según su respectiva pregunta

De la información anterior se dedujo que la herramienta propuesta obtuvo el mayor puntaje por parte de los agricultores en los diferentes aspectos que se evaluaron.

Observaciones realizadas por los usuarios:

- ❖ Según las observaciones que realizaron los usuarios, sería más conveniente que el ángulo de la hoja se ampliara para que de esta manera lograra abarcar más cantidad del terreno y realizar la actividad en menor tiempo.
- ❖ El tope del mango debe quedar sin espacio para deslizar y así no generar roce con la superficie provocando posible ampolla.
- ❖ El apoyo del codo al no estar fijo golpea esta zona constantemente al momento del impacto de la tierra, generando posibles lesiones.
- ❖ Aumentar la cavidad entre ambos agarres para que entren y salgan los usuarios con mayor facilidad de la herramienta.
- ❖ La protuberancia que tiene la hoja ubicada en el filo debe ser más grande para que no se desgaste tan rápido
- ❖ Adicionarle más protuberancias en la hoja ubicadas en el filo para que ayude a mejorar el rendimiento de la actividad

Observaciones realizadas por el autor:

- ❖ Como se puede deducir de la *figura 60* la herramienta propuesta obtuvo la mejor puntuación en cada uno de los aspectos que se evaluaron por parte de los campesinos al finalizar la actividad.

- ❖ Durante la prueba con uno de los usuarios, la herramienta se quebró en la unión de los dos postes de agarre con el poste que lleva a la hoja, es por esto que necesita un refuerzo que le brinde mayor resistencia en esa zona ya que tiene alta probabilidad de rompimiento.
- ❖ El lenguaje de uso que posee la nueva herramienta es bien entendida ya que los usuarios no mostraron problemas para ejecutar la tarea de plateado, la interpretación de sus elementos fue casi inmediata sin ninguna confusión al momento de tomarla del suelo.

8.2.3. Verificación de medidas antropométricas

Experimento 2 de la propuesta 9: A continuación se muestra la verificación de medidas de la herramienta a partir de los percentiles de la población colombiana, basados en los estudios realizados por la universidad de Antioquia en 1995 (Estrada, 1995) y el libro datos antropométricos para el diseño (Maradei, Espinel, & Peña, 2008), los percentiles se escogieron teniendo en cuenta las características de los campesinos como se muestra en la *tabla 12*, por medio de la observación; una vez seleccionado los percentiles necesarios se procedió a la construcción de dos (2) modelos con diferentes medidas, una vez contruidos los modelos cada uno se dispuso al uso de treinta (30) campesinos para que pudieran interactuar con las dos opciones por 5 minutos otorgando al final un auto-reporte sobre su experiencia y su nivel de comodidad. Esta verificación tiene como objetivo obtener un mejor resultado, favoreciendo la relación agricultor- herramienta debido a que algunas medidas establecidas no se acomodaban a las medidas de los agricultores dedicados al cultivo de mora, generando la necesidad de nuevos ajustes dimensionales en la herramienta.

Protocolo

En la *tabla 12* se establecieron las medidas que se tomarán en cuenta para la verificación donde en algunos casos se toman dos percentiles diferentes con el propósito de compararlos una vez el campesino haya interactuado con los modelos construidos por medio de una encuesta (*anexo 2*). Primero se les dio el modelo sin previa explicación de uso, donde los modelos se intercalaron el orden de uso, cada usuario manejo los modelos cinco (5) minutos cada uno antes de la entrevista. La entrevista enfatiza en la percepción del nivel de satisfacción que tienen al usar ambos modelos mediante una escala visual análoga EVA del 1 al 10 siendo el diez (10) máxima satisfacción y cero (0) mínima satisfacción, como se ve en la *figura 65*, comparando las diferentes dimensiones, esta se dividió en cuatro (4) categorías; anchura del cuerpo, ángulo de mangos, perímetro del antebrazo y ancho palma de la mano.

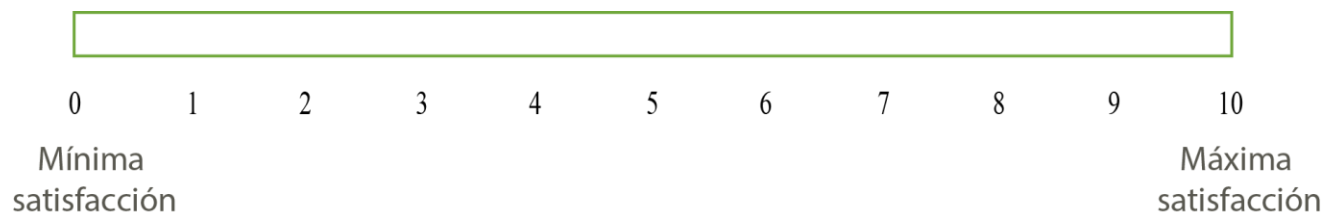
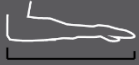
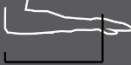


Figura 65. Escala numérica para la percepción del nivel de satisfacción

Tabla 12.

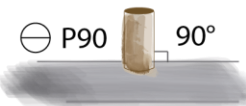
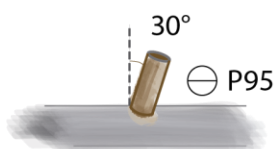
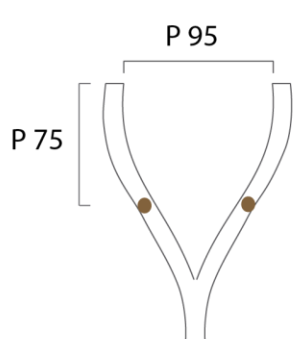
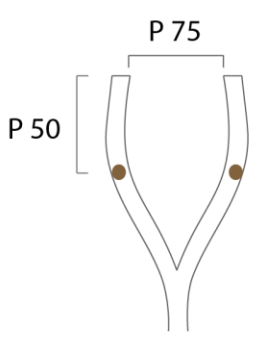
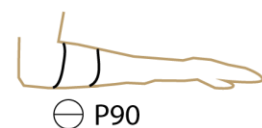
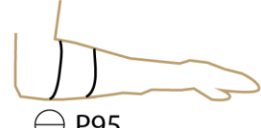
Percentiles por edad de 25 a 35 años, hombres y mujeres

Medidas en centímetros (cm) y kilogramos (kg)			
NOMBRE VARIABLE	PERCENTIL	NOMBRE VARIABLE	PERCENTIL
Tamaño 	P30 165,5	Longitud palma de la mano 	P25 16,1
Longitud codo-dedo medio 	P5 36,6 P25 42,2	Ancho palma de la mano 	P90 7,9 P95 8,1
Altura codo 	P5 97,3 P25 103,2	Anchura biacromial 	P25 30,8 P75 35,5
Anchura máxima del cuerpo 	P50 45,1 P95 52	Perimetro antebrazo 	P90 26 P95 26,9
Alcance del brazo frontal 	P25 70,6 P50 74	Ancho del codo 	P90 6,5 P95 6,7
Altura codo flexionado 90° 	P5 93,9 P25 99,8	Longitud codo- nudillo tercer dedo 	P50 32,6 P75 33,5

Después de tener claras las medidas que se van a tener en cuenta se procede al desarrollo de los modelos para la verificación donde se intervino ciertas partes del modelo como se puede observar en la *tabla 13*

Tabla 13.

Medidas de los modelos a evaluar

	MODELO 1	MODELO 2
Ancho palma de la mano		
Ángulo del mango		
Anchura máxima del cuerpo		
Longitud codo-nudillo tercer dedo		
Perimetro antebrazo		
Ancho del codo		

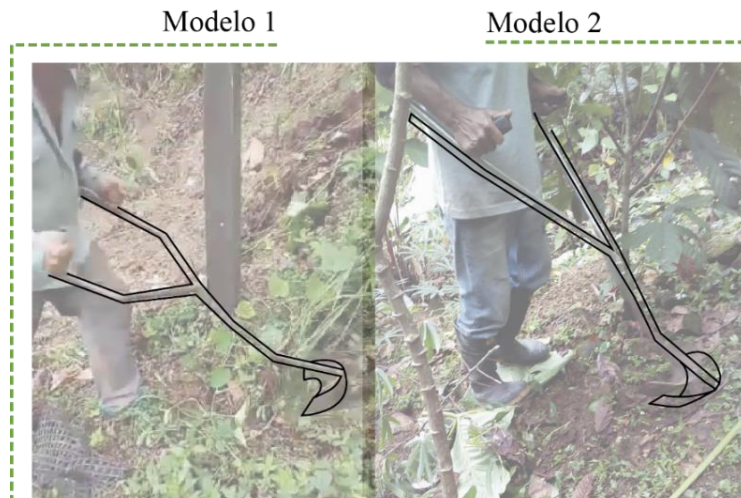


Figura 66. Verificación de las medidas antropométricas del modelo 1 y modelo 2

En la figura 66 se puede observar a los usuarios interactuando con ambos modelos con el fin de mejorar las medidas que se aplicarán al diseño de herramienta propuesta por medio de entrevistas y observación.

Resultados de la encuesta

En la figura 67 se pueden observar los resultados del modelo 1 y del modelo 2 según su categoría por medio de la escala numérica de satisfacción.

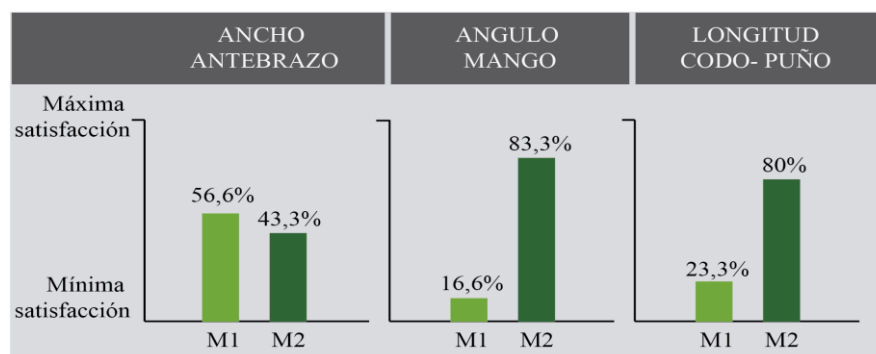


Figura 67. Resultados de las encuestas de satisfacción aplicada a treinta (30) campesinos, comparando los modelos 1 y 2. (M1, M2)

Conclusiones de la prueba de la verificación de medidas.

- ❖ De la verificación se concluyó una modificación en la superficie que queda ubicado justo debajo del codo contemplando la posibilidad de una propuesta donde solo haya contacto en el antebrazo, debido al constante contacto con el codo
- ❖ El perímetro del antebrazo al ser tan variable como se puede observar en la *figura 63* dificulta el generar una única medida para el agarre del antebrazo, es por esto que se desarrolló 3 tipos diferentes de talla; S, M y L (small, medium, large)
- ❖ La medida del ancho entre extremos del mango se manejara con 3 tallas diferentes debido a la gran variedad de esta dimensión. Se presentaron casos donde los campesinos tenían un antebrazo por encima del percentil 95 pero el ancho del cuerpo no pertenecía a este, sino a uno menor, es por esto que el agarre del antebrazo será intercambiable y no fijo a la estructura.
- ❖ De la prueba anterior se concluyó que la medida del codo hasta el nudillo del tercer dedo y el ángulo del mango se dejan fijas en todas las tallas (S,M y L), dado que en la entrevista a las 30 personas, fue mayor la aceptación de ambas medida que el rechazo, como se puede observar en la *figura 65*.

8.2.4. Agarre antebrazo. En la siguiente sección se exponen las diferentes alternativas *figuras 68, 69 y 70* de coderas que eviten el continuo golpeteo al realiza la actividad, procurando mantener fijo el codo con respecto a la herramienta, debido a que los usuarios expresaron incomodidad.

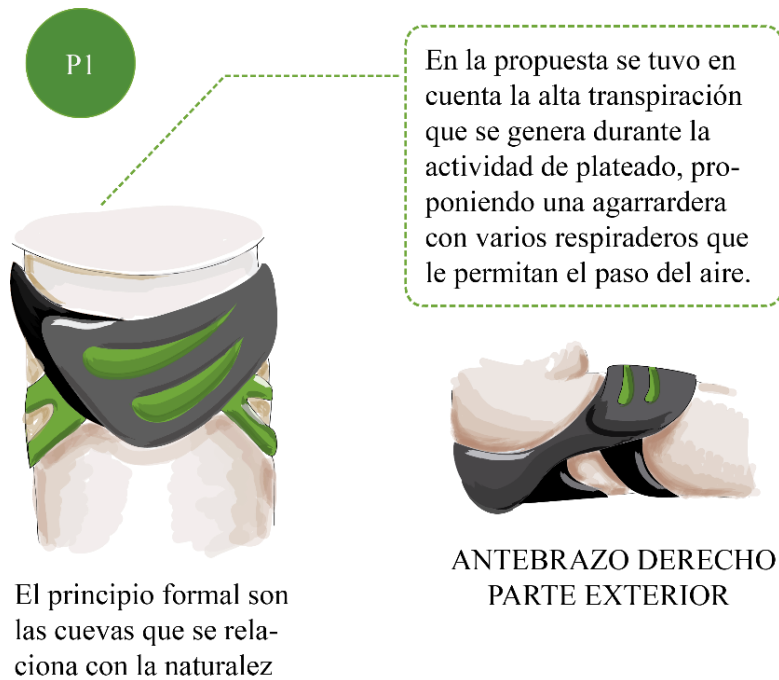


Figura 68. Propuesta 1 del diseño de codera

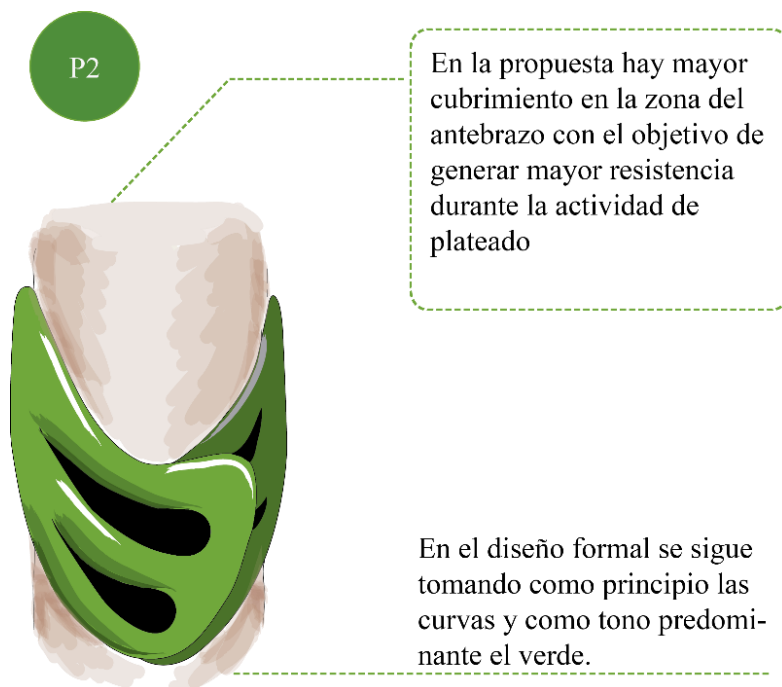


Figura 69. Propuesta 2 diseño de codera

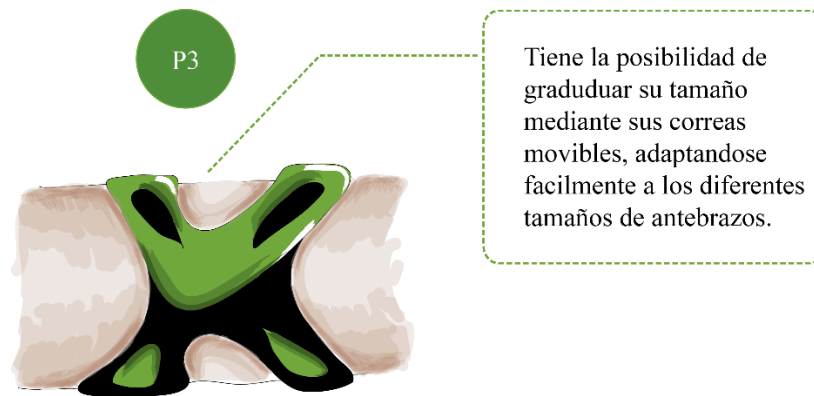


Figura 70. Propuesta 3 diseño de codera

Se realizó la construcción de los modelos para identificar las ventajas y desventajas de cada propuesta de diseño como se puede ver en la *figura 71*, nutriendo al proceso de diseño para llegar a un resultado aceptable que supla las necesidades del usuario.



Figura 71. Modelos del agarre del antebrazo para la propuesta 9

Para la selección de los modelos se realizó una encuesta a 8 personas entre los 22 a 30 años de ambos sexos, a cada uno se les mostro la imagen de los modelos (*Figura 67*) seguido de una serie de preguntas las cuales se formularon según los aspectos a evaluar, cómo se puede ver en el *anexo 3*

- 1) Resistencia ante el continuo impacto de la herramienta con la superficie
- 2) Practicidad al momento de abandonar la herramienta una vez terminada la labor.
- 3) Estética

Para cada aspecto a evaluar se le asignó un valor establecido por el autor según su prioridad; resistencia 10, puntos, practicidad 8 puntos y estética 6 puntos ayudando a la calificación de los modelos como se puede observar en la *tabla 14*.

Tabla 14.

Puntuación de cada propuesta para el agarre del antebrazo según la estética, resistencia y practicidad.

	Estético (6)	Resistencia (10)	Practicidad (8)	TOTAL
P1	0	2	0	2
P2	1	0	1	2
P3	2	1	0	3
P4	1	1	1	3
P5	2	3	3	8
P6	0	3	3	6

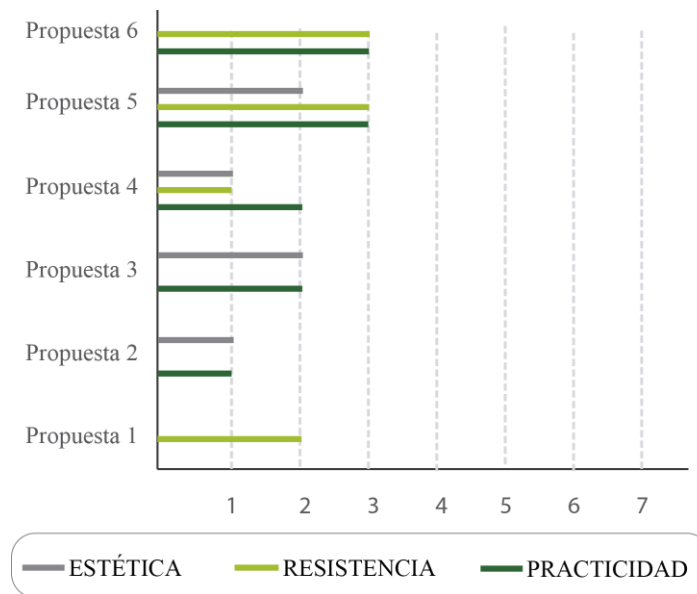


Figura 72. Resultados de la evaluación para modelos del agarre del antebrazo.

Como conclusión de la construcción y valoración de cada uno de los modelos anteriores (*figura 72*) se seleccionó el modelo número cinco (5) siendo este el más apto para la tarea, dado que tiene mayor área de contacto proporcionando más resistencia, la abertura le permite el paso del aire manteniendo fresca del antebrazo y aportando con la estética, por ultimo su practicidad al momento de quitarse el agarre del antebrazo hace de la propuesta 5 la más indicada.

El sistema de uso consiste en una manilla fija la cual tiene una abertura donde entra la muñeca direccionándola hacia el frente como se puede observar en la *figura 73*.

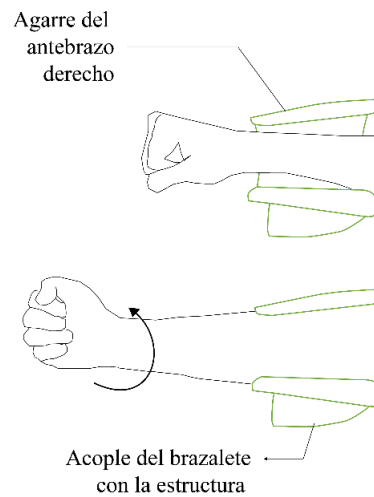


Figura 73. Ilustración de uso para el agarre del antebrazo, modelo 5

Para favorecer con el paso del aire en el antebrazo evitando la humedad se realizó un corte de tal manera que nutriera su composición formal, mejorando su estética como se muestra en la figura 74.

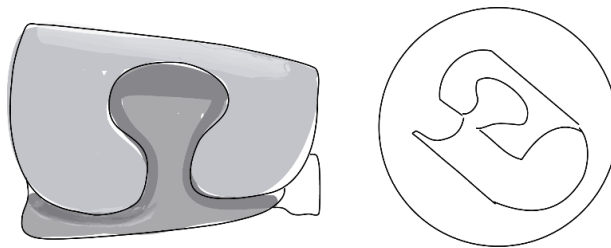


Figura 74. Modelo antebrazo con abertura que permite el paso del aire.



Se realizó una encuesta a 5 personas que coincidieron con las medidas correspondientes a la talla M para probar el agarre del antebrazo

Figura 75. Modelo de prueba del agarre del antebrazo.

La entrevista como se puede observar en el *anexo 4*, se aplicó mediante la escala visual analógica EVA, una vez terminada la entrevista a 5 usuarios que cumplieron las condiciones de medidas durante 5 min como se ve en la *figura 75* se organizó la información obtenida y posteriormente se realizó un análisis como se puede observar en la *figura 76*.

Aspectos que se evaluaron en la encuesta:

- ❖ Comodidad con la cavidad del antebrazo
- ❖ Facilidad de levantar la herramienta
- ❖ Facilidad de quitarse el antebrazo

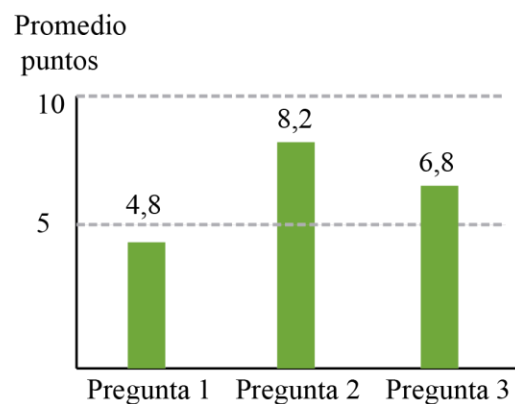


Figura 76. Resultados de la encuesta del agarre del antebrazo

Conclusiones

- ❖ El garre del antebrazo aporta al levantamiento de la herramienta debido a que esta se presenta como un apoyo en la zona del antebrazo actuando como palanca.
- ❖ Se debe dejar un margen de tolerancia en la cavidad de 0,3 cm para que el usuario al usarlo con manga larga este no quede ajustado.

Observaciones de los agricultores

- ❖ Algunos de los usuarios después de terminar la tarea con la herramienta manifestaron molestia provocado por la abertura que permite el paso del aire debido a que estos no usaban manga larga generando presión directa con la piel lastimándola, es por esto que se elimina esta abertura en el agarre para evitar posibles molestias

A continuación se muestra el detalle del agarre en el antebrazo (*figura 73*)

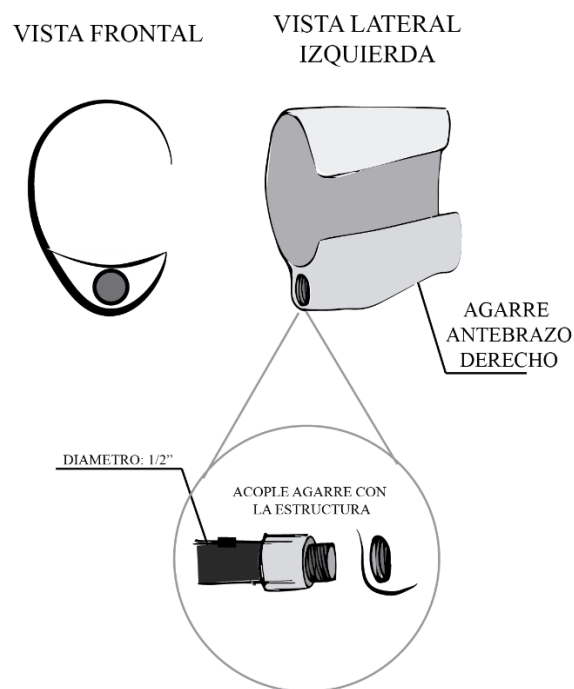


Figura 77. Detalle del agarre para el antebrazo.

8.2.5. Tallas S, M, L . De la información anterior dada por verificación de medidas antropométricas se concluyó que la herramienta debía tener 3 tallas (S, M y L) debido a la gran variedad de medidas que presenta esta población, donde la anchura del cuerpo y el perímetro del antebrazo se modificaron como se puede observar en la *tabla 15*. En la medida de la anchura del cuerpo se utilizaron los percentiles P73 para la talla S, P95 para la talla M y para la talla L se

modificó la medida estableciéndolo en 43 cm debido a que varios entrevistados superaban la medida del percentil mayor. En el perímetro del antebrazo se utilizaron los percentiles P50 para la talla S, P95 para la talla M y para la talla L se modificó la medida como en la medida de la anchura del cuerpo estableciéndolo en 30 cm debido a que varios entrevistados superaban la medida del percentil mayor

Tabla 15.

Tallas S, M y L a partir de la verificación de medidas antropométricas

	Talla S	Talla M	Talla L
ANCHURA DEL CUERPO	35,5 cm 	40 cm 	43 cm 
PERIMETRO ANTEBRAZO	 ⊖ 24 cm	 ⊖ 27 cm	 ⊖ 30 cm

8.3. Resumen de la evolución formal de la herramienta

Para finalizar este capítulo se presentó el resumen de la evolución formal que experimento la herramienta a lo largo del proceso de diseño.

La hoja de la herramienta es la encargada de cortar las raíces y retirar la maleza que crece alrededor de la planta de mora la cual experimento varios cambios formales según las observaciones del usuario y del autor en las diferentes entrevistas y encuestas como se puede observar en la *figura 78*.

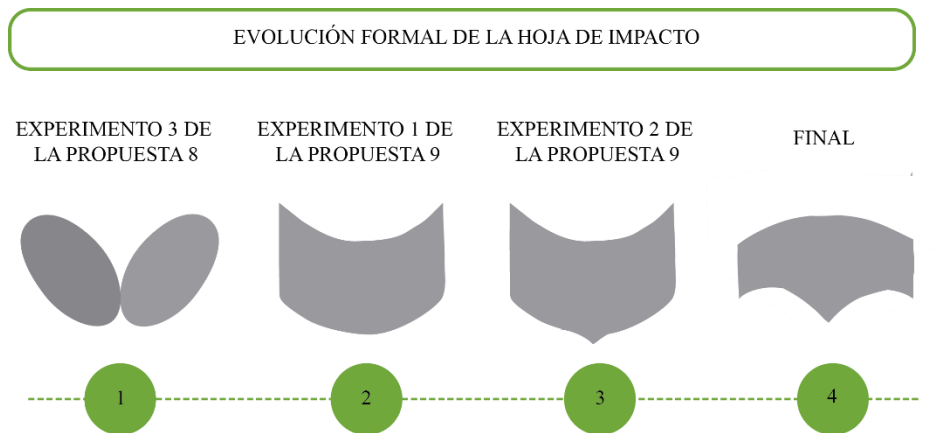


Figura 78. Evolución formal de la hoja para cortar la maleza

También el agarre del antebrazo obtuvo cambios a lo largo de las experimentaciones con los usuarios como se puede observar en la *figura 79*.

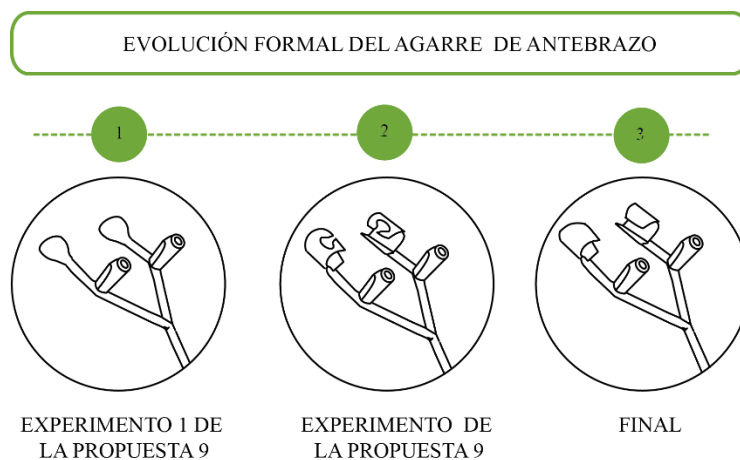


Figura 79. Evolución del agarre del antebrazo durante el proceso de diseño.

En la *figura 80* se puede observar la evolución formal de la herramienta en su totalidad, empezando por la herramienta tradicional la cual sirvió de referente para el proceso de diseño.

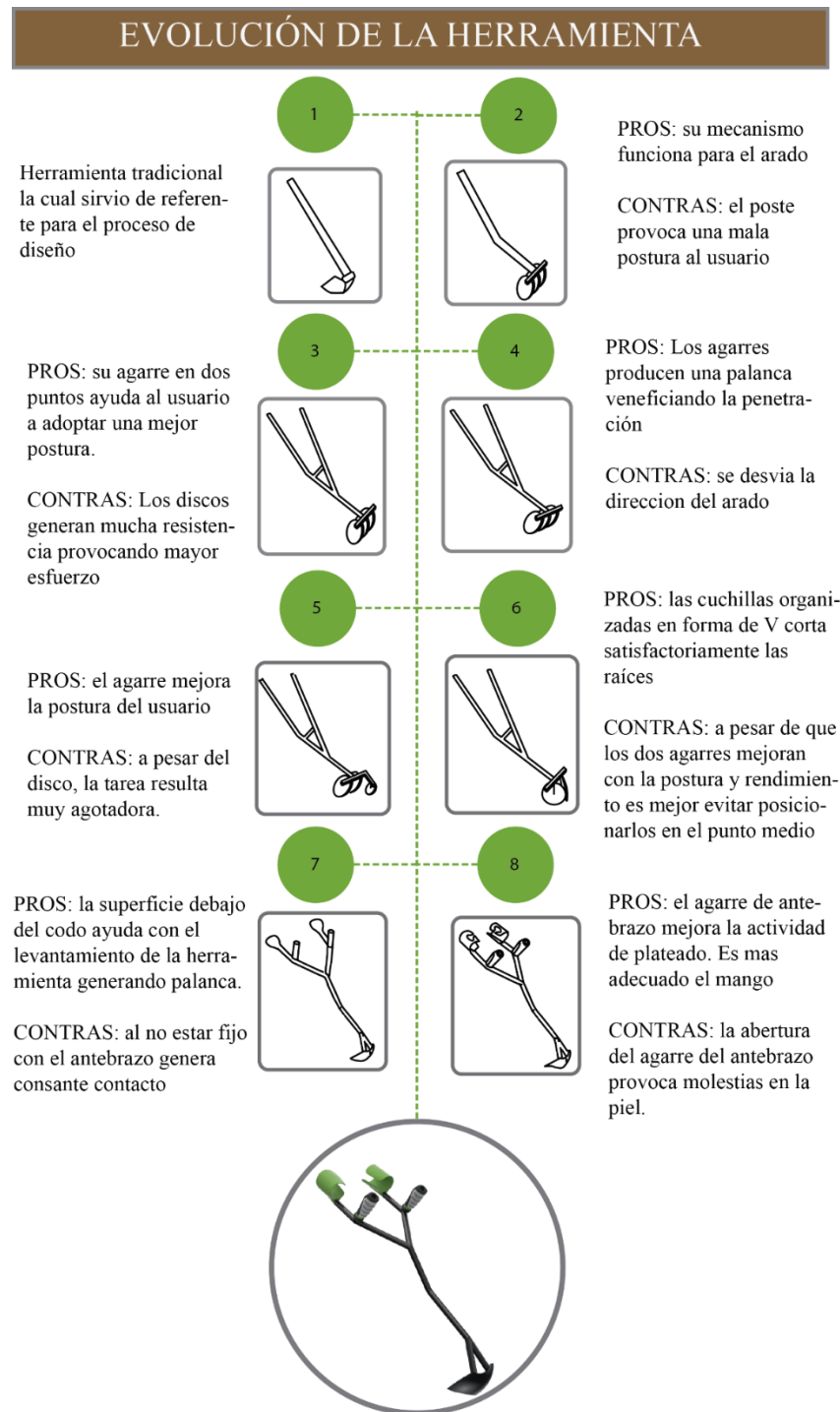


Figura 80. Resumen evolutivo de la parte formal de la herramienta propuesta

9. Aplicación de conceptos a la propuesta final

En esta sección se presenta el desarrollo del último objetivo específico, el cual consiste en la disminución de riesgos de los factores de carga física en la herramienta propuesta por medio de diferentes actividades como describe la *figura 81*.

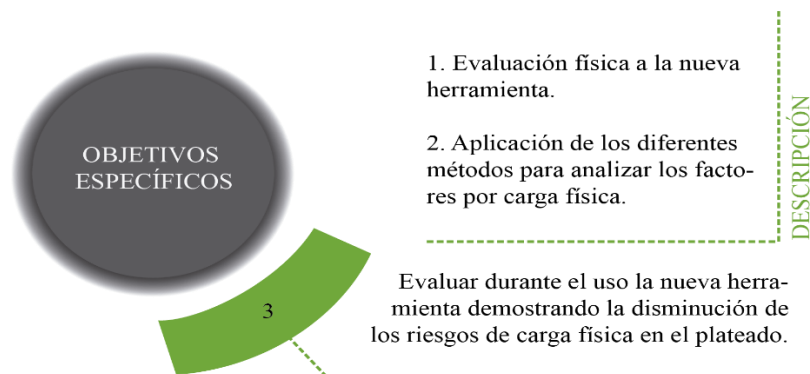


Figura 81. Descripción de la metodología del tercer objetivo específico.

9.1. Render



Figura 82. Render

9.1.1. Ficha técnica

FICHA TÉCNICA

HERRAMIENTA



FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la herramienta consiste en la remoción de la maleza que crece alrededor de la planta de mora de castilla, por medio de la cuchilla ubicada en la parte inferior de la herramienta, accionándola por el continuo levantamiento realizado por el usuario al momento de ubicar sus brazos en ambos mangos. El sujetador del antebrazo en la zona superior de la herramienta ayuda a estabilizar el impacto y a facilitar el levantamiento gracias a la palanca que se genera entre antebrazo y agarre.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Peso: 3 kg

Alcance mínimo Aprox: 60 cm

Alcance máximo Aprox: 100 cm

Profundidad Aprox.
de profundidad: 4,5 cm

MATERIALES

PIEZA	MATERIAL
ESTRUCTURA	Tubo estructural
AZADA	Lamina inoxidable
MANGO	Policloruro de vinilo
AGARRE ANTEBRAZO	PVC

OBSERVACIONES

La herramienta cuenta con una pieza intercambiable, el agarre del antebrazo el cual le permite mayor opción al momento de adquirir la herramienta acomodándose mejor al usuario

Figura 823. Ficha técnica de la herramienta

9.2. Materiales

Para el análisis de los materiales se tuvo en cuenta los parámetros establecidos, reconociendo los aspectos climáticos de la zona. La mora al darse en lugares húmedos, provoca un mayor deterioro en los materiales, por esta razón, es necesario que tenga la característica resistente a la corrosión.

La herramienta está dividida en cuatro partes; la estructura, el mango, agarre del antebrazo y azada con su respectivo material como se observa en la *figura 83*.

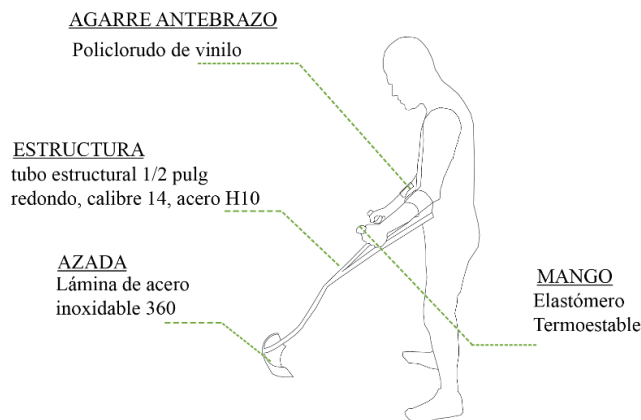


Figura 834. Partes de la herramienta con su respectiva descripción de material

9.2.1. Procesos de producción. En la *figura 84* se presenta cada sección de la herramienta; azada, estructura y agarre de antebrazo con su respectivo proceso de producción.

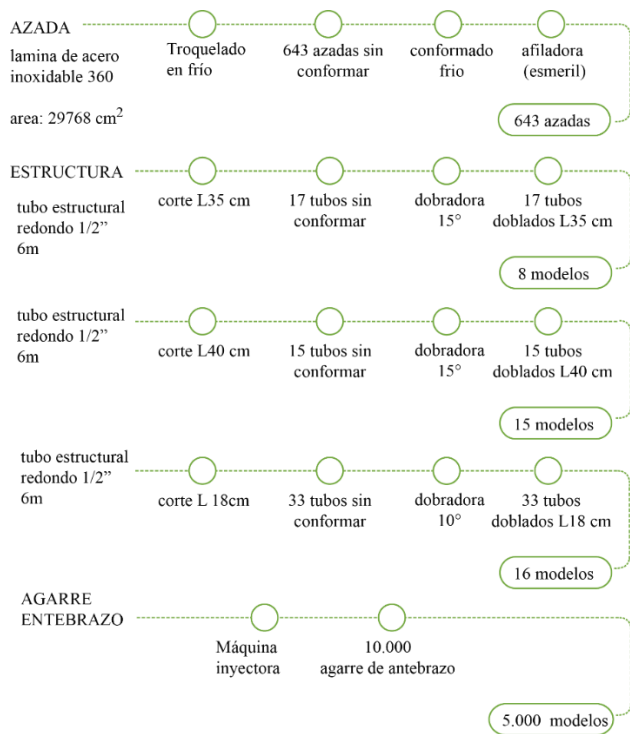


Figura 845. Diagrama de flujo para los procesos de producción

9.2.2. Costos. A continuación se presentan los costos de la elaboración de la herramienta, el material, los procesos, la mano de obra y finalmente el porcentaje de ganancia. Para esta cotización no se tomaron en cuenta los precios de producción al por mayor, pero si se aplicó un descuento del 30% asumido para una producción mayor de 10.000 ejemplares *figura 85*.

	1666	64900	11660		3500	700	500	6000	400	350	6250	3550		15%		30% -
	METAL		POLIMERO		PROCESOS						MANO DE OBRA		precio unidad	ganancia	precio total	precio por mayor
	Tubo estructural diámetro 1/2" (1m)	Lamina acero inoxidable (unidad)	PVC d/metro:10cm (1m)		Corte cierra (cant. de discos)	Soldadura inoxidable (unid)	Dobladora (unid.)	Pintura acriloco (1/8)	Troquelado (unid.)	Inyección polimero (unid.)	Calificada (h)	No calificada (h)				
ESTRUCTURA	2.22				0,5	5	8	1/16	1		2	1				
AZADA		0,046			0,5	2		1/16				0,25				
AGARRE ANTEBRAZO			0,24							2						
TOTAL	3700	2500	2800		3500	4900	2400	6000	400	700	12500	3550	42,950	6400	49.350	35.350

Figura 856. Cotización de la herramienta por unidad y por mayor

Con forme a la información anterior se deduce que cumple con el parámetro de costo estando en un intervalo de 18.000 a 40.000.

El descuento aplicado del 30% se adoptó según la metodología de cotización que realiza la Compañía general de aceros quienes se dedican a la venta de materiales y fabricación de productos relacionados con aceros. El 30% de descuento es una aproximación estimada que se hace después de 10.000 series. Lo costos de referencias establecido se tomaron por medio telefónico de las diferentes empresas dedicadas a la venta y distribución de cada material locales.

9.3. Análisis físico de la herramienta propuesta

En la *figura 86* se realizó el diagrama de cuerpo libre con el fin de calcular la fuerza que ejerce el usuario al realizar la tarea de plateado para luego calcular la ventaja mecánica. Una vez calculada la ventaja se compara con el valor de la herramienta tradicional, verificando que solo se aumentada o igualada.

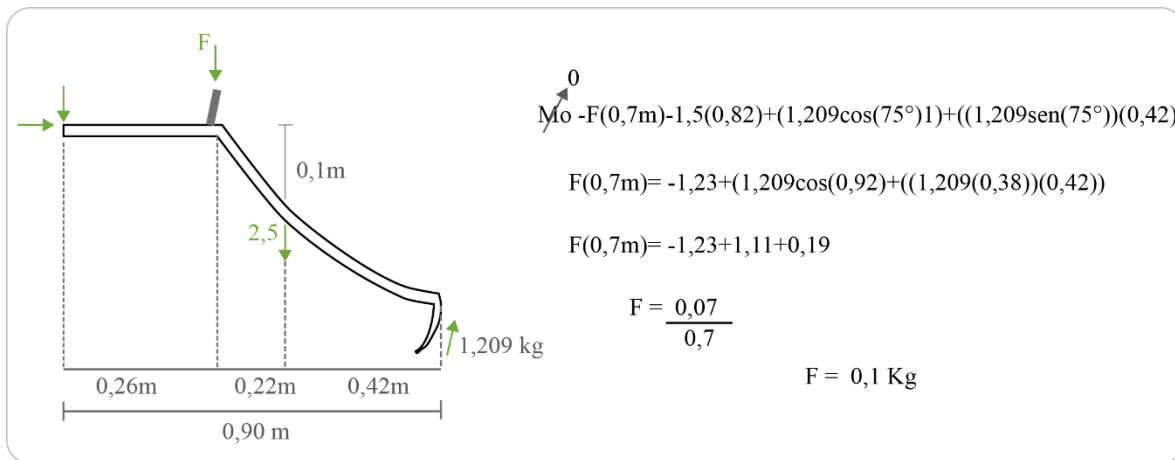


Figura 867. Diagrama de cuerpo libre de la herramienta nueva.

Verificación ventaja mecánica

$$Vm = \frac{R}{Fx}$$

$$Vm = \frac{R}{Fx/2}$$

$$Vm = \frac{1,209}{0,088} = 13,73$$

VENTAJA MECÁNICA HERRAMIENTA TRADICIONAL	VENTAJA MECÁNICA HERRAMIENTA PROPUESTA
12,09	13,73

Figura 878. Ventaja mecánica de la herramienta tradicional y la propuesta

La herramienta propuesta al tener dos puntos de agarre simétricos la fuerza se divide en 2 partes iguales para la evaluación de la ventaja mecánica, favoreciéndolo dado que aumenta el valor superando el de la herramienta tradicional como se puede ver en la *figura 87*

9.4. Análisis del alcance máximo de trabajo en la herramienta propuesta

Se realizó por medio de la observación un análisis sobre el espacio de trabajo de la herramienta propuesta y la herramienta tradicional, donde las mediciones del alcance máximo se tomaron desde la azada hasta el punto medio ubicado en el ombligo, las imágenes utilizadas de los agricultores fueron escaladas de tal manera que coincidieran con la altura de 172, percentil 50 (Maradei, Espinel, & Peña, 2008) como se puede observar en la *figura 88*.

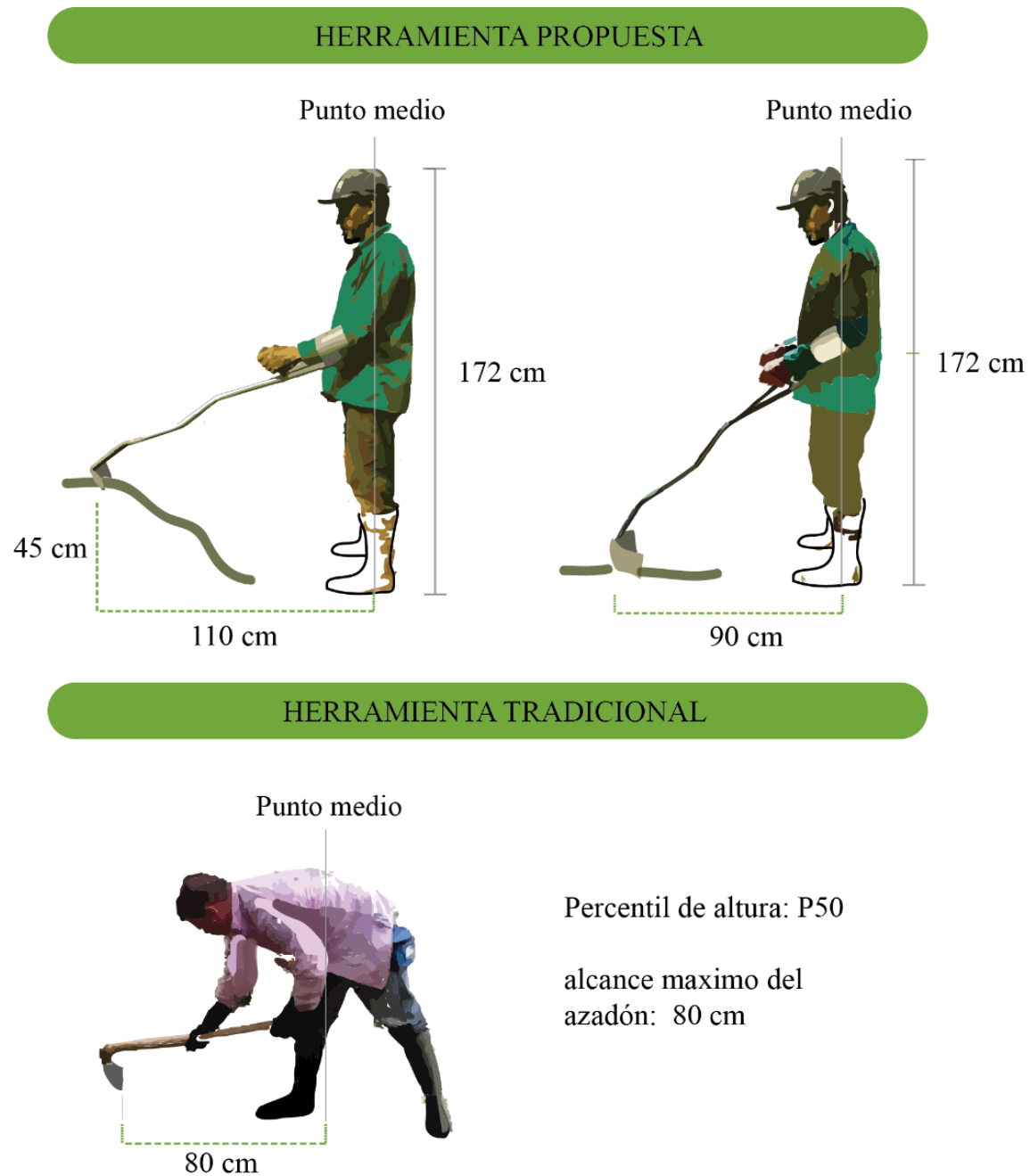


Figura 889. Calculo del alcance de trabajo de la herramienta propuesta y la tradicional

De la información anterior se infiere sobre la ventaja en la distancia de alcance que tiene la herramienta propuesta con respecto a la herramienta tradicional dando una diferencia de 10 cm de ventaja en terreno plano y de 30 cm en terreno de alto.

9.5. Productividad de la herramienta propuesta

A continuación, se presenta el análisis de la productividad de la herramienta propuesta con respecto a la herramienta tradicional, para el cálculo de los tiempos se gravó a los agricultores plateando las plantas de mora y finalmente se promedió los tiempos que invertían en cada planta, tanto para la herramienta tradicional como para la herramienta propuesta como se puede observar en las *tablas 17 y 18*.

Tabla 16.

Análisis de productividad la herramienta tradicional en un cultivo de mora de 1 hectárea por una persona.

Cantidad de plantas por hectárea	1000 arbustos en hectárea
Tiempo de trabajo por planta	5 minutos por cada planta
No. De golpes por minuto	20 golpes
No. De golpes por planta	100 golpes
Cuántas plantas se platea por hora	12
HORAS EN PLATEAR 1.000 PLANTAS DE MORA POR UNA PERSONA	84 HORAS

Tabla 17.

Análisis de productividad de la herramienta propuesta en un cultivo de mora de 1 hectárea

Cantidad de plantas por hectárea	1000 arbustos por hectárea
Tiempo de trabajo por planta	4 minutos por cada planta
No. De golpes por minuto	12 golpes
No. De golpes por planta	48 golpes
Cuántas plantas se platea por hora	15
HORAS EN PLATEAR 9.000 PLANTAS DE MORA POR UNA PERSONA	60 HORAS

Se infiere de la información anterior que la herramienta propuesta aumenta la productividad de la actividad de plateado al reducir aproximadamente 15 horas de trabajo en un cultivo de 900 plantas

9.6. Validación y verificación

En este último capítulo se presenta la validación y verificación de la herramienta propuesta por medio de diferentes métodos que corroboren con la disminución de los factores de carga física (figura 89)

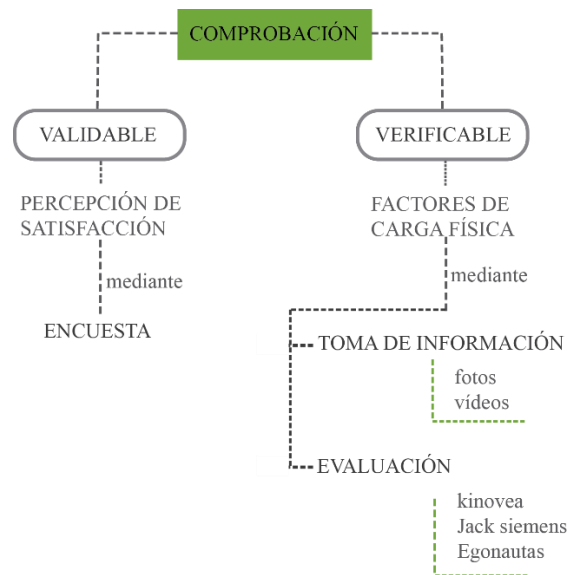


Figura 90. Resumen sobre la metodología de la validación y verificación en la herramienta propuesta.

9.6.1. Validación. En la validación se realizó un diferencial semántico con el fin de medir cuantitativamente tomando varios aspectos (Osgood, 1957) la toma de información se llevó a cabo en el km 22 vía pamplona finca el carajo, donde se registraron los datos de la actividad del agricultor interactuando con la nueva herramienta y la tradicional. se realizó un registro por cámara de video, una vez finalizado la tarea con la herramienta propuesta se procedió a la aplicación de una encuesta por medio de la escala Osgood.

Procedimiento

La encuesta se realizó a diez (10) agricultores dedicados al cultivo de mora de castilla, que coincidieran con las medidas antropométricas de la talla M. El propósito de la encuesta es demostrar la aceptación que tienen los usuarios con la nueva herramienta comparada con la tradicional (*figura 90*).

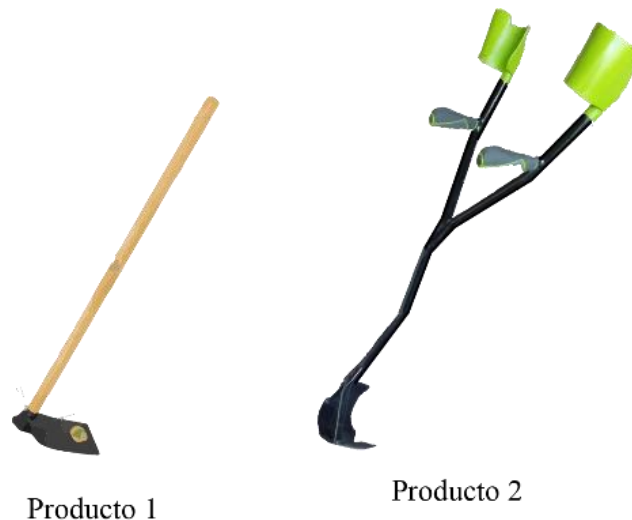


Figura 891. Productos 1 y 2 con los cuales se aplicó el diferencial semántico

- ❖ Durante 5 minutos (tiempo promedio en platear una planta) el agricultor debe interactuar con el producto 1 (herramienta tradicional) y luego otros 5 minutos con el producto 2 (herramienta propuesta) como se puede ver en la *figura 91*.
- ❖ Se aplica la encuesta con los diferentes adjetivos a evaluar mediante la escala Osgood (*figura 92*).
- ❖ Una vez finalizada las encuestas se organiza la información.



Figura 902. Validación de la herramienta rugus vs herramienta tradicional en plano picado y contrapicado en la plantación de mora vía pamplona kl 22 finca “el carajo”

Los adjetivos para evaluar en las encuestas son: (anexo 5).

- 1) Comodidad con la postura adoptada por la herramienta: incómodo/cómodo
- 2) Facilidad de uso: difícil de usar/fácil de usar
- 3) Costo: costoso/barato
- 4) Estabilidad de la herramienta: inestable/estable
- 5) Color de la herramienta: desagradable/agradable
- 6) Textura de la herramienta: desagradable/agradable
- 7) Capacidad de remoción de la tierra: insuficiente/ suficiente

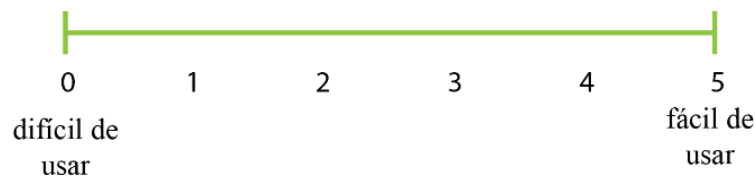


Figura 913. Escala Osgood.

A continuación, se presenta los valores de cada uno de los adjetivos evaluados según los 10 participante (*tabla18 y tabla19*)

Tabla 18.

Resultados de cada adjetivo valorado por los 10 participantes del producto 1.

PRODUCTO 1		POSTURA	FACIL USO	COSTO	ESTABILIDAD	COLOR	TEXTURA	CAPACIDAD DE REMOCIÓN
ADJETIVOS ->								
	PARTICIPANTE 1	1,4	5	5	5	3	1,5	3
	PARTICIPANTE 2	1	4	4,5	4,3	2	2,1	4,5
	PARTICIPANTE 3	1	5	5	5	2,6	1	4
	PARTICIPANTE 4	1,5	5	3,2	4,5	1,6	0	3,7
	PARTICIPANTE 5	3	5	4,6	2,5	2,1	3	5
	PARTICIPANTE 6	2,5	4,9	5	4,5	3	2,5	3
	PARTICIPANTE 7	5	5	5	5	1,4	2,7	2,5
	PARTICIPANTE 8	1	5	5	4	1	3,5	4
	PARTICIPANTE 9	1,2	4,8	4,5	4	2	3	2,8
	PARTICIPANTE 10	0	4	5	5	3	2	4
PROMEDIO		1,76	4,77	4,68	4,38	2,17	2,13	3,65

Tabla 19.

Resultados de cada adjetivo valorado por los 10 participantes del producto 2

PRODUCTO 2		POSTURA	FACIL USO	COSTO	ESTABILIDAD	COLOR	TEXTURA	CAPACIDAD DE REMOCIÓN
ADJETIVOS								
	PARTICIPANTE 1	5	5	5	5	5	5	5
	PARTICIPANTE 2	3,6	5	5	4	4	5	4
	PARTICIPANTE 3	4,5	5	5	4	5	5	4
	PARTICIPANTE 4	4,1	5	3	4	5	4	5
	PARTICIPANTE 5	5	5	4,8	3,5	5	5	4,5
	PARTICIPANTE 6	4,8	4	4	5	5	5	4
	PARTICIPANTE 7	5	4,3	3,8	4	5	5	3,5
	PARTICIPANTE 8	3,6	5	5	4	4,5	5	4
	PARTICIPANTE 9	3	5	5	5	5	5	5
	PARTICIPANTE 10	4	4,1	4,7	4,5	5	5	4
PROMEDIO		4,26	4,74	4,53	4,3	4,85	4,9	4,3

Después de organizar la información de las encuestas se realizó la comparación de los resultados entre el producto 1 y el producto 2 como se puede observar en la *figura 93*

NIVEL DE PERCEPCIÓN EMOCIONAL AL PROMEDIO DE LOS ATRIBUTOS

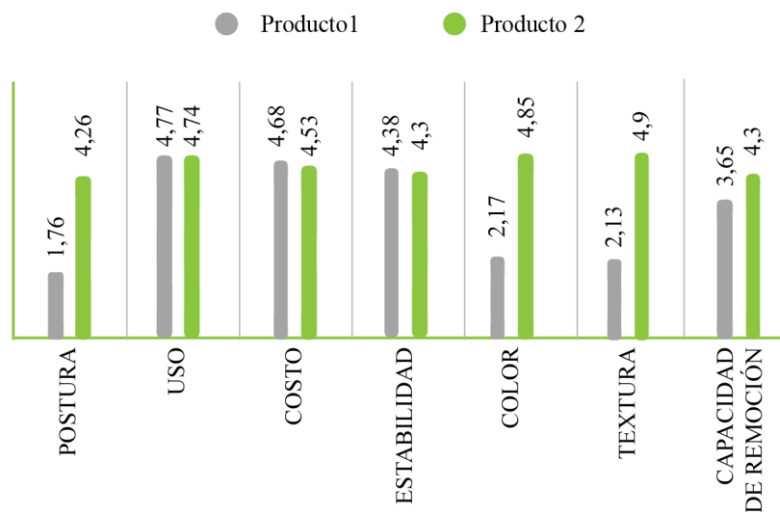


Figura 924. Comparación de los promedios obtenidos de cada uno de los adjetivos evaluados.

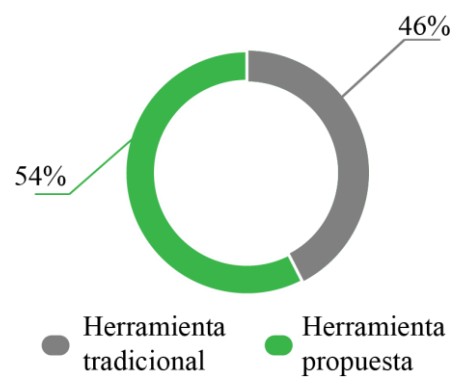


Figura 935. Resultados finales comparando el nivel de aceptación del producto 1 y producto 2

Conclusiones

De lo anterior se pudo inferir la buena aceptación que tuvieron los agricultores con respecto a la nueva herramienta, manifestando satisfacción al finalizar la actividad gracias a la postura que adopta la espalda (*figura 94*, pregunta 1).

El lenguaje de uso es fácil de entender dado que al momento de la interacción herramienta-agricultor sin previa explicación de uso, intuyeron rápidamente la forma correcta de manejo como se observa en la *figura 94*.

La percepción de los participantes en el costo propuesta fue aceptada.

9.6.2. Verificación de la evaluación de los factores de carga física en la herramienta propuesta. Para continuar con la verificación de la herramienta se procedió a la realización del estudio de los factores por carga física a la herramienta propuesta, con el fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos, por medio de herramientas de medición y análisis, tales como kinovea, software Jack siemens y la plataforma Ergonautas, donde se demuestre la disminución de los riesgos de los factores por carga física. Los factores que se tendrán en cuenta son; postura, repetitividad y carga, los cuales se evaluaron respectivamente por los métodos OWAS, JSI y GINSHT.

Medición Por Kinovea

Por medio de la observación de la tarea de plateado se identificaron los diferentes ángulos adoptados por los agricultores con la ayuda del software Kinovea. Para esto se realizaron videos con diferentes perspectivas que enriquecieron la recolección de datos, como se puede observar en la *figura 95* (km 22, via pamplona, 2015)



Figura 946. Ángulos de las posturas adoptadas por los usuarios al interactuar con la herramienta propuesta.

Factor de carga física por postura en Jack Siemens

Teniendo en cuenta los ángulos dados por la herramienta Kinovea se realizó la evaluación con el software Jack siemens el cual sirve como método de simulación de posturas por sectores para representar la tarea y analizar las condiciones de trabajo. En la simulación de la tarea de plateado (*figura 96*) se utilizó el método OWAS para estudiar el factores de carga física por postura.

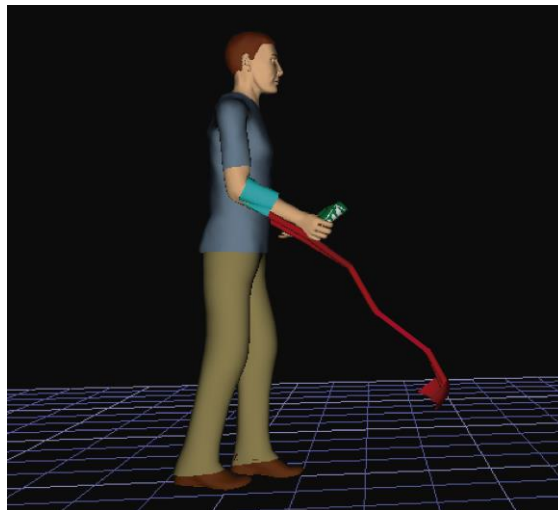


Figura 957. Simulación de la actividad del plateado en Jack siemens

En el capitulo 6 ítem 6.2 la tarea se clasificó en tres momentos como se puede observar en la *figura 97*: 1) levantamiento de la herramienta para ganar altura y aumentar la fuerza de penetración, 2) cortar las raíces que crecen alrededor de la mora que compiten por el suministro de agua impidiendo que se oxigene adecuadamente, 3) retirar la hierba cortada, limpiando alrededor de la planta

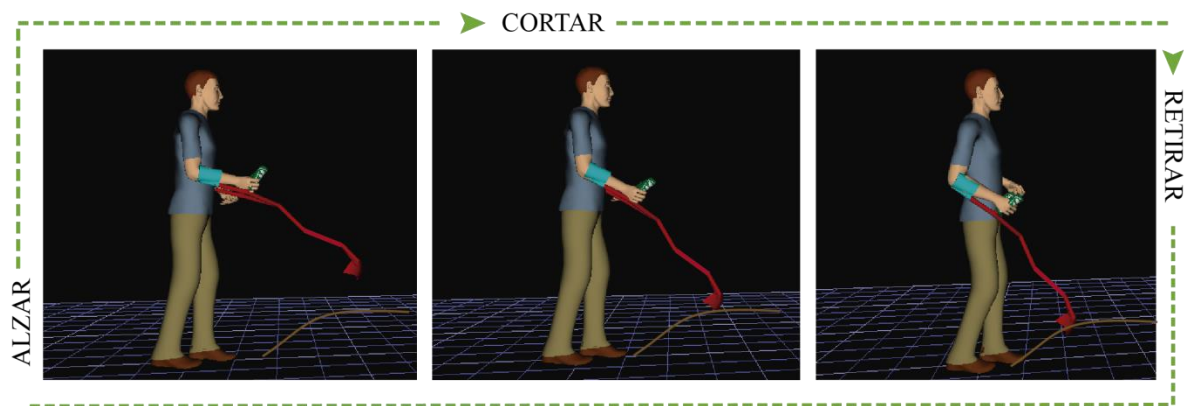


Figura 968. Simulación en jack siemens de los tres momentos de la tarea de plateado. Adaptado de: software Jack siemens

Método OWAS

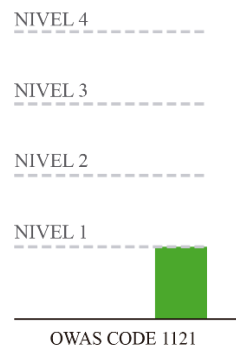


Figura 979. Nivel de incidencia por el metodo OWAS mediante la simulacion de jack siemens en la herramineta propuesta.

En la figura 98 muestra el resultado de la aplicación del método OWAS al estudio de la actividad de plateado donde registra nivel 1 siendo este un nivel no crítico, demostrando la disminución del riesgo por la postura.

Factor de carga física por repetición por la Ecuación Niosh

Por medio de la plataforma ergonautas se aplicó el método NIOSH valorando el esfuerzo físico sobre los músculos y tendones de los extremos distales de las extremidades superiores y el esfuerzo derivado en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos por medio de la observación que se realizó a los agricultores de mora en el cultivo de mora vía pamplona kl 18.

Mediante la ecuación de NIOSH se calculó el nivel de riesgo que tiene la carga en la actividad de plateado

$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Peso carga: 2,5 kg

Peso constante permisible: 25 kg

Distancia de la carga desplazada: 25 cm

Tipo de agarre: bueno

Duración levantamiento: 1min

Cantidad golpes por minuto: 12

IL= peso de la carga/limite de peso recomendado

	Origen	Destino	
H (cm)	26	46	IL < 1 Riesgo limitado
V (cm)	93	108	1 > IL < 1,6 Riesgo moderado
A	0°	0°	IL > 1,6 Riesgo acusado
Agarre	bueno		IL= 0,11

fuera de riesgo

Figura 100. Resultados de la prueba NIOSH mediante la plataforma argonautas

En conclusión, se infiere de la aplicación del método NIOSH que el factor de riesgo por carga no excede los estándares establecidos que sugieran una inmediata intervención manteniéndose el índice de levantamiento (IL) por debajo de 1,6.

Arrastre

Para el arrastre se aplicó el método SNOOK y CIRIELLO el cual se evaluó la actividad de plateado con la herramienta propuesta.

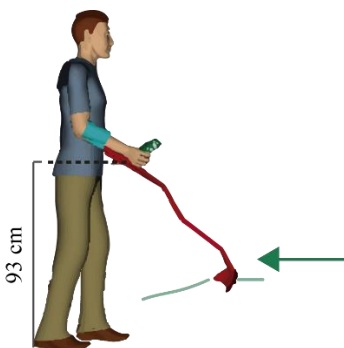


Figura 981. Altura de la carga mediante la simulación de la tarea en Jack siemens

Peso de la carga: 2,5kg

Peso máximo aceptable: 10,5 kg

Frecuencia: 12 por minuto

Altura del manejo de la carga: 93 cm

Distancia recorrida: 24 cm

La *figura 101* se muestra la puntuación dada por la aplicación del método SNOOK y CIRIELLO según los datos obtenidos de la observación de la tarea.



Figura 992. Valor de la evaluación por el método SNOOK y CIRIELLO de la actividad con la herramienta propuesta por medio de la plataforma ergonautas. Valor: 0,29

El valor es menor a 1 teniendo poca incidencia en el problema muscular del agricultor debido a que el peso medio no supera el peso aceptable. A pesar de que el valor aumento con respecto al resultado, sigue estando por fuera de peligro pues está por debajo de 1.

Antes y después

A continuación, se presenta la comparación postural de la herramienta tradicional con respecto a la herramienta nueva, mejorando la condición de la espalda (*figura 102 Y figura 103*

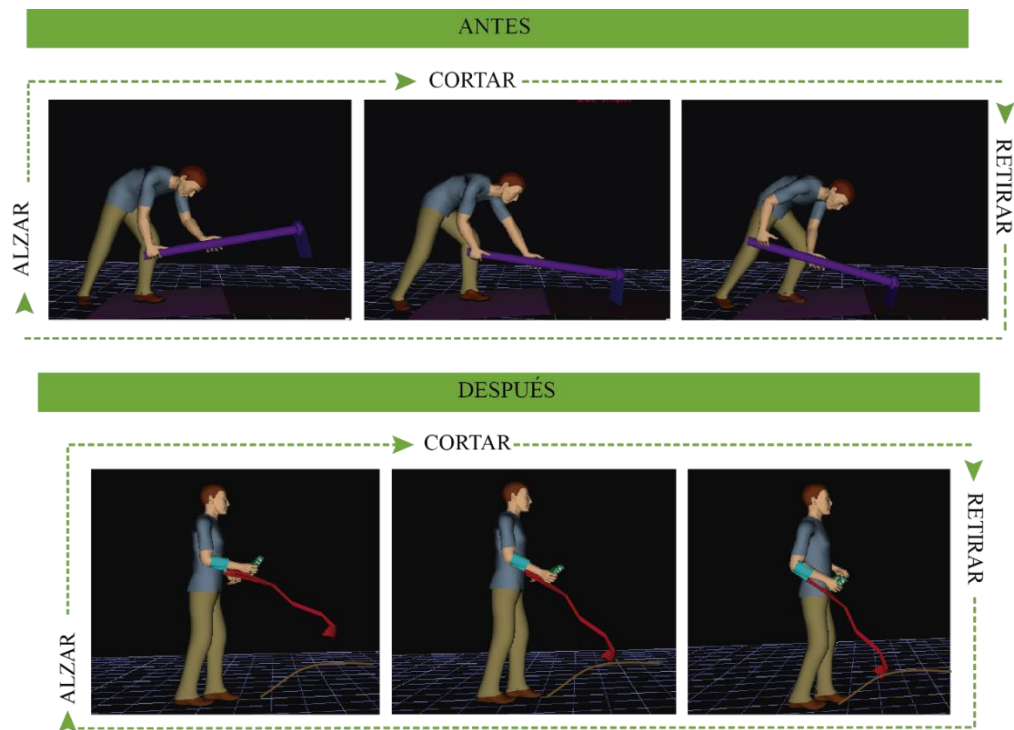


Figura 1003. Antes y después de la herramienta tradicional con respecto a la herramienta nueva en las tres posiciones; alzar, cortar y retirar.

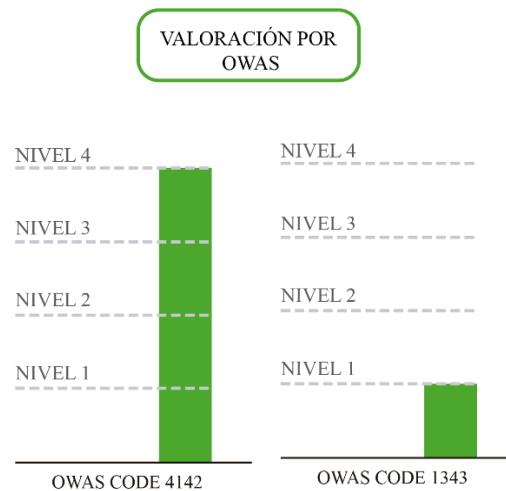


Figura 1014. Comparación entre los resultados del método OWAS de las herramientas tradicional y la propuesta

10. Conclusiones

Para la ubicación de los agarres se modificó la posición original localizada en el punto medio del usuario, por una que no tuviera desviación, pasando de una postura asimétrica a una postura simétrica, disminuyendo la puntuación en el método GINSHT (*figura 54*) el cual es el encargado de valorar el grado de exposición del trabajador en los casos de levantamiento y transporte de carga.

La fuerza ejercida para el levantamiento de la herramienta no depende únicamente de las manos, debido a que el área de contacto se prolonga hasta el codo permitiendo que se genere una palanca y se disminuya el esfuerzo ejercido.

Según los resultados de la validación realizada a 8 campesinos con la herramienta propuesta, hubo una buena aceptación con respecto al control que proporcionaba el agarre del antebrazo al momento de impactar la tierra, con un resultado de 7 personas a favor.

El estudio de factores de carga física que se aplicó a la herramienta tradicional reveló que el factor por postura fue el más crítico y urgente a solucionar, dando como resultado un nivel 4, siendo este el más alto, relacionándose directamente con las molestias musculares de los agricultores.

En la verificación de la herramienta propuesta se aplicó nuevamente la evaluación de los diferentes factores de carga física, donde el factor por postura disminuyó de un nivel 4 a un nivel

1 por medio del método OWAS, dejando a este factor fuera de riesgo gracias a la postura que adopta el usuario al interactuar con la herramienta.

El resultado de la evaluación del factor de carga física por repetitividad de la herramienta tradicional y la herramienta propuesta consiguió una disminución de 0,22 donde la primera obtuvo una puntuación de 2,35 y la otra de 2,13 estando en ambos casos fuera de riesgo.

En el caso del análisis del factor de carga física por carga en el momento de arrastre, aumento en un 0.08 el valor de la herramienta propuesta debido a que el peso es mayor, donde la herramienta tradicional obtuvo un valor de 0,29 y la propuesta de 0,21 estando en ambos casos fuera de riesgo.

La ventaja mecánica de la herramienta propuesta supera al de la herramienta tradicional obteniendo un valor de 13,73 gracias a que la fuerza ejercida por el agricultor se dividió en dos agarres simétricos. Este análisis físico fue posible gracias al laboratorio de penetración dinámica por cono (capítulo 6 ítem 6,3) para establecer la reacción de la penetración de la superficie.

Al realizar el análisis de productividad de la herramienta propuesta con respecto a la herramienta tradicional para un cultivo de 900 plantas en una hectárea, se concluyó que la herramienta propuesta obtiene un mejor rendimiento al platear 3 plantas más por hora que el azadón, disminuyendo aproximadamente 15 horas de trabajo en el plateado.

Después de la selección de materiales, procesos, costos y ganancias, la herramienta en una producción al por mayor dio un valor aproximado de 35.350 pesos, el cual se les consulto a los

agricultores que participaron de la validación por medio de una encuesta sobre si ellos adquirirían el producto a este precio, dando un resultado del 87,5% a favor de la herramienta propuesta.

Del análisis del alcance máximo la herramienta propuesta se concluyó que esta posee mayor alcance, dando 90 cm de distancia a comparación de la herramienta tradicional con 80 cm en una superficie plana. Por otro lado, la herramienta propuesta en terreno elevado de 45 cm adquiere un mayor alcance de 110 cm aportando a la productividad del cultivo de mora. Las medidas de la altura del terreno fueron tomadas en la zona de trabajo de los agricultores dedicados a la mora de castilla en el km 22 via pamplona, finca el carajo.

De la verificación de medidas antropométricas se concluyó que los percentiles tomados de la región nororiental colombiana no correspondieron en ocasiones a las medidas que presentaron en la comunidad campesina, debido a que al momento de interactuar con los modelos funcionales no se adaptaban ni utilizando el percentil más grande, modificando así las medidas según la necesidad. debido a la gran variedad que hay en las dimensiones de la anchura de los brazos y en el perímetro del antebrazo, se propuso 3 tallas diferentes (S, M, L) como solución.

Referencias Bibliográficas

- Amazon. (8 de febrero de 2016a). *azadas*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Truper-construido-soldado-jard%C3%ADn-azada/dp/B005Q7CB6I>
- Amazon. (2017 i). Obtenido de <https://www.amazon.co.uk/Harbour-Housewares-Digging-Wooden-Handle/dp/B00GAZ221Y>
- Antioquia, G., & SENA. (2001). Manual técnico de cultivo de mora bajo buenas prácticas agrícolas.
- Arango, M. (2015). Dolor de espalda el flagelo de los campesinos en Colombia. *El campesino*.
- Bloomberg. (2017). Colombia quiere convertirse en una potencia agroindustrial. *Portafolio*.
- Cámara de comercio de Bucaramanga. (2013). *sector agrícola Santander*.
- campesino. (2016). *enfermedades que mas aquejan a los campesinos*.
- Campesinos. (2002). Noticias sobre invernaderos y campo.
- CAMPESINOS, H. J. (2002). *TECNOLOGIAS ORGANICAS DE LA GRANJA INTEGRAL AGROECOLOGICA. MANUAL AGROPECUARIO*. .
- Carmona, R. A. (1997). decídase por la mora de Castilla . *El tiempo*.
- Castilla, & León. (2010). Manual de trastornos musculoesqueleticos .
- comisión nacional de seguridad y salud en el trabajo. (2008). *Enfermedades profesionales de los agricultores*.
- DANE, & ENA. (2012). Mora en Colombia.
- DANE, & Ministerio de Agricultura. (2013). sistema de información de precios y abastecimientos del sector agropecuario SISPA.

DANE, E. (2012). Mora en Colombia.

Diego, & Antonio, J. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Ergonautas Universidad Politécnica. Valencia.

Diego, & Jose Antonio. (2015). *Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT*, Universidad politécnica de Valencia. Valencia.

Diego, & Jose Antonio. (2015). *Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante las tablas de Snook y Ciriello*, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Diego, & Jose Antonio. (2017). *Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh*, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Diego, M., & Jose Antonio. (2015). *Evaluación postural mediante el método OWAS*, Universidad politécnico de valencia. Valencia.

Diego, M., & Jose Antonio. (2015). *Evaluación postural mediante el método RULA*, Ergonautas Universidad politécnica de Valencia. Valencia.

ebay. (18 de marzo de 2016c). *ebay*. Obtenido de <https://www.ebay.co.uk/p/Bulldog-Premier-Paxton-Hoe-54-Handle-When-as-a-Push-Pull-Action/1449810740>

ebay. (21 de marzo de 2016e). Obtenido de <https://www.ebay.co.uk/p/Bulldog-Premier-Paxton-Hoe-54-Handle-When-as-a-Push-Pull-Action/1449810740>

ebay. (6 de junio de 2017d). *ebay*. Obtenido de <https://www.ebay.co.uk/p/Bulldog-Premier-Paxton-Hoe-54-Handle-When-as-a-Push-Pull-Action/1449810740>

ebay. (4 de mayo de 2017f). Obtenido de https://www.ebay.com/itm/Truper-33035-Tru-Pro-Forjado-mortero-azada-cabeza-de-10-pulgadas-60-Pulgadas-Truper-Ceniza-Mango-/222065823506?_ul=AR

Estrada, J. (1995). Parámetros antropométricos de la población. *Fac. Nac. Salud Pública*.

- FAO. (2004). *Politica de desarrollo agrícola*.
- Frank, R. G. (2005). Evolución del trabajo agrícola.
- Gaucíl, D. (2017). Invertir en la agricultura.
- Gaucíl, D. (2017). Invertir en la agricultura.
- Gutierrez, A. (2011). Guia técnica para el analisis de exposición a factores de riesgo ocupacional.
- Gutierrez, A. M. (2011). *Guia técnica para el análisis de exposición*.
- herramientas, m. y. (2012). Introduccion al azada.
- I.N.V.E. (2012). MÉTODO DE ENSAYO NORMAL PARA EL USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO.
- Iza, & Rojas. (2016). Base de la calidad de la mora de castilla (rubus glaucus) en su cadena alimentaria.
- laboral, i. d. (2013). *prevencion de riesgos ergonomicos*.
- Leibovich, J. (2013). Potencia agrícola. *Ingeniero agropecuario*.
- Manufactum. (abril de 2017g). Obtenido de <https://www.manufactum.com/swiss-swinging-hoe-p1443505/>
- Maradey, F., Espinel, F., & Peña, A. (2008). *Datos antropométricos para el diseño*. Bucaramanga: uis.
- Martinez, R., Cortez, A., Perez, N., & Negrete, C. (2002). *Base de Datos Antropométricos yManiquí Parametrizado*. Mexico.
- Melo, J. L. (2009). *Ergonomía práctica*. Buenos Aires: Fundacion mapfre argentina.
- Miguel, A. (2016). Ergonomía de las herramientas de mano. *comunidad ergo*.
- negocios, r. e., & redaccion economica y negocios. (2017). Posconflicto convertirá a Colombia en potencia mundial en alimentos: FAO. *El espectador*.

ONS. (2017). solo un 10% de los campesinos estan afiliados al regimen contributivo de salud.
caracol radio.

Ospina, B., & Sandoval, J. (2003). *La escala de Likert en la valoración.* Dialnet.

Paola, J. A. (2017). *La mora pasado y presente.* Bucaramaga: UIS.

Rabadel, P. C. (1998). *Ergonomie concepts et méthodes.* Ediciones octares.

Redacción agropecuaria. (2015). En el 2020, Santander sería potencia frutícola. *Vanguardia.*

Rojas, T. (2013). Técnicas, métodos y estrategias agrícolas.

Salazar, T. J. (2007). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería.* Bogotá:
Universidad nacional de Colombia.

Sanchez, A., Valenzuela, R., & Bohórquez, P. (2013). Variables determinantes de la madurez
comercial en la mora de castilla.

sandro, L., Edward, M., Edwin, P., Antero, R., & Cosio, D. (2013). *Regulación de angulos de un
arado de discos.* Lambayeque, Peru.

Semana. (2016). el agro: una oportunidad de oro. *Semana.*

Terrarotja. (2017h). Obtenido de
http://profesional.terrarotja.com/index.php?route=product/product&product_id=1812

valiente, n. (2014). herramientas mas importantes del huerto. *Agricultura y jardinería.*

wong, w. (1979). *Fundamentos del diseño.* Gustavo Gili.

Apéndices

Apéndice A. Encuesta sobre la satisfacción al realizar la actividad

Nombre _____ Edad: _____ fecha: _____



Universidad
Industrial de
Santander

Encuesta Sobre la Satisfacción al Realizar La Actividad

El agarre de la herramienta tradicional es más incómodo que el de la herramienta nueva

- a) Muy en desacuerdo
- b) en desacuerdo
- c) indeciso
- d) de acuerdo
- e) muy en desacuerdo

Es más cómodo el agarre de la herramienta nueva de forma horizontal y en dos puntos que el de la herramienta tradicional

- a). Muy en desacuerdo
- b): en desacuerdo
- c). indeciso
- d). de acuerdo
- e). muy en desacuerdo

Siente mayor esfuerzo al momento de retirar la maleza con la herramienta tradicional que con la herramienta nueva.

- a) Muy en desacuerdo
- b) en desacuerdo
- c) indeciso
- d) de acuerdo
- e) muy en desacuerdo

Prefiere la hoja en forma de V de la herramienta nueva o la hoja recta de la herramienta tradicional.

- a). Muy en desacuerdo
- b). en desacuerdo
- c). indeciso
- d). de acuerdo
- e). muy en desacuerdo

Cree que esta en una mejor postura con la herramienta nueva que con la herramienta tradicional.

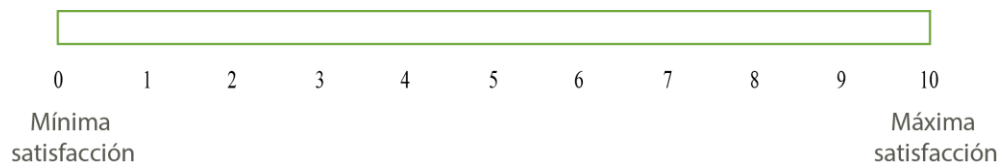
- a). Muy en desacuerdo
- b); en desacuerdo
- c). indeciso
- d). de acuerdo
- e). muy en desacuerdo

Apéndice B. Verificación de medidas

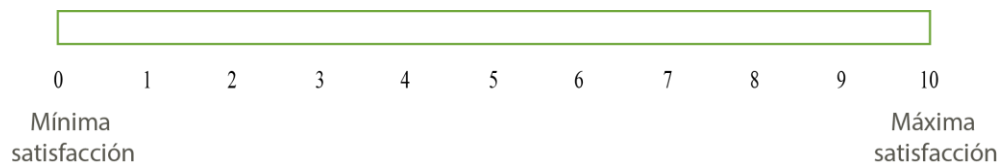
Nombre _____ Edad: _____ fecha: _____

Universidad
Industrial de
Santander**Verificación de las Medidas**

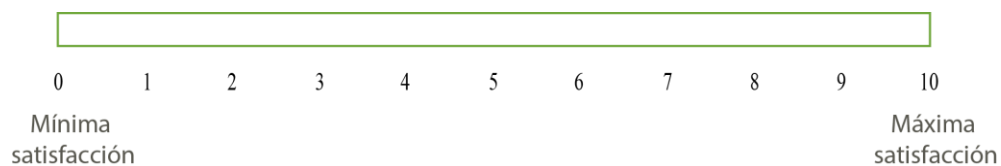
1) ¿Qué tan cómodo siente el ancho de la herramienta del modelo 1 y modelo 2?



2) ¿Qué tan cómodo siente los ángulos de los mangos del modelo 1 y modelo 2?



3) ¿Qué tan cómodo siente la cavidad del antebrazo del modelo 1 y modelo 2?



Apéndice C. Experimento para la selección de los diferentes modelos de agarre para antebrazo.

Nombre _____ Edad: _____ fecha: _____



Experimento para la selección de los diferentes modelos de agarre para antebrazo.



Después de observar la imagen responda las siguientes preguntas

1) Califique del 1 al 10 cada uno de los modelos según su percepción de resistencia (10 puntos)

P1	P2	P3	P4	P5	P6

- 2) Califique del 1 al 10 cada uno de los modelos según cuál cree que es más practico al momento de abandonar la herramienta (8 puntos)

P1	P2	P3	P4	P5	P6

- 3) Califique del 1 al 10 cada uno de los modelos según cuál cree que es más atractivo (6 puntos)

P1	P2	P3	P4	P5	P6

Apéndice D. Experimento del modelo funcional del agarre para antebrazo según la escala análoga visual EVA

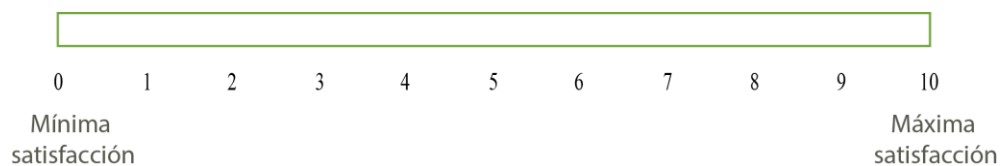
Nombre_____ Edad:_____ fecha:_____



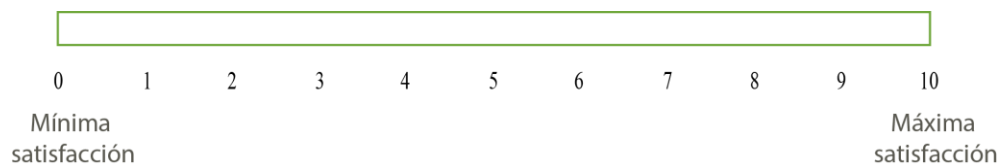
Universidad
Industrial de
Santander

Experimento del modelo funcional del agarre para antebrazo según la escala análoga visual EVA

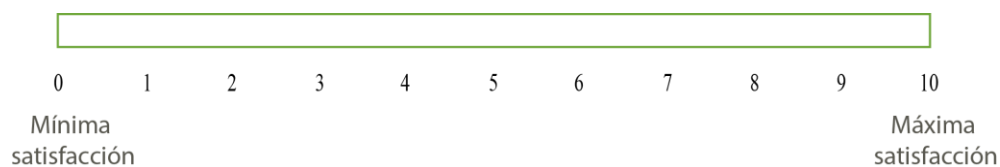
1) ¿Qué tan cómodo siente la cavidad del agarre?



2) ¿Qué tanto facilita el agarre del antebrazo para el levantamiento de la herramienta?



3) ¿Qué tan fácil es quitarse el agarre del antebrazo?

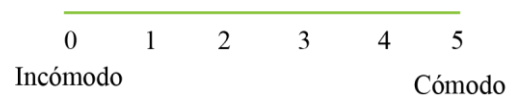


Apéndice E. herramienta

Nombre _____ Edad: _____ fecha: _____

Universidad
Industrial de
Santander

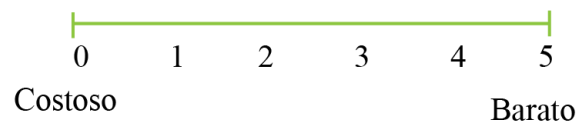
1).Es cómoda la postura adoptada al usar la herramienta 1/ herramienta 2?



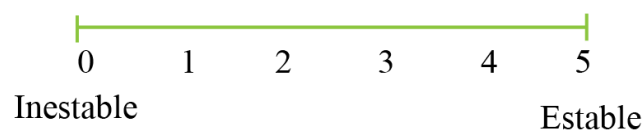
2).es fácil usar la herramienta 1/ herramienta 2?



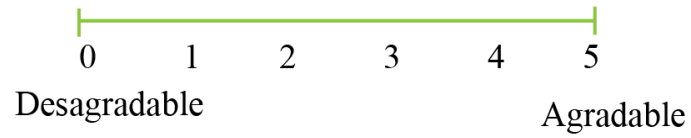
3).Qué le parece el costo de 14.000 pesos para el producto 1/45.000 pesos para el producto2?



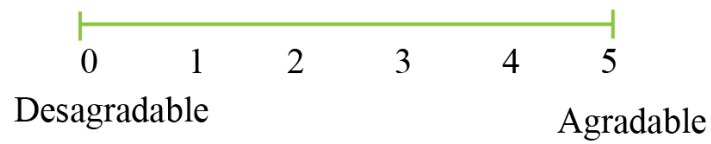
4).Cree que la herramienta 1/ herramienta 2 es estable?



5).Cómo le parece el color de la herramienta 1/ herramienta 2?



6).Cómo le parece la textura de la herramienta 1/ herramienta 2?



7. ¿Cómo le parece la capacidad de remoción de la herramienta 1/ herramienta 2?

