



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y DISEÑO DE UN
PROTOTIPO PARA LA COSECHA Y CARGA DE LA MAZORCA
DE CACAO, REDUCIENDO LA EXPOSICIÓN A LESIONES
MÚSCULO ESQUELÉTICAS EN PRODUCTORES DE LA
ASOCIACIÓN AGROARTESANAL WIÑAK”**

GAVILÁNEZ DALGO NIX SANTIAGO

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

Riobamba- Ecuador

2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-11-10

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

NIX SANTIAGO GAVILÁNEZ DALGO

Titulado:

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y DISEÑO DE UN
PROTOTIPO PARA LA COSECHA Y CARGA DE LA MAZORCA DE
CACAO, REDUCIENDO LA EXPOSICIÓN A LESIONES MÚSCULO
ESQUELÉTICAS EN PRODUCTORES DE LA ASOCIACIÓN
AGROARTESANAL WIÑAK”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Julio César Moyano Alulema
DIRECTOR

Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
ASESOR

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: NIX SANTIAGO GAVILÁNEZ DALGO

TRABAJO DE TITULACIÓN:

“EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA COSECHA Y CARGA DE LA MAZORCA DE CACAO, REDUCIENDO LA EXPOSICIÓN A LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS EN PRODUCTORES DE LA ASOCIACIÓN AGROARTESANAL WIÑAK”

Fecha de Examinación: 19 de julio 2017

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendariz Puente PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Julio César Moyano Alulema TUTOR			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de titulación que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Nix Santiago Gavilánez Dalgo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Nix Santiago Gavilánez Dalgo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Nix Santiago Gavilánez Dalgo
Cédula de Identidad: 150091188-6

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones entregadas día a día y por permitirme cumplir con una de mis metas.

Agradezco a mi familia Padre, Madre, Tíos, Primos, por el apoyo brindado a lo largo de mis estudios impulsándome a no decaer en el camino.

Agradezco a la mujer de mi vida Verónica y mi hija Ambar quienes han sido mi fortaleza para completar una etapa más de mi vida.

Agradezco a la ESPOCH y los docentes de la escuela de ingeniería industrial por el conocimiento adquirido en las aulas.

Nix Santiago Gavilánez Dalgo

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicó principalmente a mi madre por todo el sacrificio invertido a lo largo de mi vida, que con sus sabias palabras me han enseñado y guiado en el cumplimiento de mis metas.

A toda mi familia que siempre está pendiente de impulsarme a no decaer y seguir con mis sueños y anhelos

A mi amiga y compañera de vida Verónica que con su amor, cariño, esfuerzo y sacrificio incondicional ha sostenido las bases de vida para lograr una gran meta

A mi hija que con sus locuras alegran cada día siendo mi fuente de motivación e inspiración.

Nix Santiago Gavilánez Dalgo

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
MARCO REFERENCIAL	
1.1	Antecedentes..... 1
1.2	Planteamiento del problema 2
1.3	Justificación 2
1.4	Objetivos..... 3
1.4.1	<i>Objetivo General</i> 3
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i> 3
MARCO TEÓRICO	
2.1.	Definiciones Básicas..... 4
2.1.1.	<i>El trabajo</i> 4
2.1.2.	<i>Riesgo Laboral</i> 4
2.1.3.	<i>Peligro</i> 4
2.1.4.	<i>Condiciones de Trabajo</i> 4
2.1.5.	<i>La Salud</i> 5
2.1.6.	<i>Enfermedad profesional</i> 5
2.2.	Antecedentes históricos de la ergonomía..... 5
2.3.	Definiciones ergonómicas 6
2.3.1.	<i>ISO</i> 6
2.3.2.	<i>INSHT</i> 6
2.3.3.	<i>International Ergonomics Association</i> 6
2.4.	Áreas de Especialización 6
2.4.1.	<i>Ergonomía Física</i> 6
2.4.2.	<i>Ergonomía cognitiva</i> 7
2.4.3.	<i>Ergonomía organizacional</i> 7
2.5.	Factores..... 8
2.5.1.	<i>Factores Humanos</i> 8
2.5.2.	<i>Factores ambientales</i> 8
2.5.3.	<i>Factores objetuales</i> 8
2.6.	Relaciones dimensionales..... 9

2.6.1.	<i>La antropometría</i>	9
2.6.2.	<i>La biomecánica</i>	10
2.6.3.	<i>Medidas antropométricas</i>	10
2.7.	El sistema músculo-esquelético.....	11
2.7.1.	<i>Vertebras</i>	12
2.7.2.	<i>Trastornos musculoesqueléticos</i>	13
2.7.3.	<i>Sintomatología</i>	13
2.7.4.	<i>Causas de los trastornos musculoesqueléticos</i>	14
2.7.5.	<i>Lesiones específicas en hombros y cuello</i>	15
2.7.6.	<i>Traumatismos específicos en brazo y codo</i>	16
2.8.	Factores ergonómicos	17
2.8.1.	<i>Movimiento repetitivo</i>	17
2.8.2.	<i>Posturas forzadas</i>	17
2.8.3.	<i>Manipulación manual de cargas</i>	17
2.9.	Metodologías de evaluación ergonómica	18
2.9.1.	<i>Método REBA</i>	18
2.9.1.1.	<i>Aplicación del método REBA</i>	18
2.9.2.	<i>G-INSHT</i>	24
2.9.2.1.	<i>Aplicación del método G-INSHT</i>	25
2.10.	Herramientas manuales ergonómicas	29
2.10.1.	<i>Diseño ergonómico de herramientas</i>	30
2.11.	La cosecha del cacao	30
2.11.1.	<i>Cortar la mazorca de cacao</i>	31
2.11.2.	<i>Herramientas necesarias para la cosecha del cacao</i>	31
2.12.	Mochilas para cargas	32
2.12.1.	<i>Marcos internos</i>	32
2.12.2.	<i>Marcos externos</i>	32
2.12.3.	<i>Consideraciones</i>	33
2.12.4.	<i>Distribución del peso</i>	34
2.12.5.	<i>Características de una mochila de senderismo</i>	34
2.13.	SolidWorks Educativo	37

SITUACIÓN ACTUAL

3.1.	Información general.....	39
------	--------------------------	----

3.1.1.	<i>Reseña histórica</i>	39
3.1.2.	<i>Ubicación de la asociación</i>	39
3.1.3.	<i>Ubicación geográfica</i>	40
3.1.4.	<i>Directiva</i>	40
3.1.5.	<i>Política Ambiental</i>	40
3.1.6.	<i>Política Social</i>	41
3.1.7.	<i>Política de Género</i>	41
3.1.8.	<i>Objetivo General</i>	41
3.1.9.	<i>Misión</i>	41
3.1.10.	<i>Visión</i>	41
3.2.	<i>Descripción de trabajo</i>	42
3.2.1.	<i>Sembrío del cacao</i>	42
3.2.2.	<i>Cosecha de la mazorca</i>	42
3.2.3.	<i>Transporte del cacao</i>	43
3.3.	<i>Población de estudio</i>	44
3.3.1.	<i>Método de muestreo</i>	44
3.3.2.	<i>Calculo del tamaño de la muestra</i>	44
3.4.	<i>Formulación de la encuesta</i>	44
3.4.1.	<i>Validación de la encuesta</i>	46
3.4.2.	<i>Aplicación de la encuesta</i>	47
3.4.3.	<i>Resultados</i>	48
3.4.3.1.	<i>Genero</i>	48
3.4.3.2.	<i>Edad</i>	48
3.4.3.3.	<i>Estatura</i>	48
3.4.3.4.	<i>Peso</i>	48
3.4.3.5.	<i>Ítems</i>	49
3.5.	<i>Evaluación inicial de los factores de riesgos ergonómicos</i>	52
3.5.1.	<i>Descripción de los puestos de trabajo en estudio</i>	53
3.5.1.1.	<i>Cosecha de cacao</i>	53
3.5.1.2.	<i>Transporte de cacao</i>	54
3.5.2.	<i>Lesiones musculo esqueléticas expuestas</i>	54
3.5.2.1.	<i>Lesiones por la cosecha</i>	54
3.5.2.2.	<i>Lesiones por el transporte</i>	55
3.5.3.	<i>Descripción de la matriz</i>	55
3.5.3.1.	<i>Análisis de la matriz del Ministerio de Relaciones Laborales</i>	55

3.6.	Aplicación de metodologías ergonómicas	56
3.6.1.	<i>Evaluación del puesto cosecha</i>	56
3.6.1.1.	<i>Método REBA para la parte inferior de la planta</i>	56
3.6.1.2.	<i>Método REBA para la parte superior de la planta</i>	63
3.6.2.	<i>Evaluación del puesto transporte</i>	74
3.6.2.1.	<i>Método REBA trasportar</i>	74
3.6.2.2.	<i>Método G-INSHT en el transporte</i>	80

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

4.1.	Parámetros de diseño	86
4.1.1.	<i>Descripción antropométrica de los productores</i>	86
4.1.2.	<i>Descripción de las medidas árbol de cacao</i>	86
4.2.	Variables de Diseño.....	87
4.2.1.	<i>Materiales para el extensor cosechador</i>	87
4.2.2.	<i>Material utilizado para impresiones 3D</i>	89
4.2.3.	<i>Selección de la podadora para cacao</i>	90
4.2.4.	<i>Material del marco Backpack</i>	92
4.2.5.	<i>Conectores</i>	92
4.2.6.	<i>Material para cesta, hombreras y cinturón lumbar</i>	93
4.3.	Diseño del prototipo ergonómico	95
4.3.1.	<i>Diseño del extensor cosechador</i>	95
4.3.1.1.	<i>Tubo de aluminio</i>	95
4.3.1.2.	<i>Pieza de regulación</i>	96
4.3.1.3.	<i>Mangos de sujeción</i>	96
4.3.1.4.	<i>Apoya antebrazo</i>	97
4.3.1.5.	<i>Conjunto</i>	97
4.3.1.6.	<i>Masa de los componentes del extensor</i>	98
4.3.1.7.	<i>Análisis de fuerzas del extensor</i>	99
4.3.1.8.	<i>Análisis estático de extensor cosechador</i>	101
4.3.2.	<i>Diseño del Backpack</i>	102
4.3.2.1.	<i>Estructura de aluminio</i>	103
4.3.2.2.	<i>Cesta</i>	104
4.3.2.3.	<i>Hombreras</i>	104
4.3.2.4.	<i>Cinturón lumbar</i>	105
4.3.2.5.	<i>Apoya espalda</i>	105

4.3.2.6.	<i>Conjunto backpack</i>	106
4.3.2.7.	<i>Masa de los componentes del backpack</i>	107
4.3.2.8.	<i>Análisis estático de las fuerzas</i>	107
4.4.	Construcción de los prototipos	109
4.4.1.	<i>Construcción del extensor cosechador</i>	109
4.4.1.1.	<i>Construcción del extensor de aluminio</i>	110
4.4.1.2.	<i>Construcción de la pieza de regulación</i>	110
4.4.1.3.	<i>Construcción de los mangos de sujeción</i>	112
4.4.1.4.	<i>Construcción apoya antebrazo</i>	113
4.4.1.5.	<i>Ensamble del extensor cosechador</i>	114
4.4.2.	<i>Construcción del backpack</i>	114
4.4.2.1.	<i>Construcción de la estructura de aluminio</i>	114
4.4.2.2.	<i>Ensamble de la parte inferior</i>	116
4.4.2.3.	<i>Ensamble de la parte superior</i>	118
4.4.2.4.	<i>Ensamble completo de la estructura de aluminio</i>	118
4.4.2.5.	<i>Construcción de las hombreras</i>	119
4.4.2.6.	<i>Construcción del cinturón lumbar</i>	120
4.4.2.7.	<i>Construcción de la cesta</i>	121
4.4.2.8.	<i>Construcción del apoya espalda</i>	121
4.4.2.9.	<i>Ensamble completo del backpack</i>	122
4.5.	Pruebas.....	122
4.5.1.	<i>Pruebas del extensor cosechador</i>	122
4.5.2.	<i>Pruebas del backpack</i>	123
4.5.3.	<i>Capacitación a los agricultores</i>	124
4.5.3.1.	Manipulación Manual de Cargas	125
4.5.3.2.	<i>Levantamiento de objetos</i>	125
4.5.3.3.	<i>Lesiones musculo esqueléticas</i>	126
4.5.4.	<i>Uso correcto de los prototipos</i>	127
4.5.4.1.	<i>Pasos para el uso del extensor cosechador</i>	127
4.5.4.2.	<i>Pasos para el uso correcto del backpack final</i>	127
4.5.5.	<i>Evaluación ergonómica final</i>	128
4.5.5.1.	<i>Método REBA cosecha de la parte inferior de la planta</i>	128
4.5.5.2.	<i>Método REBA utilizando el prototipo extensor cosechador</i>	134
4.5.5.3.	<i>Método REBA con el backpack final</i>	144
4.5.5.4.	Método G-INSHT con el backpack final.....	150
4.6.	Resultados.....	155

4.6.1.	<i>Comparación de la evaluación REBA cosecha inferior</i>	155
4.6.2.	<i>Comparación de la evaluación REBA cosecha superior</i>	155
4.6.3.	<i>Comparación de cosechadores</i>	156
4.6.4.	<i>Comparación evaluación REBA al transportar</i>	156
4.6.5.	<i>Comparación del método G-INSHT transporte</i>	157
4.6.6.	<i>Comparación de cesta y backpack final</i>	157

ESTUDIO DE COSTOS

5.1.	Costos directos.....	159
5.2.	Costos indirectos.....	160

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES	161
6.2	RECOMENDACIONES.....	162

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2: Componentes de los factores	9
Tabla 2-2: Medidas antropométricas.....	11
Tabla 3-2: Factores que causan TME	14
Tabla 4-2: Factor de corrección de la población protegida.....	26
Tabla 5-2: Factor de Corrección de Desplazamiento Vertical de la Carga	26
Tabla 6-2: Factor de Corrección de Giro del Tronco.....	27
Tabla 7-2: Factor de corrección de agarre.....	27
Tabla 8-2: Factor de Corrección de Frecuencia de la Manipulación	28
Tabla 9-2: Peso real vs peso aceptable.....	28
Tabla 10-2: Límites de carga transportada en función de la distancia de transporte.....	29
Tabla 11-2: Longitudes de torso según el género	37
Tabla 12-3: Directiva perteneciente a la asociación	40
Tabla 13-3: Validez de los resultados.....	46
Tabla 14-3: Resultados de la validación cualitativa.....	46
Tabla 15-3: Resultados de la validación cuantitativa.....	47
Tabla 16-3: Horas de trabajo diarias	50
Tabla 17-3: Puntuación flexión del cuello cosecha inferior.....	56
Tabla 18-3: Puntuación por rotación del cuello cosecha inferior.....	57
Tabla 19-3: Puntuación flexión del tronco cosecha inferior	57
Tabla 20-3: Inclinación lateral del tronco cosecha inferior	58
Tabla 21-3: Puntuación soportes cosecha inferior	58
Tabla 22-3: Puntuación del grupo A cosecha inferior	59
Tabla 23-3: Puntuación flexión del brazo	59
Tabla 24-3: Puntuación elevación de hombros cosecha inferior	59
Tabla 25-3: Puntuación flexión del antebrazo cosecha inferior.....	60
Tabla 26-3: Puntuación de la muñeca cosecha inferior	60
Tabla 27-3: Puntuación grupo B cosecha inferior.....	61
Tabla 28-3: Puntuación carga o fuerzas cosecha inferior	61
Tabla 29-3: Puntuación a la calidad de agarre cosecha inferior.....	61
Tabla 30-3: Puntuación C cosecha inferior.....	62
Tabla 31-3: Puntuación del tipo de actividad muscular cosecha inferior	62
Tabla 32-3: Nivel de actuación cosecha inferior.....	62
Tabla 33-3: Puntuación flexión del cuello cosecha superior.....	63

Tabla 34-3: Puntuación flexión del tronco cosecha superior	63
Tabla 35-3: Puntuación soporte cosecha superior.....	64
Tabla 36-3: Puntuación Flexión de rodillas cosecha superior.....	64
Tabla 37-3: Puntuación del grupo A cosecha superior	65
Tabla 38-3: Puntuación del brazo derecho cosecha superior	65
Tabla 39-3: Puntuación brazo derecho abducido cosecha superior.....	66
Tabla 40-3: Puntuación antebrazo derecho cosecha superior	66
Tabla 41-3: Puntuación flexión de muñeca derecha cosecha superior.....	67
Tabla 42-3: Puntuación del grupo B derecho cosecha superior.....	68
Tabla 43-3: Puntuación de cargas derecho cosecha superior.....	68
Tabla 44-3: Puntuación calidad de agarre derecho cosecha superior.....	68
Tabla 45-3: Puntuación C lado derecho cosecha superior	69
Tabla 46-3: Puntuación de actividad muscular derecho cosecha superior.....	69
Tabla 47-3: Nivel de actuación lado derecho cosecha superior	69
Tabla 48-3: Puntuación flexión brazo izquierdo cosecha superior	70
Tabla 49-3: Puntuación brazo izquierdo abducido cosecha superior.....	70
Tabla 50-3: Puntuación flexión antebrazo izquierdo cosecha superior.....	71
Tabla 51-3: Puntuación flexión muñeca izquierda cosecha superior	71
Tabla 52-3: Puntuación torsión muñeca derecha cosecha superior.....	72
Tabla 53-3: Puntuación grupo B lado izquierdo cosecha superior.....	72
Tabla 54-3: Puntuación de cargas izquierdas cosecha superior	73
Tabla 55-3: Puntuación calidad de agarre izquierdo cosecha superior	73
Tabla 56-3: Puntuación C lado derecho cosecha superior	73
Tabla 57-3: Puntuación de actividad muscular cosecha superior	74
Tabla 58-3: Nivel de actuación lado izquierdo cosecha superior.....	74
Tabla 59-3: Puntuación flexión cuello transporte	75
Tabla 60-3: Puntuación flexión del tronco transporte	75
Tabla 61-3: Puntuación soporte transporte	76
Tabla 62-3: Puntuación grupo A transporte	76
Tabla 63-3: Puntuación flexión brazo transporte	77
Tabla 64-3: Puntuación flexión antebrazo transporte	77
Tabla 65-3: Puntuación flexión muñeca transporte	78
Tabla 66-3: Puntuación grupo B transporte	78
Tabla 67-3: Puntuación cargas transporte.....	78
Tabla 68-3: Puntuación calidad de agarre transporte.....	79
Tabla 69-3: Puntuación C transporte	79
Tabla 70-3: Puntuación tipo de actividad muscular transporte	79

Tabla 71-3 : Nivel de actuación transporte	80
Tabla 72-3: Peso teórico recomendado	81
Tabla 73-3: Factor de población protegida	81
Tabla 74-3: Factor de distancia vertical	82
Tabla 75-3: Factor de giro	82
Tabla 76-3: Factor de agarre	82
Tabla 77-3: Factor de Frecuencia.....	83
Tabla 78-3: Peso Real vs. Peso Aceptable	83
Tabla 79-3: Kilogramos transportados por día recomendado	84
Tabla 80-3: Riesgo de los kilogramos transportados por día recomendado.....	84
Tabla 81-3: Condiciones de manipulación cualitativa	84
Tabla 82-3: Características individuales	85
Tabla 83-4: Descripciones los perfiles de aluminio 1204 y 1205	88
Tabla 84-4: Características de la aleación 6063 T5	89
Tabla 85-4: Materiales para impresoras 3D	89
Tabla 86-4: Ponderación selección del material	90
Tabla 87-4: Propiedades del ABS.....	90
Tabla 88-4: Tipo de podadoras	91
Tabla 89-4: Ponderación de selección de podadora.....	91
Tabla 90-4: Descripciones los perfiles de aluminio 1204	92
Tabla 91-4: Propiedades del PVC.....	93
Tabla 92-4: Tipos de telas para mochilas.....	94
Tabla 93-4: Ponderación de tipos de telas	94
Tabla 94-4: Masa de los elementos del extensor cosechador.....	98
Tabla 95-4: Tamaños de torso y altura.....	103
Tabla 96-4: Masa de los componentes del backpack	107
Tabla 97-4: Lesiones musculo esqueléticas según la zona corporal	126
Tabla 98-4: Puntuación flexión del cuello cosecha inferior final	128
Tabla 99-4: Puntuación flexión del tronco cosecha inferior final.....	128
Tabla 100-4: Puntuación soportes cosecha inferior final	129
Tabla 101-4: Puntuación del grupo A cosecha inferior	130
Tabla 102-4: Puntuación flexión del brazo final	130
Tabla 103-4: Puntuación elevación de hombros cosecha inferior final	131
Tabla 104-4: Puntuación flexión del antebrazo cosecha inferior final.....	131
Tabla 105-4: Puntuación de la muñeca cosecha inferior final	132
Tabla 106-4: Puntuación grupo B cosecha inferior final	132
Tabla 107-4: Puntuación carga o fuerzas cosecha inferior final	133

Tabla 108-4: Puntuación a la calidad de agarre cosecha inferior final	133
Tabla 109-4: Puntuación C cosecha inferior final.....	133
Tabla 110-4: Puntuación del tipo de actividad muscular cosecha inferior final	134
Tabla 111-4: Nivel de actuación cosecha inferior final	134
Tabla 112-4: Puntuación flexión del cuello cosecha extensor	134
Tabla 113-4: Puntuación flexión del tronco cosecha extensor.....	135
Tabla 114-4: Puntuación soporte cosecha extensor	135
Tabla 115-4: Puntuación del grupo A cosecha extensor	136
Tabla 116-4: Puntuación del brazo derecho cosecha extensor.....	136
Tabla 117-4: Puntuación antebrazo derecho cosecha extensor	137
Tabla 118-4: Puntuación flexión de muñeca derecha cosecha extensor	137
Tabla 119-4: Puntuación del grupo B derecho cosecha extensor.....	138
Tabla 120-4: Puntuación de cargas derecho cosecha extensor	138
Tabla 121-4: Puntuación calidad de agarre derecho cosecha extensor	139
Tabla 122-4: Puntuación C derecho cosecha extensor.....	139
Tabla 123-4: Puntuación de actividad muscular derecho cosecha extensor	139
Tabla 124-4: Nivel de actuación lado derecho cosecha extensor.....	140
Tabla 125-4: Puntuación flexión brazo izquierdo cosecha extensor.....	140
Tabla 126-4: Puntuación flexión antebrazo izquierdo cosecha extensor	141
Tabla 127-4: Puntuación flexión muñeca izquierda cosecha extensor	141
Tabla 128-4: Puntuación grupo B lado izquierdo cosecha extensor	142
Tabla 129-4: Puntuación de cargas izquierdo cosecha extensor	142
Tabla 130-4: Puntuación calidad de agarre izquierdo cosecha extensor.....	142
Tabla 131-4: Puntuación C lado izquierdo cosecha extensor	143
Tabla 132-4: Puntuación de actividad muscular cosecha extensor	143
Tabla 133-4: Nivel de actuación lado izquierdo cosecha extensor	143
Tabla 134-4: Puntuación flexión cuello con el backpack final	144
Tabla 135-4: Puntuación flexión del tronco con el backpack final.....	144
Tabla 136-4: Puntuación soporte con el backpack final	145
Tabla 137-4: Puntuación grupo A con el backpack final.....	146
Tabla 138-4: Puntuación flexión brazo con el backpack final.....	146
Tabla 139-4: Puntuación flexión antebrazo con el backpack final	146
Tabla 140-4: Puntuación flexión muñeca con el backpack final	147
Tabla 141-4: Puntuación grupo B con el backpack final	148
Tabla 142-4: Puntuación cargas con el backpack final.....	148
Tabla 143-4: Puntuación calidad de agarre con el backpack final.....	148
Tabla 144-4: Puntuación C con el backpack final	149

Tabla 145-4: Puntuación tipo de actividad muscular con el backpack final.....	149
Tabla 146-4: Nivel de actuación con el backpack final	149
Tabla 147-4: Peso teórico recomendado con el backpack final	151
Tabla 148-4: Factor de población protegida con el backpack final	151
Tabla 149-4: Factor de distancia vertical con el backpack final	151
Tabla 150-4: Factor de giro con el backpack final.....	151
Tabla 151-4: Factor de agarre con el backpack final	152
Tabla 152-4: Factor de Frecuencia con el backpack final.....	152
Tabla 153-4: Peso Real vs. Peso Aceptable con el backpack final	152
Tabla 154-4: Kilogramos por día recomendado con el backpack final.....	153
Tabla 155-4: Riesgo de los kilogramos por día recomendado con el backpack final	153
Tabla 156-4: Condiciones de manipulación cualitativa con el backpack final	154
Tabla 157-4: Características individuales con el backpack final	154
Tabla 158-4: Comparación de la cosecha aplicando método REBA cosecha inferior	155
Tabla 159-4: Comparación de la cosecha método REBA cosecha superior	155
Tabla 160-4: Comparación de cosechadores.....	156
Tabla 161-4: Comparación de la cosecha aplicando método REBA	157
Tabla 162-4: Comparación del transporte aplicando método G-INSHT	157
Tabla 163-4: Comparación de cestas	158
Tabla 164-5: Costos directos del extensor cosechador	159
Tabla 165-5: Costos directos del Backpack final.....	160
Tabla 166-5: Costos indirectos	160

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2: Ergonomía física	7
Figura 2-2: Ergonomía cognitiva.....	7
Figura 3-2: Ergonomía organizacional	8
Figura 4-2: Tipos de estructurales de las personas	9
Figura 5-2: Biomecánica humana	10
Figura 6-2: Dimensiones antropométricas.....	10
Figura 7-2: Sistema musculo esquelético	12
Figura 8-2: Vertebras	13
Figura 9-2: Trastornos musculo esqueléticos	13
Figura 10-2: Traumatismos en hombros y cuello	15
Figura 11-2 : Traumatismos en brazo y codo.....	16
Figura 12-2: Puntuaciones del tronco	19
Figura 13-2: Puntuaciones del inclinación o rotación del tronco.....	19
Figura 14-2: Puntuaciones del cuello.....	19
Figura 15-2: Puntuación rotación o inclinación de la cabeza.....	19
Figura 16-2: Puntuación distribución del peso	20
Figura 17-2: Puntuación si existe flexión de una o ambas rodillas	20
Figura 18-2: Puntuaciones brazo	21
Figura 19-2: Puntuaciones si el brazo esta elevado, abducido o rotado	21
Figura 20-2: Puntuaciones del antebrazo.....	21
Figura 21-2: Puntuaciones de la muñeca	22
Figura 22-2: Puntuaciones desviación radial o cubital de la muñeca	22
Figura 23-2: Puntuación total del Grupo A.....	22
Figura 24-2: Puntuación total del grupo B.....	22
Figura 25-2: Fuerzas ejercidas.....	23
Figura 26-2: Puntuación de la calidad de agarre.....	23
Figura 27-2: Puntuación C.....	24
Figura 28-2: Puntuaciones del tipo de actividad.....	24
Figura 29-2: Nivel de actuación.....	24
Figura 30-2: Peso teórico recomendado	25
Figura 31-2: Medición del giro del tronco.....	27
Figura 32-2: Clasificación de las herramientas manuales.....	29
Figura 33-2: Cacao cosechado	30

Figura 34-2: Forma de cosechar el cacao	31
Figura 35-2: Herramienta para cosechar el cacao en altura.....	31
Figura 36-2: Mochila de marcos internos	32
Figura 37-2: Mochilas de marco exterior	33
Figura 38-2: Centro de gravedad en distribución de cargas.....	34
Figura 39-2: Distribución de cargas en el cinturón lumbar	35
Figura 40-2: Tamaños correctos de hombreras.....	35
Figura 41-2: Cintas de ajuste para hombreras y cinturón	36
Figura 42-2: Respaldo de mochilas	36
Figura 43-2: Diferencias de longitud de la espalda	37
Figura 44-3: Ubicación geográfica	40
Figura 45-3: Agricultores sembrando el cacao	42
Figura 46-3: Cosecha de la mazorca de cacao	42
Figura 47-3: Cosecha de la mazorca con palanca	43
Figura 48-3: Transporte de la mazorca de cacao	43
Figura 49-3: Reunión de las mazorcas.....	43
Figura 50-3: Aplicación de la encuesta a agricultores	48
Figura 51-3: Transporte de la palanca de guadua	53
Figura 52-3: Palanca de guadua.....	53
Figura 53-3: Cosecha de mazorca de cacao parte inferior	53
Figura 54-3: Transporte con la canasta de totora.....	54
Figura 55-3: Flexión del cuello cosecha inferior	56
Figura 56-3: Rotación del cuello cosecha inferior.....	57
Figura 57-3: Flexión del tronco cosecha inferior.....	57
Figura 58-3: Inclinación lateral del tronco cosecha inferior.....	58
Figura 59-3: Soporte bilateral cosecha inferior	58
Figura 60-3: Flexión brazo cosecha inferior.....	59
Figura 61-3: Brazo abducido cosecha inferior.....	60
Figura 62-3: Flexión del antebrazo cosecha inferior	60
Figura 63-3: Muñeca en posición neutra	61
Figura 64-3: Flexión del cuello cosecha superior.....	63
Figura 65-3: Flexión del tronco cosecha superior.....	64
Figura 66-3: Soporte unilateral cosecha superior	64
Figura 67-3: Flexión rodilla cosecha superior	65
Figura 68-3: Flexión del brazo derecho cosecha superior	66
Figura 69-3: Brazo derecho abducido cosecha superior	66
Figura 70-3: Antebrazo derecho cosecha superior.....	67

Figura 71-3: Posición neutra de muñeca derecha cosecha superior.....	67
Figura 72-3: Flexión brazo izquierdo cosecha superior.....	70
Figura 73-3: Brazo izquierdo abducido cosecha superior.....	71
Figura 74-3: Flexión antebrazo izquierdo cosecha superior.....	71
Figura 75-3: Flexión muñeca izquierda cosecha superior.....	72
Figura 76-3: Torsión muñeca derecha cosecha superior.....	72
Figura 77-3: Flexión cuello transporte.....	75
Figura 78-3: Flexión del tronco transporte.....	75
Figura 79-3: Soporte bilateral transporte.....	76
Figura 80-3: Flexión brazo transporte.....	77
Figura 81-3: Flexión antebrazo transporte.....	77
Figura 82-3: Flexión muñeca transporte.....	78
Figura 83-3: Postura cuando transporta la carga.....	80
Figura 84-3: Peso teórico recomendado.....	81
Figura 85-4: Medidas antropométricas de los segmentos del cuerpo.....	86
Figura 86-4: Altura recomendado de la planta de cacao.....	86
Figura 87-4: Perfil de aluminio 1204 Cedal.....	87
Figura 88-4: Perfil de aluminio 1205 Cedal.....	88
Figura 89-4: Porcentajes de la composición química aleación 6063.....	88
Figura 90-4: Podadora desjarretadera.....	92
Figura 91-4: Codo de presión 90° 3/4.....	93
Figura 92-4: Tee de presión reducida 3/4.....	93
Figura 93-4: Tela poliéster.....	94
Figura 94-4: Diseño del perfil 1204.....	95
Figura 95-4: diseño de perfil 1205.....	96
Figura 96-4: Diseño pieza de regulación.....	96
Figura 97-4: Diseño mango de sujeción.....	97
Figura 98-4: Diseño apoya antebrazo.....	97
Figura 99-4: Diseño extensor cosechador extendido.....	97
Figura 100-4: Diseño extensor cosechador contraído.....	98
Figura 101-4: Medidas del diseño del extensor cosechador.....	98
Figura 102-4: Diagrama de fuerzas extensor cosechador.....	99
Figura 103-4: Diagrama de fuerzas extensor contraído.....	100
Figura 104-4: Análisis estático extensor cosechador.....	101
Figura 105-4: Tensión de Von Mises extensor cosechador.....	101
Figura 106-4: Deformación del material extensor cosechador.....	102
Figura 107-4: Factor de seguridad extensor cosechador.....	102

Figura 108-4: Ángulos de curvatura de espalda	103
Figura 109-4: Diseño de la estructura de aluminio.....	103
Figura 110-4: Diseño de la cesta.....	104
Figura 111-4: Diseño de hombreras.....	104
Figura 112-4: Diseño del cinturón lumbar.....	105
Figura 113-4: Apoya espalda	105
Figura 114-4: Diseño del backpack	106
Figura 115-4: Medidas del diseño del backpack.....	106
Figura 116-4: Análisis estático del backpack	107
Figura 117-4: Tensión de Von Mises backpack.....	108
Figura 118-4: Deformación del material backpack	108
Figura 119-4: Factor de seguridad backpack	109
Figura 120-4: Centro de gravedad backpack	109
Figura 121-4: Perfiles de aluminio 1204 y 1205	110
Figura 122-4: Pieza de regulación impresa.....	110
Figura 123-4: Tornillo y tuerca M8.....	111
Figura 124-4: Perno de sujeción de liberación rápida	111
Figura 125-4: Conjunto de Pieza de regulación.....	111
Figura 126-4: Base del mango de sujeción impresa en ABS.....	112
Figura 127-4: Perno de sujeción de liberación rápida mango.....	112
Figura 128-4: Empuñadura de goma	113
Figura 129-4: Mangos de sujeción.....	113
Figura 130-4: Apoya Antebrazo	114
Figura 131-4: Ensamble del extensor cosechador.....	114
Figura 132-4: Perfiles doblados	115
Figura 133-4: Perfiles en forma de arco	115
Figura 134-4: Tubo de acero negro.....	115
Figura 135-4: Botón clip.....	116
Figura 136-4: Conectores PVC.....	116
Figura 137-4: Ensamble de la parte inferior	116
Figura 138-4: Perfiles de aluminio 1204 de 330mm y 380mm	117
Figura 139-4: Perfil 1204 en forma de arco.....	117
Figura 140-4: Perfiles 1204 con agujeros	117
Figura 141-4: Conectores PVC de 3/4	118
Figura 142-4: Ensamble de parte superior.....	118
Figura 143-4: Ensamble de la estructura de aluminio	119
Figura 144-4: Construcción de hombreras.....	119

Figura 145-4: Hebillas regulables para el pecho.....	120
Figura 146-4: Reatas con ojales y perno.....	120
Figura 147-4: Cinturón lumbar	120
Figura 148-4: Cesta de poliéster	121
Figura 149-4: Apoya espalda.....	121
Figura 150-4: Ensamble del backpack.....	122
Figura 151-4: Desplazamiento alturas de espalda	122
Figura 152-4: Pieza impresa al 60% de relleno	123
Figura 153-4: Apoya antebrazo modificado	123
Figura 154-4: Prototipo backpack.....	124
Figura 155-4: Prototipo Backpack final.....	124
Figura 156-4: Capacitación a los agricultores	125
Figura 157-4: Flexión del cuello cosecha inferior final.....	128
Figura 158-4: Flexión del tronco cosecha inferior.....	129
Figura 159-4: Soporte bilateral cosecha inferior final	129
Figura 160-4: Flexión brazo cosecha inferior final.....	130
Figura 161-4: Brazo abducido cosecha inferior final	131
Figura 162-4: Flexión del antebrazo cosecha inferior final	131
Figura 163-4: Muñeca en posición neutra final	132
Figura 164-4: Flexión del cuello cosecha extensor.....	135
Figura 165-4: Flexión del tronco cosecha extensor	135
Figura 166-4: Soporte bilateral cosecha extensor.....	136
Figura 167-4: Flexión del brazo derecho cosecha extensor.....	137
Figura 168-4: Antebrazo derecho cosecha extensor	137
Figura 169-4: Posición neutra de muñeca derecha cosecha extensor	138
Figura 170-4: Flexión brazo izquierdo cosecha extensor	140
Figura 171-4: Flexión antebrazo izquierdo cosecha extensor.....	141
Figura 172-4: Flexión muñeca izquierda cosecha extensor.....	141
Figura 173-4: Flexión cuello con el backpack final.....	144
Figura 174-4: Flexión del tronco con el backpack final	145
Figura 175-4: Soporte bilateral con el backpack final	145
Figura 176-4: Flexión brazo con el backpack final	146
Figura 177-4: Flexión antebrazo con el backpack final.....	147
Figura 178-4: Flexión muñeca con el backpack final	147
Figura 179-4: Postura transportando la carga con backpack final	150
Figura 180-4: Peso teórico recomendado backpack final	150
Figura 181-4: Longitud de la palanca y extensor cosechado.....	156

Figura 182-4: Transporte con cesta de totora	158
Figura 183-4: Transporte con backpack final	158

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1-3: Porcentaje de géneros.....	48
Gráfico 2-3: Porcentaje ítem 1	49
Gráfico 3-3: Porcentaje ítem 2	49
Gráfico 4-3: Porcentaje de ítem 3	50
Gráfico 5-3: Porcentaje del ítem 4	50
Gráfico 6-3: Porcentaje del ítem 6.....	51
Gráfico 7-3: Porcentaje del ítem 7.....	51
Gráfico 8-3: Partes del cuerpo con dolencias.....	52
Gráfico 9-3: Resultado del ítem 8.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

INSHT	Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo
AIE	Asociación Internacional de Ergonomía (International Ergonomics Association)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
TME	Trastornos Músculo Esqueléticos
REBA	(Rapid Entire Body Assessment)
G-INSHT	(Guía para la manipulación manual de carga del INSHT)
CAD	Dibujo Asistido por Computadora
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ABS	(Acrilonitrilo butadieno estireno)
PLA	(Ácido poliláctico)
PVC	Polivinilo Clorado
FDS	Factor de Seguridad
MRL	Ministerio de Relaciones Laborales

TABLA DE ANEXOS

Anexo A: Matriz MRL Cosecha

Anexo B: Matriz MRL Transporte

Anexo C: Planos

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la evaluación de riesgos ergonómicos y diseño de un prototipo para la cosecha y transporte de la mazorca de cacao, reduciendo la exposición a lesiones músculo esqueléticas en agricultores de la asociación agroartesanal wiñak, en el cantón Archidona, provincia de Napo. Inicialmente se identifica la situación actual aplicando una encuesta, con la ayuda de la matriz del Ministerio de relaciones laborales, y metodologías ergonómicas como REBA (Rapid Entire Body Assessment) y G-INSHT (Guía para la manipulación manual de carga del INSHT), dando como resultado la falta de conocimiento acerca de la forma de trabajo adecuada, las lesiones musculo esqueléticas y los riesgos ergonómicos como sobre esfuerzos, posturas forzadas y manipulación manual de cargas a los cuales están expuestos los agricultores. Tomando como referencia dichos resultados se realizar la modelación de los prototipos con la ayuda de software Solidworks educativo, que permite el diseño 3D y simulación estática de fuerzas, luego del diseño se construyen los prototipos denominados extensor cosechador y backpack, especificando características de diseño y materiales utilizados que tengan como finalidad mejorar las condiciones de trabajo. Finalmente se realiza una capacitación a las personas expuestas sobre posturas correctas de trabajo, cargas máximas recomendada y sobre el uso de los prototipos, se ejecuta una nueva evaluación ergonómica de los puestos verificando con eficacia que las mejoras implementadas cumplen con el objetivo de reducir la exposición a lesiones músculos esqueléticas, invitando a mantener una capacitación adecuada a los nuevos miembros que ingresen a la asociación.

PALABRAS CLAVE: <RIESGOS ERGONÓMICOS>, <LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS>, <MAZORCA (Theobroma cacao)>, <SOLIDWORKS EDUCATIVO (SOFTWARE)>, <SIMULACIÓN ESTÁTICA>, <MODELADO 3D>, <AGRICULTORES>, <PROTOTIPO PARA COSECHA Y TRANSPORTE>, <CARGAS MÁXIMAS>, <POSTURAS FFORZADAS>

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the ergonomic risks and design of a prototype for the harvesting and transport of the cocoa cob, reducing the exposure to muscle-skeletal injuries in farmers of Agro Art Wiñak Association in Archidona Canton, Napo Province. Initially, the current situation is identified applying a survey with the help of the Ministry of Labor Relations Matrix and ergonomic methodologies such as REBA (Rapid Entire Body Assessment) and G-INSHT (Guide for Manual Handling of INSHT), resulting in a lack of knowledge about the proper work, the muscle - skeletal injuries and the ergonomic risks such as stress, awkward postures and the manual manipulation of loads which farmers are exposed. Taking these results as a reference; modeling of prototypes are done with the help of Solidworks Educational Software, which allows 3D design and static force simulation. After designing the prototypes were called extensor harvester and backpack specifying design characteristics and materials used to improve working conditions. Finally, training is given to exposed people on correct work positions, maximum recommended loads and the use of prototypes. A new ergonomic evaluation of the posts are carried out verifying with effectively that the improvements implemented comply with the objective of reducing the exposure to muscle - skeletal injuries, inviting to maintain an adequate training to the new members who join to the association.

KEYWORDS: <ERGONOMIC RISKS>, <MUSCLE - SKELETAL INJURIES>, <COB (Theobroma cocoa)>, <SOLIDWORKS EDUCATIONAL (SOFTWARE)>, <STATIC SIMULATION>, <3D MODELING>, <FARMERS>, <PROTOTYPE FOR HARVESTING AND TRANSPORTATION>, <MAXIMUM LOADS>, <AWKWARD POSTURES >.

INTRODUCCIÓN

La ergonomía en el Ecuador es un tema de interés en las empresas, ya que en la actualidad se busca salvaguardar la seguridad, el bienestar y la salud del factor humano, reduciendo lesiones, evitando enfermedades profesionales, mejorando las condiciones del entorno laboral, aumentando así la eficiencia y productividad, creando un entorno positivo para los trabajadores.

Observando la importancia de estudiar el confort en los agricultores en el presente trabajo se realiza un análisis ergonómico, diseño y construcción de un prototipo que mejore las condiciones de trabajo en agricultores de la asociación agroartesanal wiñak

Debido al trabajo que realizan los productores bajo el sistema tradicional de cultivo (chacra), donde realizan la cosecha del cacao, al momento de transportar utilizan canastas fabricadas por los mismos agricultores, las cuales no son de un material muy resistente, donde son sujetadas a la frente o el cuello distribuyendo incorrectamente la carga de la cosecha en secciones del cuerpo que producen lesiones musculoesqueléticas, ya que su peso no se encuentra bien distribuido a nivel corporal, de igual forma para la cosecha, por la altura donde crecen las mazorcas, deben utilizar una palanca de caña guadua, la cual no tiene el peso, el tamaño ni la comodidad adecuada para su manipulación.

Con dichos antecedentes se analiza factores necesarios para un correcto diseño, y fabricación de un prototipo para la cosecha que sea fácil de manipular, tenga un peso correcto, con materiales resistentes, y también un prototipo de transporte, elaborado de aluminio y poliéster, que tenga una correcta distribución de las cargas de la mazorca de cacao.

Y finalmente se comprueba la factibilidad de estos prototipos con pruebas de campo, los cuales mejoran las condiciones de trabajo, permitiendo la disminución de las lesiones musculoesqueléticas, aumentando la eficiencia y el confort de los agricultores expuestos.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

El cacao es una de las frutas tropicales, sus cultivos se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonia. Es un árbol con flores pequeñas que se observan en las ramas y producen una mazorca que contiene granos cubiertos de una pulpa rica en azúcar.

A lo largo de la historia el consumo de cacao por el hombre inicio en los pueblos toltecas, aztecas y mayas en el continente Americano hace más de 2000 años. Sin embargo en la Amazonia Ecuatoriana ya se consumía este fruto hace más de 5000 años. También con la llegada de los españoles este grano era utilizado como moneda y como bebida que a su vez fue llevada a Europa para producir el primer chocolate a nivel mundial.

En la región Amazónica, provincia de Napo, se generó la participación del gobierno nacional enfocando proyectos culturales comunitarios en el cantón Archidona, gracias a las bondades del clima y suelo de la zona para la producción agropecuaria del cacao fino de aroma (nacional), siendo este tipo de cacao el más apetecidos a nivel mundial.

Gracias a estos proyectos y la oferta de los pequeños agricultores de la zona se crea la Asociación Agroartesanal Wiñak, ubicada en la provincia de Napo, cantón Archidona, Barrio San Agustín (vía balneario Sinchi Sacha), con una infraestructura para el acopio y post cosecha, en donde se brindan capacitaciones, asistencia y asesoría técnica, con la finalidad de mejorar la economía de los socios constituidos legalmente.

La Asociación brinda a los pequeños productores de la localidad; capacitación, asistencia técnica y micro créditos productivos. Para el cultivo los productores utilizan ancestralmente el sistema tradicional llamado (chacra). La Asociación está constituida por 257 socios de las cuales 81 de ellos son participantes activa en el proceso de cultivo y transporte realizado por las mujeres Kichwas.

1.2 Planteamiento del problema

La ergonomía a nivel internacional es un tema de mucho interés ya que se han creado asociaciones internacionales encargadas de regularizar las condiciones de los trabajadores, en la asociación agroartesanal Wiñak no existe un interés en el estudio de los factores que afectan a la integridad física de los productores y socios como son las herramientas utilizadas para la cosecha y el manejo manual de cargas en el transporte del cacao.

La problemática se origina ancestralmente en los pueblos indígenas ya que sus conocimientos y costumbres de cultivo, cosecha y transporte de frutos han pasado de generación en generación, que en la actualidad sigue siendo practicado por nativos de la zona amazónica, por lo que los productores de la asociación que en su mayoría son mujeres utilizan el sistema tradicional de cultivo llamado chacra.

De lo antes mencionado se ha visto la necesidad de evaluar los riesgos ergonómicos que están expuestos los productores al momento de la cosecha y transporte de cacao, por este motivo se plantea el diseño y construcción un prototipo que mejore las condiciones de los trabajadores reduciendo la exposición a lesiones musculo esqueléticas a las que están expuestos los productores de la asociación agroartesanal wiñak.

1.3 Justificación

Los artesanos agricultores de cacao trabajan bajo el sistema tradicional de cultivo llamado chacra, los cuales están afectados 81 socios que en su gran mayoría son mujeres quienes están más expuestas a lesiones, por la forma de cultivo y por la forma de su transportación.

La planta de cacao al tener una madures alcanza granes alturas, agricultores deben subir a la mata o utilizar un palo de guadua que son pesados, incomodos de manipular y difíciles de ejercer presión para cortar la mazorca para su cosecha. Después de cosechar se traslada la mazorca pero la distribución de la carga al ser transportada no es realizada adecuadamente, esto se produce porque la carga es apoyada en la espalda y se sujeta con un faja en secciones del cuerpo como la cabeza o cuello ocasionando incomodidad,

lesiones, molestias, en los agricultores de la zona. Estas actividades presentan un gran riesgo para su salud, gracias al estudio ergonómico realizado se ha evaluado la gravedad de estos problemas y con el uso de software se ejecuta el molde y el diseño de una garrocha y una mochila con las características estudiadas, luego se procederá a realizar estos prototipos utilizando materiales resistentes y duraderos a fin de minimizar los riesgos ergonómicos y lesiones, mejorando la producción y comodidad en los agricultores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Realizar el diseño, fabricación y pruebas de un prototipo para la cosecha y traslado de la mazorca de cacao reduciendo la exposición a lesiones musculoesqueléticas en la asociación agroartesanal WIÑAK aplicando un método de evaluación ergonómica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar la situación actual de los agricultores expuestos a lesiones musculoesqueléticas en la cosecha y transporte de la mazorca del cacao
- Realizar la evaluación ergonómica aplicando matriz MRL (Ministerio de relaciones laborales), y metodologías como REBA (Evaluación de posturas forzadas), G-INSHT (Guía para el levantamiento de carga del INSHT).
- Diseñar y construir los prototipos para la cosecha y el transporte de la mazorca de cacao.
- Analizar los riesgos ergonómicos utilizando el prototipo para la cosecha y el transporte de la mazorca de cacao comprobando la disminución de lesiones expuestas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones Básicas

2.1.1. El trabajo

Actividad vinculada a la vida humana como una necesidad, donde se utilizan recursos en la transformación y generación de bienes o servicios para satisfacer necesidades. Se caracteriza por el uso de fuerza laboral y tecnologías para su desarrollo. (Soto, 2003)

2.1.2. Riesgo Laboral

La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo, entendiendo que son las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo. (Cañada Clé, y otros, 2009)

2.1.3. Peligro

Se denomina a una fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o a una combinación de ambos. Situación en la que existe la posibilidad, amenaza u ocasión de que ocurra una desgracia o un contratiempo (Cañada Clé, y otros, 2009)

2.1.4. Condiciones de Trabajo

Expresan las relaciones del trabajador con su medio de trabajo, definen una tarea concreta y el entorno en el que ésta se desempeña. Cuando estas variables definen las condiciones físicas, químicas o biológicas del medio de trabajo, hablamos del área de higiene industrial. (Baraza Sánchez, Castejón Vilella, & Guardino Solà, 2014)

2.1.5. La Salud

Aspecto fundamental para definir el estado físico y mental de las personas respecto a sus niveles de conformidad y ausencia de enfermedades en su entorno. Se encarga de tratar los efectos crónicos producidos por los riesgos. (Asfahl, 2000)

2.1.6. Enfermedad profesional

Situación que puede afectar el estado de bienestar del trabajador producida por una actividad desarrollada bajo mínimos estándares de seguridad. Se deriva en daños a la salud por efectos del trabajo, en general son el resultado de varios factores de riesgo. (Parra, 2003)

2.2. Antecedentes históricos de la ergonomía

De las técnicas aplicadas a la Prevención de Riesgos Laborales, actualmente se está utilizando la Ergonomía como técnica multidisciplinar dedicada a examinar las condiciones de trabajo con el fin de lograr la mejor armonía posible entre el hombre y el entorno laboral, consiguiendo también unas condiciones óptimas de confort y eficacia productiva. (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000)

La Ergonomía como ciencia no surge espontáneamente sino que ha sido el fruto de una larga evolución, desarrollándose mediante el análisis de situaciones de trabajo, buscando una adaptación del puesto de trabajo y el ambiente que lo rodea al hombre que ejecuta un trabajo. (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000)

En el proceso de formación de la Ergonomía, cabe destacar que los métodos habituales fueron los de Análisis del Trabajo, es decir, procedimientos basados en observaciones más o menos sistematizadas que permiten adoptar decisiones de aplicación en función de una serie de reglas y recomendaciones empíricas basadas en una lógica natural. (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000)

2.3. Definiciones ergonómicas

2.3.1. ISO

Disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema (COMITE TECNICO ISO/TC 159, 2011)

2.3.2. INSHT

La Ergonomía es una disciplina que tiene en consideración factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales, pero, con un enfoque “holístico”, en el que cada uno de estos factores no son analizados aisladamente, sino en su interacción con los demás. (INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

2.3.3. International Ergonomics Association

La ergonomía ayuda a armonizar las cosas que interactúan con las personas en términos de necesidades, capacidades y limitaciones de las personas. (AIE International Ergonomics Association, 2017)

2.4. Áreas de Especialización

2.4.1. Ergonomía Física

Se ocupa del hombre que se relaciona con la actividad física como son las posturas de trabajo, manejo de materiales, movimientos repetitivos, trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo, lugar de trabajo de, seguridad y salud. (AIE International Ergonomics Association, 2017)



Figura 1-2: Ergonomía física

Fuente: (AIE International Ergonomics Association, 2017)

2.4.2. Ergonomía cognitiva

Es aquella en que los procesos mentales, tales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta del motor, ya que afectan a las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema. Con temas como toma de decisiones, la interacción humano-computadora, la fiabilidad humana. (AIE International Ergonomics Association, 2017)

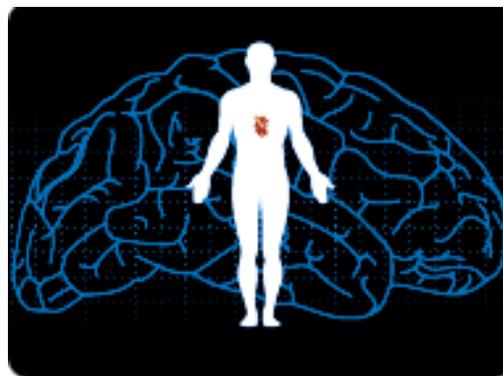


Figura 2-2: Ergonomía cognitiva

Fuente: (AIE International Ergonomics Association, 2017)

2.4.3. Ergonomía organizacional

Se refiere a la optimización de los sistemas socio-técnicos, incluyendo sus estructuras organizativas, políticas y procesos. Con temas como la comunicación, gestión de recursos humanos, diseño de tareas, horarios de trabajo, trabajo en equipo, diseño participativo, ergonomía comunitaria. (AIE International Ergonomics Association, 2017)

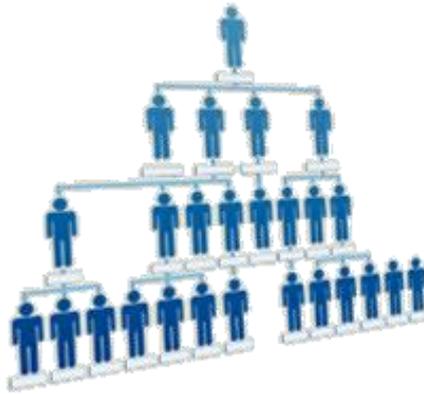


Figura 3-2: *Ergonomía organizacional*
Fuente: (AIE International Ergonomics Association, 2017)

2.5. Factores

2.5.1. Factores Humanos

Es el ser humano como un sistema complejo con características y necesidades físicas, psicológicas y sociales propias del ser humano al influir con el entorno que lo rodea, que puede ser el trabajo, el hogar, la sociedad, entre otros que influyen en las tareas diarias. (Flores, 2001)

2.5.2. Factores ambientales

Analizan las características físicas, naturales y artificiales en un espacio físico definido, que puede ser cualquier espacio natural o artificial donde el usuario realiza sus actividades; es decir, primero analizamos al usuario en sí mismo y luego realizamos la crítica y evaluación del entorno en que está inmerso, desde donde se emiten estímulos continuos. (Flores, 2001)

2.5.3. Factores objetuales

Analizan todas las características formales propias de los objetos, definidas por medio del proceso de diseño industrial, y tienen como base los parámetros dictados por los factores anteriores. (Flores, 2001)

<i>Factores humanos</i>	<i>Factores ambientales</i>	<i>Factores objetuales</i>
Anatomofisiológico	temperatura humedad	forma
Antropométrico	ventilación	volumen
Psicológico	iluminación color	peso
Sociocultural	ruido y sonido	dimensiones
	vibración contaminación	material
		acabado
		color

Tabla 1-2: Componentes de los factores

Fuente: (Flores, 2001)

2.6. Relaciones dimensionales

2.6.1. La antropometría

Es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999). Cuando hablamos de antropometría acostumbramos a diferenciar la antropometría estática, que mide las diferencias estructurales del cuerpo humano, en diferentes posiciones, sin movimiento y de la antropometría dinámica. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

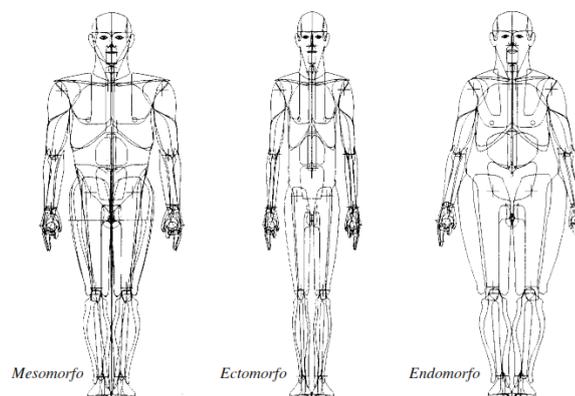


Figura 4-2: Tipos de estructurales de las personas

Fuente: (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

2.6.2. La biomecánica

Aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica. La búsqueda de la adaptación física, o interfaz, entre el cuerpo humano en actividad y los diversos componentes del espacio que lo rodean, es la esencia a la que pretende responder la antropometría. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

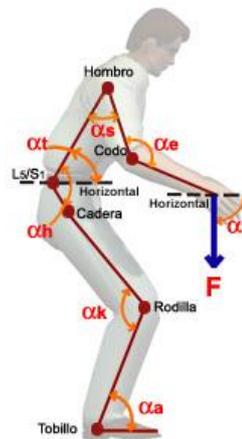


Figura 5-2: Biomecánica humana
Fuente: (Diego Mas, 2015)

2.6.3. Medidas antropométricas

Las medidas de la población dependerán de la aplicación funcional que le queramos dar a las mismas; partiendo del diseño de lugares de trabajo existe un número mínimo de dimensiones relevantes que debemos conocer. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

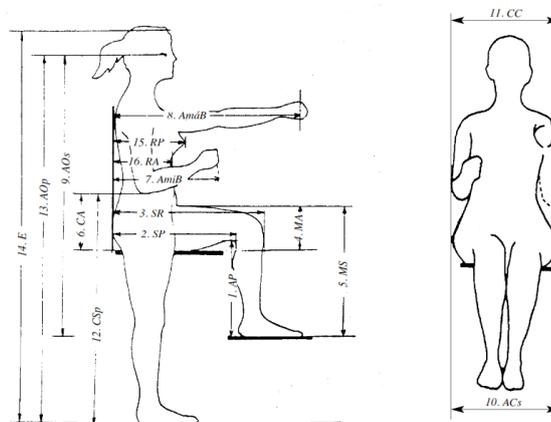


Figura 6-2: Dimensiones antropométricas
Fuente: (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

Posición sentado	Posición de pie
(AP) Altura poplítea	(E) Estatura
(SP) Distancia sacro-poplítea	(CSp) Altura de codos de pie
(SR) Distancia sacro-rótula	(AOp) Altura de ojos de pie
(MA) Altura de muslo desde el asiento	(Anhh) Ancho de hombro a hombro
(MS) Altura del muslo desde el suelo	
(CA) Altura del codo desde el asiento	
(AmínB) Alcance mínimo del brazo	
(AmáxB) Alcance máximo del brazo	
(AOs) Altura de los ojos desde el suelo	
(ACs) Anchura de caderas sentado	
(CC) Anchura de codo a codo	
(RP) Distancia respaldo-pecho	
(RA) Distancia respaldo-abdomen	

Tabla 2-2: Medidas antropométricas
Fuente: (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

2.7. El sistema músculo-esquelético

El sistema músculo-esquelético está compuesto por los músculos, los tendones y los huesos. Su función es efectuar los movimientos y esfuerzos. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)

Es importante el hecho de que el trabajo puede modificar el cuerpo; tanto los músculos como los huesos a relativamente largo plazo pueden cambiar sus estructuras para adaptarse a las necesidades de la actividad del individuo. (Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999)



Figura 7-2: Sistema musculo esquelético
Fuente: (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.7.1. Vertebras

Las vértebras son una serie de anillos colocados sobre todo de manera que el orificio central de cada una se corresponda con el del superior y el del inferior, la articulación que se interpone entre una vértebra y la vértebra siguiente permite la movilidad de toda la columna vertebral, garantizando a ésta la máxima resistencia a los traumas. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Entre una vértebra y otra existen los discos cartilagosos, que sirven para aumentar la elasticidad del conjunto y atenuar los efectos de eventuales lesiones. Las vértebras son 33 y no son todas iguales. Las primeras siete vértebras se denominan cervicales; la primera se llama atlas y la segunda axis. A las cervicales les siguen doce vértebras dorsales que se continúan a través de las costillas y se unen al esternón cerrando la caja torácica mediante los cartílagos costales, protegiendo los órganos contenidos en el tórax: corazón, pulmones, bronquios, esófago y grandes vasos. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

La columna vertebral continúa con las cinco vértebras lumbares. A éstas siguen otras cinco vértebras soldadas entre sí, que forman el hueso sacro y, por último, las últimas cuatro o cinco, rudimentarias, casi siempre soldadas entre sí, que toman el nombre de coxis o hueso caudal. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

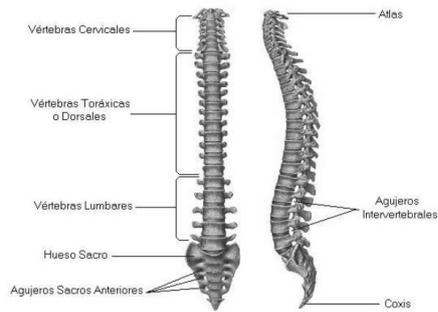


Figura 8-2: Vertebras
Fuente: (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.7.2. Trastornos musculoesqueléticos

Son un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios, etc., sus localizaciones más frecuentes se observan en cuello, espalda, hombros, codos, muñecas y manos, el síntoma predominante es el dolor asociado a inflamación, pérdida de fuerza y disminución o incapacidad funcional de la zona anatómica afectada. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)



Figura 9-2: Trastornos musculoesqueléticos
Fuente: (Lara Luisa Alfaro, 2017)

2.7.3. Sintomatología

Las causas son multifactoriales, la diferencia entre la fatiga muscular con las alteraciones músculo-esqueléticas es que muchas veces se confunden, la fatiga muscular está relacionada con la intensidad y la duración del trabajo, provoca dolor, su sintomatología es inespecífica y temporal, aparece y desaparece; las alteraciones músculo esqueléticas son progresivas y los síntomas son diferentes, empeoran según las diferentes etapas. (Comisiones obreras de asturias, 2008)

1. Aparece durante el trabajo, dolor y fatiga en las muñecas, brazos, hombros o cuello; se mejora durante la noche y el descanso semanal. Suele durar semanas o meses. (Comisiones obreras de asturias, 2008)

2. Dolor y fatiga que empieza muy temprano en el día y persiste más tiempo durante la noche, y que puede incluso interrumpir el sueño. Esta fase puede durar varios meses, los trabajadores/as suelen tomar pastillas para el dolor, pero siguen trabajando. (Comisiones obreras de asturias, 2008)

3. Dolor, fatiga, debilidad aun cuando se haya descansado. Puede interrumpir el sueño, no pueden hacer tareas cotidianas, ni en el trabajo ni en el hogar. Esta fase puede durar meses o años, y algunas personas no se recuperan totalmente, e incluso les incapacita. (Comisiones obreras de asturias, 2008)

2.7.4. Causas de los trastornos musculo esqueléticos

Son varios los grupos de factores que pueden aumentar el riesgo de TME, entre ellos factores físicos y biomecánicos, factores organizativos, psicosociales, factores individuales y personales. (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2007)

Factores físicos:	Factores organizativos y psicosociales:	Factores individuales:
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de fuerza, el levantamiento, el transporte, la tracción, el empuje y el uso de herramientas. • Movimientos repetitivos. • Posturas forzadas y estáticas posición de pie o sentado. • Presión directa sobre herramientas y superficies. • Vibraciones. • Entornos fríos o excesivamente calurosos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo con un alto nivel de exigencia, falta de control sobre las tareas efectuadas y escasa autonomía. • Bajo nivel de satisfacción en el trabajo. • Trabajo repetitivo y monótono a un ritmo elevado. • Falta de apoyo por parte de los compañeros, supervisores y directivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Historial médico. • Capacidad física. • Edad. • Obesidad. • Tabaquismo.

Tabla 3-2: Factores que causan TME

Fuente: (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2007)

2.7.5. Lesiones delimitados en hombros y cuello

Tendinitis del manguito de los rotadores

El manguito de los rotadores lo forman cuatro tendones que se unen en la articulación del hombro. Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada, o en actividades donde se tensan los tendones; se asocia con acciones repetidas de levantar y alcanzar con y sin carga, y con un uso continuado del brazo en abducción o flexión. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Síndrome de estrecho torácico o costo clavicular

Aparece por la compresión de los nervios y los vasos sanguíneos que hay entre el cuello y el hombro; puede originarse por movimientos de alcance repetidos por encima del hombro. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Síndrome cervical por tensión

Se origina por tensiones repetidas del elevador de la escápula y del grupo de fibras musculares del trapecio en la zona del cuello; aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, o cuando el cuello se mantiene en flexión
Figura 10. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

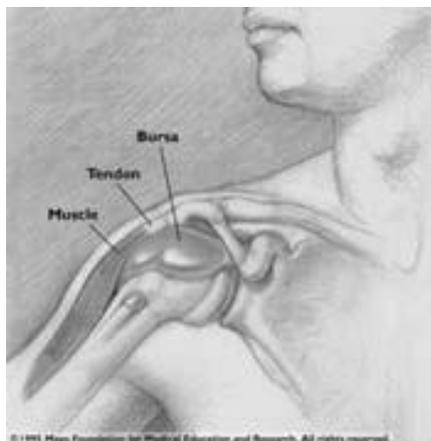


Figura 10-2: Traumatismos en hombros y cuello
Fuente: (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.7.6. Traumatismos delimitados en brazo y codo

Epicondilitis y epitrocleítis

En el codo predominan los tendones sin vaina; con el desgaste o uso excesivo, los tendones se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo, incluyendo los puntos donde se originan; las actividades que pueden desencadenar este síndrome son movimientos de extensión forzados de la muñeca Figura 11. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Síndrome del pronador redondo

Aparece cuando se comprime el nervio mediano en su paso a través de los dos vientres musculares del pronador redondo del brazo. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008).

Síndrome del túnel cubital

Originado por la flexión extrema del codo (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008).

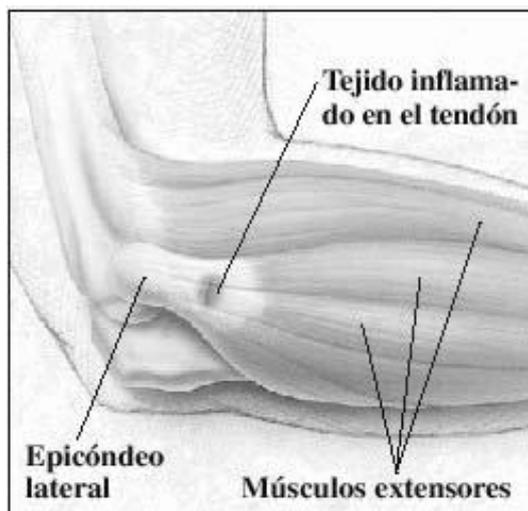


Figura 11-2: Traumatismos en brazo y codo
Fuente: (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.8. Factores ergonómicos

2.8.1. Movimiento repetitivo

Los movimientos repetitivos son un grupo de movimientos continuos, mantenidos durante una tarea que implica el mismo conjunto osteomuscular. Para que los consideremos como movimientos repetitivos estos movimientos deben repetirse durante ciclos de trabajo, ser similares en una secuencia temporal, y tener un patrón de fuerzas y características especiales del movimiento parecido. (Delgado, 2011)

2.8.2. Posturas forzadas

Son las posiciones de trabajo que suponga que una o varias regiones anatómicas dejen de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición forzada que genera hiperextensiones, con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga; las posturas forzadas comprenden las posiciones del cuerpo fijas o restringidas, las posturas que sobrecargan los músculos y los tendones, las posturas que cargan las articulaciones de una manera asimétrica, y las posturas que producen carga estática en la musculatura. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.8.3. Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores Metodologías para la evaluación de factores ergonómicos. (REAL DECRETO 487, 1997)

2.9. Metodologías de evaluación ergonómica

2.9.1. Método REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo brazo, antebrazo, muñeca, del tronco, del cuello y de las piernas; además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables; cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

2.9.2. Aplicación del método REBA

Evaluación del Grupo A

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen tronco, cuello y piernas. (Diego Mas, 2015)

Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical figura 12; esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco figura 13. (Diego Mas, 2015)

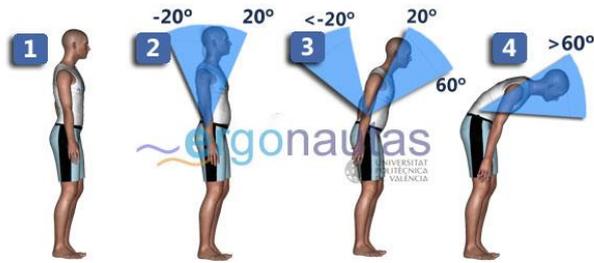


Figura 12-2: Puntuaciones del tronco
Fuente: (Diego Mas, 2015)



Figura 13-2: Puntuaciones del inclinación o rotación del tronco
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco figura 14; esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza figura 15. (Diego Mas, 2015)

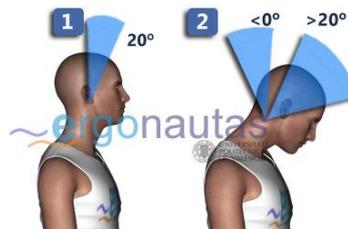


Figura 14-2: Puntuaciones del cuello
Fuente: (Diego Mas, 2015)



Figura 15-2: Puntuación rotación o inclinación de la cabeza
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes figura 16; la puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas figura 17. (Diego Mas, 2015)



Figura 16-2: Puntuación distribución del peso
Fuente: (Diego Mas, 2015)

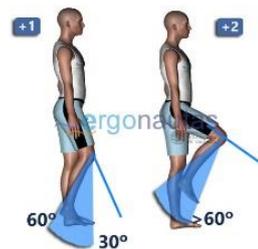


Figura 17-2: Puntuación si existe flexión de una o ambas rodillas
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Evaluación del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen brazo, antebrazo y muñeca. (Diego Mas, 2015)

Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión, extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco figura 18; esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo figura 19. (Diego Mas, 2015)

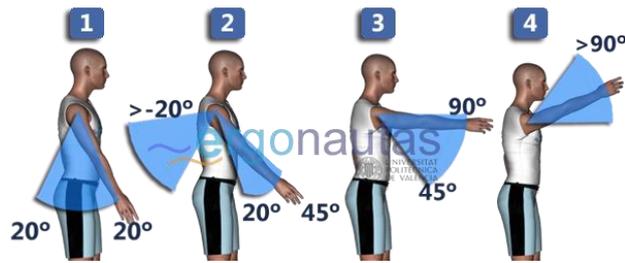


Figura 18-2: Puntuaciones brazo
Fuente: (Diego Mas, 2015)

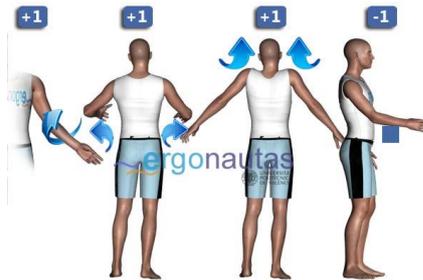


Figura 19-2: Puntuaciones si el brazo esta elevado, abducido o rotado
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo figura 20. (Diego Mas, 2015)

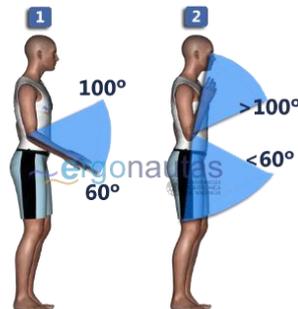


Figura 20-2: Puntuaciones del antebrazo
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión, extensión medido desde la posición neutra figura 21. (Diego Mas, 2015)



Figura 21-2: Puntuaciones de la muñeca
Fuente (Diego Mas, 2015)



Figura 22-2: Puntuaciones desviación radial o cubital de la muñeca
Fuente (Diego Mas, 2015)

Puntuación de los Grupos A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros el grupo A se calcula con la tabla de la figura 23 y el grupo B se calculará las puntuaciones con la figura 24. (Diego Mas, 2015)

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Figura 23-2: Puntuación total del Grupo A
Fuente: Fuente (Diego Mas, 2015)

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Figura 24-2: Puntuación total del grupo B
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Fuerzas ejercidas

La carga manejada o la fuerza aplicada modificarán la puntuación asignada al grupo A, se denominará puntuación A figura 25. (Diego Mas, 2015)

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Carga o fuerza	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

Figura 25-2: Fuerzas ejercidas
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Calidad del agarre

La puntuación del grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará puntuación B figura 26. (Diego Mas, 2015)

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Figura 26-2: Puntuación de la calidad de agarre
Fuente (Diego Mas, 2015)

Puntuación final

Las puntuaciones de los grupos A y grupo B han sido modificadas dando lugar a la puntuación A y a la puntuación B respectivamente; a partir de estas dos puntuaciones, se obtendrá la puntuación C, figura 27. (Diego Mas, 2015)

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Figura 27-2: Puntuación C
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Tipo de actividad

La puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular en la figura 28, así se obtiene la puntuación final. (Diego Mas, 2015)

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Figura 28-2: Puntuaciones del tipo de actividad
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Nivel de Actuación

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto figura 29. (Diego Mas, 2015)

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Figura 29-2: Nivel de actuación
Fuente: (Diego Mas, 2015)

2.9.3. G-INSHT (Guía del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo)

El método tiene la finalidad de facilitar el cumplimiento de la legislación vigente sobre la prevención de riesgos laborales derivados de la manipulación manual de cargas. (Diego Mas, 2015)

El método es especialmente adecuado para la evaluación de tareas susceptibles de provocar lesiones de tipo dorso-lumbar, y está orientado a la evaluación de manipulaciones que se realizan en posición de pie; realiza algunas indicaciones sobre los levantamientos realizados en posición sentada que podría orientar al evaluador acerca del riesgo asociado al levantamiento en dicha postura, en cualquier caso inadecuado. (Diego Mas, 2015)

2.9.3.1. Aplicación del método *G-INSHT*

El método parte de un valor máximo de peso recomendado, en condiciones ideales, llamado peso teórico, a partir del cual y tras considerar las condiciones específicas del puesto, tales como el peso real de la carga, el nivel de protección deseado, las condiciones ergonómicas y características individuales del trabajador, obtiene un nuevo valor de peso máximo recomendado, llamado Peso aceptable, que garantiza una actividad segura para el trabajador. (SECRETARIA DE SALUD LABORAL, 2008)

Peso teórico

Peso Teórico Recomendado figura 30, que depende de la zona de manipulación de la carga respecto al trabajador calculado en condiciones ideales de manipulación, depende de la posición de la carga respecto al cuerpo del trabajador, que a su vez depende de dos valores:

- La Altura o Distancia Vertical (V)
- La Separación o Distancia Horizontal (H) (Diego Mas, 2015)



Figura 30-2: Peso teórico recomendado
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Peso aceptable

El Peso Aceptable se define como un límite de referencia teórico; si el peso real de la carga es mayor que el Peso Aceptable el levantamiento conlleva riesgo y por tanto debería ser evitado o corregido. (Diego Mas, 2015)

$$\text{PESO ACEPTABLE} = \text{PESO TEÓRICO} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

Factor de Población Protegida

Es el nivel de protección que el observador decida proteger tabla 4.

Nivel	Población protegida	Factor de corrección
General	85%	1
Mayor Protección	95%	0.6
Trabajadores entrenados	trabajadores especiales	1.6

Tabla 4-2: Factor de corrección de la población protegida
Fuente: Autor

Factor de Distancia Vertical

La Distancia Vertical es la distancia que transita la carga desde que se inicia el levantamiento hasta que finaliza la manipulación Tabla 5.

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0.91
Hasta 100 cm	0.87
Hasta 175 cm	0.84
Más de 175 cm	0

Tabla 5-2: Factor de Corrección de Desplazamiento Vertical de la Carga
Fuente: Autor

Factor de Giro

El Factor de giro mide la desviación del tronco respecto a la posición neutra Figura 31 y su factor de corrección está en la Tabla 6.



Figura 31-2: Medición del giro del tronco
Fuente: (Diego Mas, 2015)

Giro del Tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0.9
Girado (hasta 60°)	0.8
Muy girado (90°)	0.7

Tabla 6-2: Factor de Corrección de Giro del Tronco.
Fuente: Autor

Factor de Agarre

Mide la calidad del agarre de la carga que depende de la forma, el tamaño y la existencia de asas o agarraderas permite un buen asimiento Tabla 7.

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0.95
Agarre malo	0.9

Tabla 7-2: Factor de corrección de agarre
Fuente: Autor

Factor de Frecuencia

El Factor de Frecuencia valora la frecuencia con la que se realiza la manipulación de la carga Tabla 8.

Duración de la manipulación			
Frecuencia de manipulación	Menos de 1 hora al día	Entre 1 y 2 horas al día	Entre 2 y 8 horas al día
1 vez cada 5 minutos	1	0.95	0.85
1 vez por minuto	0.94	0.88	0.75
4 veces por minuto	0.84	0.72	0.45
9 veces por minuto	0.52	0.30	0.00
12 veces por minuto	0.37	0.00	0.00
Más de 15 veces por	0.00	0.00	0.00

Tabla 8-2: Factor de Corrección de Frecuencia de la Manipulación

Fuente: Autor

Análisis del Riesgo

Luego de obtener los valores de los factores de corrección de las tablas se analiza el riesgo al que está expuesto comparando el peso real y el peso aceptable calculado Tabla 9.

Análisis del riesgo		
Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real \leq Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real $>$ Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Tabla 9-2: Peso real vs peso aceptable

Fuente: Autor

Peso Total Transportado Diariamente

Se define como los kilos totales que transporta el trabajador diariamente, durante el total de la manipulación manual de cargas sin descansos.

$$\text{PTTD} = \text{Peso Real} * \text{Frecuencia de manipulación} * \text{Duración total de la tarea}$$

Límites de carga máxima	
Distancia de transporte	Kilos/día transportados
Hasta 10 metros	10.000 Kg.
Más de 10 metros	6.000 Kg.

Tabla 10-2: Límites de carga transportada en función de la distancia de transporte

Fuente: Autor

Análisis cualitativo

Tras la evaluación cuantitativa, de carácter objetivo y numérico, la Guía de Levantamiento de Carga del INSHT establece la necesidad de llevar a cabo una evaluación cualitativa del riesgo recopilando información relativa a las condiciones ergonómicas de la manipulación y a las características propias del trabajador que realiza la manipulación. (Diego Mas, 2015)

2.10. Herramientas manuales ergonómicas

Las herramientas se utilizan prácticamente en todos los sectores de actividad industrial, por lo que el número de trabajadores expuestos es muy elevado, originando accidentes, muchos de ellos calificados como muy graves, que provocan incapacidades permanentes entre los trabajadores. (Cañada Clé, y otros, 2009)

Se denomina “herramienta manual” a todos aquellos útiles simples para cuyo funcionamiento actúa única y exclusivamente el esfuerzo físico del hombre, son también herramientas las que se sostienen con las manos, pero son accionadas por motores eléctricos o de combustión interna, por medios neumáticos o por medios hidráulicos se clasifican según la Figura 32. (Cañada Clé, y otros, 2009)

Clasificación	
HERRAMIENTAS MANUALES	Accionamiento manual. De golpe (martillos, mazos, picos, etc.). De torsión (destornilladores, llaves, etc.). De corte (tenazas, alicates, tijeras, etc.).
	Herramientas manuales dieléctricas o aislantes.
	Accionamiento no manual o mecánico. Herramientas eléctricas (taladro, radial...). Herramientas neumáticas (martillos, taladros, pistolas...). Herramientas hidráulicas (gatos). Herramientas accionadas con cartuchos de pólvora. Herramientas con combustibles líquidos (motosierras, etc.).

Figura 32-2: Clasificación de las herramientas manuales

Fuente: (Cañada Clé, y otros, 2009)

2.10.1. Diseño ergonómico de herramientas

Las herramientas manuales deben cumplir una serie de requisitos básicos para que sean eficaces:

- Desempeñar con eficacia la función que se pretende de ella.
- Ser proporcionada a las dimensiones del usuario.
- Ser apropiada a la fuerza y resistencia del usuario.
- Reducir al mínimo la fatiga del usuario.

Se tiene que adaptar a la mayoría de la población. En cualquier caso, el diseño será tal que permita a la muñeca permanecer recta durante la realización del trabajo. (Cañada Clé, y otros, 2009)

2.11. La cosecha del cacao

La cosecha del cacao consiste en la corta de las mazorcas maduras que se identifican por el cambio de color en la cáscara. Se recolectan las mazorcas maduras en diferentes puntos del área del cacao, y luego en un sitio se quiebran la cáscara para sacar el cacao en baba. Hay momentos cuando la cosecha es más fuerte según el ciclo de floración, fructificación y maduración de las mazorcas Figura 33. (Lutheran World Relief, 2013)



Figura 33-2: Cacao cosechado
Fuente: (Lutheran World Relief, 2013)

2.11.1. Cortar la mazorca de cacao

El corte se debe hacer pegado a la mazorca, así queda un pedazo del tallito llamado pedúnculo, que une la mazorca con el tallo o rama del árbol. Éste se desprende más adelante dejando una cicatriz que sana e impide la entrada de enfermedades. No se debe arrancar las mazorcas con la mano, retorciéndolas o jalándolas, pues causa daño a los cojines florales y facilita la entrada de enfermedades. Figura 34. (Lutheran World Relief, 2013)



Figura 34-2: Forma de cosechar el cacao
Fuente: (Lutheran World Relief, 2013)

2.11.2. Herramientas necesarias para la cosecha del cacao

Para realizar un buen corte, se necesita usar una tijera de poda, media luna, navaja o un machete bien afilado, para evitar el daño en el tronco del árbol y en el cojín floral.

Hay que asegurar que las herramientas estén afiladas; también es recomendable desinfectar las herramientas con alcohol, cloro, agua con jabón o jugo de limón para evitar la transmisión de enfermedades de una planta a otra Figura 35. (Lutheran World Relief, 2013)



Figura 35-2: Herramienta para cosechar el cacao en altura
Fuente: (Lutheran World Relief, 2013)

2.12. Mochilas para cargas

Estas mochilas especialmente son utilizadas para el senderismo y el camping, a veces tiene una estructura de metal de aluminio rígido en su diseño que mejora las condiciones de carga que pueden ser de marcos de interno o externo.

2.12.1. Marcos internos

Están ocultos y se cubren con la tela y las capas exteriores de la mochila los marcos internos se hacen generalmente de pequeñas piezas en forma de aluminio conectados entre sí. Algunas mochilas de estructura interna pueden tener el marco entre la capa interna y externa. Diseños de marcos internos tienden a ser más pequeños y pesan menos. El centro de gravedad está más cerca de centro natural de la usuaria de la gravedad, lo que permite un mejor equilibrio y el movimiento Figura 36. (World Travel, 2017)



Figura 36-2: Mochila de marcos internos
Fuente: (sinmapa, 2011)

2.12.2. Marcos externos

Son los que rodean la parte de paquete de la mochila, son visibles desde el exterior, y puede ser más rígido y más grande. Bolsas y bolsas pequeñas adicionales también se puede conectar a un marco externo, lo que permite al usuario ampliar la cantidad de espacio de almacenamiento en el marco Figura 37. (World Travel, 2017)



Figura 37-2: Mochilas de marco exterior
Fuente: (sinmapa, 2011)

2.12.3. Consideraciones

- Considere si el calor puede llegar a ser atrapado con mayor facilidad entre su espalda y el interior material de la mochila de marco. Esto puede causar molestias durante el uso prolongado. Un marco externo deja espacio entre la espalda del usuario y la tela. (World Travel, 2017)
- Algunos usuarios encuentran que una mochila marco externo tiene más elementos y es más fácil de cargar y descargar por falta de espacio compartimento adicional. Mochilas internos están diseñados para ser compactos y pueden tener un menor número de compartimentos y cremalleras de acceso que las mochilas marco externo. (World Travel, 2017)
- Mientras mochilas de estructura interna ayudan al usuario a mantener un mejor equilibrio y centro de gravedad, marcos externos permiten cargas más pesadas para ser repartidos sobre un área de marco más grande. Esta distribución de peso puede ayudar al usuario a manejar cargas pesadas y más equipo. (World Travel, 2017)
- Mientras mochilas de estructura interna pueden ser más ampliamente utilizados, sus diseños son más complejos que los marcos externos de forma rectangular. Por lo tanto los precios en general son más bajos para las mochilas marco externo. (World Travel, 2017)

2.12.4. Distribución del peso

Una correcta distribución del peso es fundamental para poder usar la mochila con elevadas cargas durante una ruta sin padecer lesiones ni sobrecargas. Una primera idea es conseguir que el centro de gravedad de la carga se encuentre lo más cerca posible de la espalda, centrada tanto en altura como en anchura. Es decir, la mochila debe ir pegada a la espalda y sin más peso en un lado que en otro para no provocar inercias al caminar Figura 38. (García Recalde, 2013)



Figura 38-2: Centro de gravedad en distribución de cargas
Fuente: (ecomochilero, 2015)

2.12.5. Características de una mochila de senderismo

A la hora de elegir una mochila es muy importante tener en cuenta los diferentes tipos de ajustes con los que cuenta. Serán estos ajustes los que mantengan la mochila bien acoplada a nuestra espalda, hombros y cadera para poder llevar grandes cargas con comodidad. (García Recalde, 2013)

Cinturón lumbar

Sin lugar a dudas es la pieza fundamental de toda mochila ya que transmite el 80% del peso a las caderas y gracias a ello se libera a la espalda y los hombros de la mayor parte del peso. Al cargar el peso sobre las caderas, este se transmite directamente a nuestras piernas que están más preparadas que nuestra espalda para soportar mayores cargas. Este cinturón se ajusta sobre nuestras caderas abrazándose a su parte más alta y rodeando completamente el contorno de la cintura Figura 39. (García Recalde, 2013)

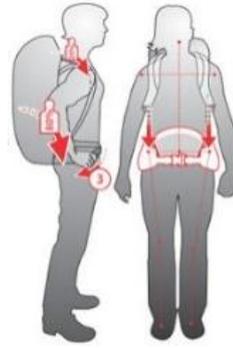


Figura 39-2: Distribución de cargas en el cinturón lumbar
Fuente: (García Recalde, 2013)

Hombreras

El 20% del peso de la mochila irá a parar a los hombros y espalda a través de las hombreras. Ajustarlas correctamente es fundamental para tener bien equilibrado el peso y repartida la carga por igual entre los dos hombros. (García Recalde, 2013)

Las hombreras han de estar tensas y recorrer el pecho y hombros manteniendo el contacto con el cuerpo. Si no quedaran del todo tensas, la mochila no quedará totalmente fijada a la espalda lo cual puede desequilibrar el peso y acabar tirando un poco más del pecho Figura 40. (García Recalde, 2013)

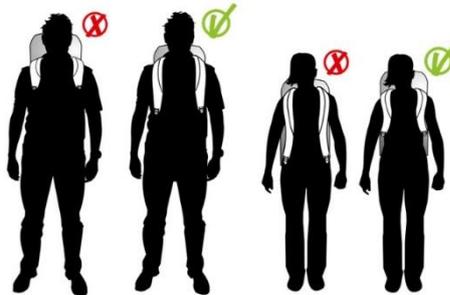


Figura 40-2: Tamaños correctos de hombreras
Fuente: (García Recalde, 2013)

Cintas de ajuste

Las cintas de pecho terminan de fijar las hombreras al cuerpo proporcionando mayor estabilidad durante el movimiento. Una vez ajustadas unen las dos hombreras sobre el pecho. En las mochilas de mujeres esta cinta suele quedar un poco más arriba para evitar molestias con el pecho. (García Recalde, 2013)

De la parte superior de las hombreras nace una cinta de ajuste que se une con la parte más alta de la mochila que queda por encima de la altura de los hombros. Esta cinta sirve para acercar o alejar la carga a nuestro centro de gravedad según estemos subiendo o bajando por lo que se deben ir regulando Figura 41. (García Recalde, 2013)

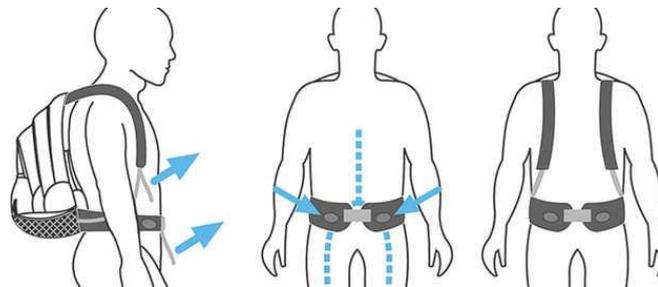


Figura 41-2: Cintas de ajuste para hombreras y cinturón
Fuente: (García Recalde, 2013)

Respaldo o espalda

El respaldo transfiere el peso de la mochila al cinturón lumbar. Para ello lo más habitual es que tenga en su interior un bastidor, una pieza de material duro que ayuda a llevar el peso al cinturón. También es importante que tenga un buen acolchado en la parte superior de la espalda que es la zona de mayor contacto con la mochila Figura 42. (García Recalde, 2013)

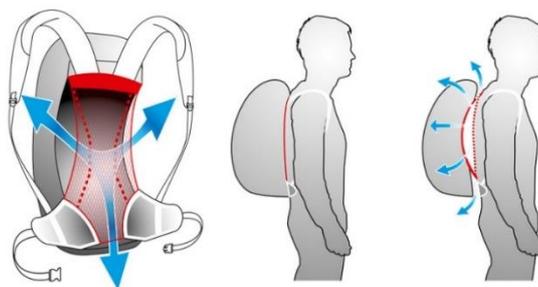


Figura 42-2: Respaldo de mochilas
Fuente: (García Recalde, 2013)

Talla o longitud de la espalda

Elegir una talla adecuada es fundamental para que la longitud de la mochila se ajuste a la longitud de nuestra espalda. Para conocer la longitud de nuestro torso hay que medir la distancia entre la 7ª vértebra cervical que está en la base del cuello y la cresta iliaca en la parte superior donde acaba el hueso de la cadera Figura 43. (García Recalde, 2013)

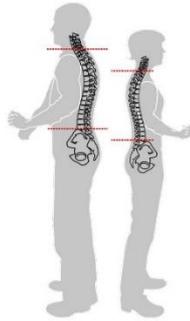


Figura 43-2: Diferencias de longitud de la espalda
Fuente: (García Recalde, 2013)

Género	Altura	Longitud del torso
Hombre	160-175 cm	45-52 cm
	170-185 cm	50-57 cm
	180-200 cm	55-62 cm
Mujer	155-170 cm	40-47 cm
	165-180 cm	45-52 cm

Tabla 11-2: Longitudes de torso según el género
Fuente: Autor

2.13. Solidworks Educativo

El software de automatización de diseño mecánico de Solidworks es una herramienta de diseño de modelado sólido paramétrica y basada en operaciones que aprovecha la facilidad de aprendizaje de la interfaz gráfica de usuario de Windows. Puede crear modelos sólidos en 3D totalmente asociativos con o sin restricciones mientras utiliza al mismo tiempo las relaciones automáticas o definidas por el usuario para capturar la intención del diseño. (SolidWorks Corporation, 2006)

Análisis estructural

Solidworks Simulación integrado en el CAD 3D de Solidworks permite a cada uno de los diseñadores e ingenieros realizar una simulación estructural de las piezas y ensamblajes mediante el análisis por elementos finitos mientras trabajan para mejorar y validar el rendimiento, y para reducir la necesidad de realizar costosos cambios en prototipos o diseños posteriormente.

La simulación estructural abarca una amplia gama de problemas (desde el rendimiento de una pieza con una carga constante hasta el análisis de tensión de un ensamblaje en movimiento con carga dinámica), que se pueden determinar gracias a las herramientas de Solidworks simulación.

Los diseñadores e ingenieros utilizan fundamentalmente la simulación estructural para determinar la resistencia y rigidez de un producto mediante el registro de las deformaciones y tensiones de los componentes. El tipo de análisis estructural que realice dependerá del producto que se vaya a probar, de la naturaleza de las cargas y del modo de fallo previsto:

Una estructura corta o robusta tiene más posibilidades de sufrir un error debido al fallo de los materiales (es decir, se supera el límite de elasticidad). Una estructura larga y delgada fallará debido a la inestabilidad estructural (pandeo geométrico). Con las cargas dependientes del tiempo, la estructura requerirá algún tipo de análisis dinámico para analizar la resistencia de los componentes.

Los componentes metálicos, con cargas moderadas, suelen requerir algún tipo de análisis lineal, en el que el material tiene una relación lineal entre la deformación en la pieza y la carga aplicada por debajo del punto de elasticidad de los materiales.

Los componentes de caucho y plástico requieren un análisis no lineal, ya que los elastómeros tienen una relación no lineal entre la deformación en la pieza y la carga aplicada. Este es el caso de los metales que superan el punto de elasticidad. (solidworks corporation , 2017)

CAPÍTULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Información general

3.1.1. Reseña histórica

En la provincia de Napo, en la década de los 80 y 90 empieza el fortalecimiento de las organizaciones sociales de los pueblos Kichwas, generando la participación activa de autoridades y comunidades indígenas enfocando proyectos de producción agropecuaria en la zona.

Con base a la necesidad de los productores de Napo de ser representados y constituir un gremio se crea la Asociación Agro Artesanal Wiñak con un acuerdo Ministerial 10344 del 29 de Julio del 2010, con la finalidad de unir a comunidades indígenas y brindar a sus socios capacitación, asistencia técnica y micro crédito productivo necesario para la producción de cacao fino de aroma el cual es muy apetecido por el mercado internacional, mejorando las condiciones de vida de los pequeños agricultores kichwas y de sus familias.

Además comercializa cacao orgánico y convencional para lo que cuenta con infraestructura para acopio y post cosecha. Capacitar a los agricultores en la producción, venta de cacao guayusa y café. Logrando e incursionando en el procesamiento del cacao seco produciendo barras de chocolate con distintos porcentajes de licor de cacao.

3.1.2. Ubicación de la asociación

País: Ecuador

Provincia: Napo

Cantón: Archidona

Dirección: Barrio San Agustín (vía balneario Sinchi Sacha)

Teléfonos: (593) 62889028/ 0995770371 / 0959258433

Página web: <http://www.winak.org.ec>

Correo electrónico: info@winak.org.ec

3.1.3. Ubicación geográfica

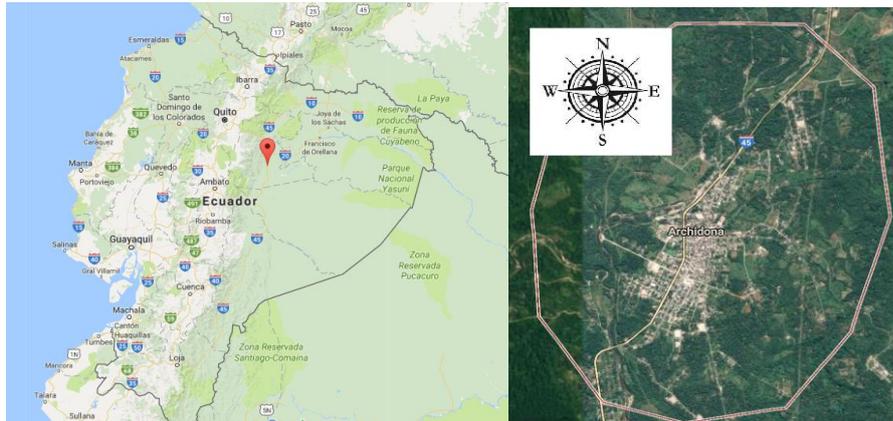


Figura 44-3: Ubicación geográfica
Fuente: (googlemaps, 2017)

3.1.4. Directiva

CARGOS	NOMBRE
Coordinador general	Shiguango Grefa Fredy Felipe
Director de Producción y Comercialización	Shiguango Cerda Mario Juan
Director Socio Organizativo	Andy Alvarado Wilson
Director Financiero	Grefa Tanguila Francisco Domingo
Secretaria	Salazar Grefa Flor Rosario
Socios	257 socios (65% mujeres, 35% hombres)

Tabla 12-3: Directiva perteneciente a la asociación

Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.5. Política Ambiental

Promover una producción limpia y sostenible, a través de la implementación de prácticas amigables con el medio ambiente que aporten a la mitigación del cambio climático, a la conservación y la recuperación de áreas degradadas. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.6. Política Social

Asegurar que la producción obtenida en las fincas, contribuya a la cadena agroalimentaria del productor y sus familias, y garantizar que tengan acceso a la educación, salud, servicios básicos y bienestar comunitario. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.7. Política de Género

Promover la participación efectiva de la mujer en los componentes de desarrollo, para la reducción de la brecha de desigualdad que favorezcan al fortalecimiento en el aspecto social y económico de las mujeres en el núcleo familiar. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.8. Objetivo General

Mejorar los ingresos de los pequeños productores y fortalecer el talento humano local, conservando su cultura, sus recursos naturales y promoviendo la equidad de género. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.9. Misión

Mejorar la producción y productividad de los asociados y comercializar productos y servicios, obtenidos con calidad e Identidad, logrando un beneficio equitativo para todos, y protegemos los recursos naturales. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.1.10. Visión

Liderar en la provincia de Napo un proceso organizativo que permita mejorar la producción y productividad agropecuaria, su procesamiento y la comercialización que genere mayores ingresos para los socios, manteniendo un negocio asociativo rentable social, ambiental y económico con aplicación de un modelo empresarial y auto sostenible. (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.2. Descripción de trabajo

3.2.1. Sembrío del cacao

Los agricultores obtienen la planta de cacao ya sea comprada o de manera tradicional seleccionando un esqueje, para el sembrío se prepara el terreno realizando la limitación del área, se limpia la maleza se prepara la tierra con abono orgánico para un crecimiento sano de la planta, una vez que la planta ya ha crecido lo necesario empieza la floración de mazorcas de cacao listas para su cosecha, esto paso aseguran el cumpliendo con normas de agro calidad ecuatorianas.



Figura 45-3: Agricultores sembrando el cacao
Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.2.2. Cosecha de la mazorca

Cuando la mazorca de cacao ha obtenido su madures, está lista para su cosecha con la ayuda de herramientas tradicionales (guadua, machete, tijeras), las cuales se encuentran por todo el tronco de la planta como en la Figura 46, ciertas mazorcas crecen muy alto y utilizan una palanca de guadua como en la Figura 47.



Figura 46-3: Cosecha de la mazorca de cacao
Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)



Figura 47-3: Cosecha de la mazorca con palanca
Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.2.3. Transporte del cacao

Después de cosechar se reúnen y transportan las mazorcas con la ayuda de una canasta fabricada de totora Figura 48, a un lugar donde almacenan las mazorcas para extraer la pepa de cacao en baba Figura 49, una vez obtenidas las pepas se traslada en la misma canasta o saquillo para ser vendido.



Figura 48-3: Transporte de la mazorca de cacao
Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)



Figura 49-3: Reunión de las mazorcas
Fuente: (Asociación agroartesanal wiñak, 2016)

3.3. Población de estudio

La asociación agroartesanal Wiñak está constituida socialmente con un total de 257 socios de los cuales 81 socios se encuentran activos quienes representa nuestra población de estudio a la cual realizaremos la evaluación ergonómica y aplicación de una encuesta.

3.3.1. Método de muestreo

El tipo de muestreo que se va a realizar es el aleatorio simple, ya que todos los socios activos tienen la misma probabilidad de ser elegidos quienes representan la muestra.

3.3.2. Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se toma el total de la población que son los 81 socios activos pertenecientes a la asociación agroartesanal wiñak, ya que la población en estudio no es tan extensa para analizarla y las comunidades donde se encuentran los socios son de fácil accesibilidad para realizar la encuesta

3.4. Formulación de la encuesta

La encuesta está dividida en dos secciones, inicialmente se encuentran los datos generales de la persona encuestada (nombre, apellido, edad, estatura, peso), en la segunda parte se encuentra ocho preguntas de carácter ergonómico de tipo cerradas y de selección única.

La encuesta tiene por objetivo recolectar información necesaria sobre la forma de trabajo realizada por los agricultores en los puestos de trabajo como son la cosecha y transporte de la mazorca de cacao, tomándole un tiempo estimado de 2 minutos para el llenado de la encuesta.

ENCUESTA

Nombres y Apellidos _____
Edad _____
Estatura _____ cm
Peso _____ kg

Estimado productor el objetivo de esta encuesta es recoger información sobre su trabajo en la cosecha y transporte del cacao. Le tomará un tiempo estimado de 2 minutos.
Marcar con una **X** en la respuesta que considere correcta.

1. ¿Tiene conocimiento de la adecuada postura para cosechar el cacao?
SI
NO
2. ¿Tiene conocimiento de la adecuada postura para levantar la carga del producto cosechado?
SI
NO
3. ¿Sabe el peso máximo recomendado que usted puede levantar?
SI
NO
4. ¿Sabe usted como transportar adecuadamente el producto cosechado?
SI
NO
5. ¿Cuántas horas al día trabaja en la cosecha y transporte de cacao?
Cosecha _____ Horas.
Transporte _____ Horas.
6. ¿Conoce usted las enfermedades y lesiones que pueden generarse al trabajar de forma inadecuada en la cosecha y transporte?
SI
NO
7. ¿Al trabajar en la cosecha y el transporte a tenido o tiene dolores en su cuerpo?
SI NO
Donde:
Cuello
Hombros
Espalda
Otros _____
8. ¿Si existiera un dispositivo que le ayude en la cosecha y el transporte lo usaría?
SI
NO

GRACIAS.

3.4.1. Validación de la encuesta

Para la verificación de la encuesta se la realiza aplicando la validación por expertos con la ayuda de tres jueces quienes tienen conocimiento sobre temas de seguridad industrial, salud ocupacional y la ergonomía, realizando un análisis cualitativo de los datos generales y un análisis cuantitativo de las preguntas formuladas.

Resultados de la validación de la encuesta

Para la validez de los resultados según el método de coeficiente de proporción de rangos se debe verificar los valores con los de la Tabla 14.

Mayor que	Menor igual que	Validez y concordancia
0	0,4	baja
0,4	0,6	moderada
0,6	0,8	alta
0,8	1	muy alta

Tabla 13-3: Validez de los resultados
Fuente: Autor

Análisis Cualitativo

Método: Coeficiente de Proporción de Rangos

Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Σ / Juez	Pri	CPRi	Re	
1	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
2	4	4	3	11	3,67	1,09	0,0370	
3	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
4	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
						$\Sigma=$	5,091	0,0370
						CPR =	0,982	Muy alta
						CPRc=	0,945	

Tabla 14-3: Resultados de la validación cualitativa
Fuente: Autor

Después de verificar los datos generales se tabulan con la ayuda del el método de coeficiente de proporción de rangos que nos da un resultado de 0,945, compara con la Tabla 14, siendo este un resultado muy alto que valida la encuesta.

Análisis cuantitativo

Método: Coeficiente de Proporción de Rangos

Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Σ / Juez	Pri	CPRi	Re	
1	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
2	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
3	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
4	4	4	3	11	3,67	1,09	0,0370	
5	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
6	4	4	3	11	3,67	1,09	0,0370	
7	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
8	4	4	4	12	4,00	1,00	0,0370	
						$\Sigma=$	8,18	0,037
						CPR =	0,98	Muy alta
						CPRc=	0,94	

Tabla 15-3: Resultados de la validación cuantitativa
Fuente: Autor

Después de verificar los ítems de las preguntas formuladas se tabulan con la ayuda del el método de coeficiente de proporción de rangos que nos da un resultado de 0,94, compara con la Tabla 14, nos da un resultado muy alto que valida la encuesta.

3.4.2. Aplicación de la encuesta

Una vez validada la encuesta, se realiza el proceso de toma de datos al total de la muestra encontrada que son 68 agricultores de la asociación agroartesanal wiñak Figura 50, luego se obtener toda la información se tabulan los datos obtenidos.



Figura 50-3: Aplicación de la encuesta a agricultores
Fuente: Autor

3.4.3. Resultados

3.4.3.1. Genero

Masculino 13 personas

Femenino 55 personas

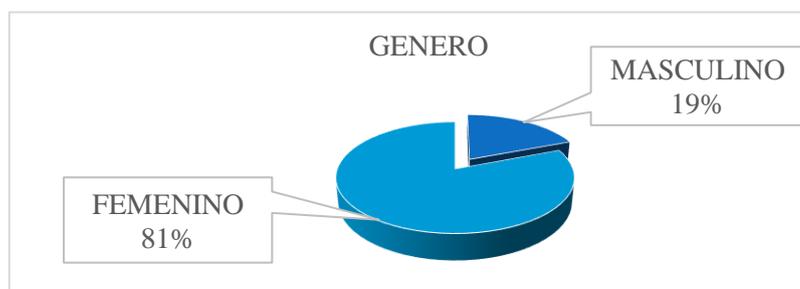


Gráfico 1-3: Porcentaje de géneros
Fuente: Autor

3.4.3.2. Edad

Se obtuvo una edad máxima de 62 años y una edad mínima de 23 años con un promedio de 41 años.

3.4.3.3. Estatura

Se obtuvo una estatura máxima de 168 cm y una estatura mínima de 148cm con un promedio de estatura de 159cm.

3.4.3.4. Peso

Se obtuvo un peso máximo de 68kg y un peso mínimo de 41kg con un promedio de peso de 54kg.

3.4.3.5. Ítems

1. ¿Tiene conocimiento de la adecuada postura para cosechar el cacao?

El 100% de los productores respondieron que no tienen conocimiento sobre la adecuada postura para cosechar el cacao.

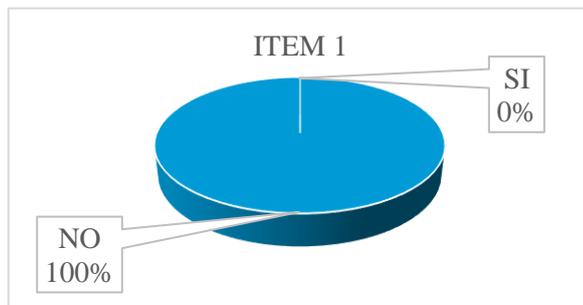


Gráfico 2-3: Porcentaje ítem 1

Fuente: Autor

2. ¿Tiene conocimiento de la adecuada postura para levantar la carga del producto cosechado?

El 96% de los productores respondieron que no tienen conocimiento sobre la adecuada postura para levantar la carga del producto y el 4% restante si tiene conocimiento.

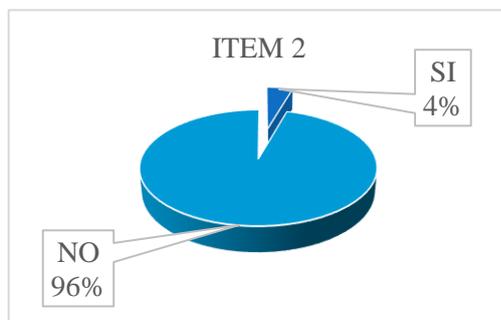


Gráfico 3-2: Porcentaje ítem 2

Fuente: Autor

3. ¿Sabe el peso máximo recomendado que usted puede levantar?

El 100% de los productores respondieron que no sabe el peso máximo que puede levantar.

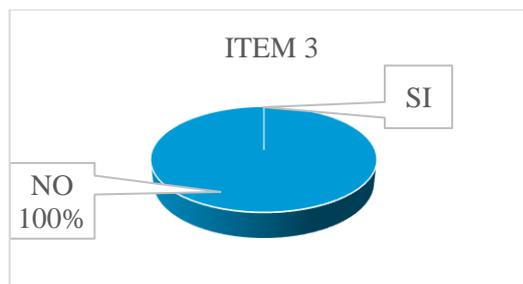


Gráfico 3-3: Porcentaje de ítem 3

Fuente: Autor

4. ¿Sabe usted como transportar adecuadamente el producto cosechado?

El 99% de los productores respondieron que no saben cómo transportar adecuadamente el producto y el 1% restante si tiene conocimiento.

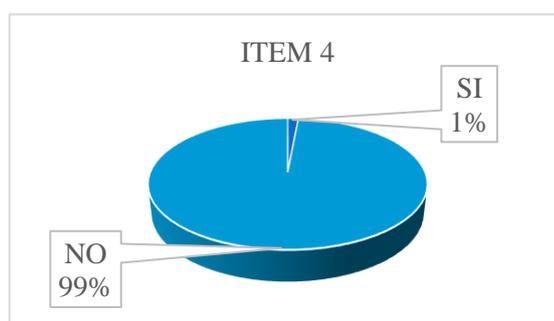


Gráfico 4-3: Porcentaje del ítem 4

Fuente: Autor

5. ¿Cuántas horas al día trabaja en la cosecha y transporte de cacao?

Los trabajadores en promedio trabajan 7 horas, con un máximo de 10 horas y un mínimo de 2 horas en la cosecha del producto.

Los trabajadores en promedio trabajan 1 horas, con un máximo de 4 horas y un mínimo de 1 horas en el transporte del producto.

	Horas promedio	Horas máximas	Horas mínimas
Cosecha	7	10	2
Transporte	1	4	1

Tabla 16-3: Horas de trabajo diarias

Fuente: Autor

6. ¿Conoce usted las enfermedades y lesiones que pueden generarse al trabajar de forma inadecuada en la cosecha y transporte?

El 88% de los productores respondieron que desconocen las enfermedades y lesiones que generan al trabajar de forma inadecuada y el 12% respondió que si tiene conocimiento.

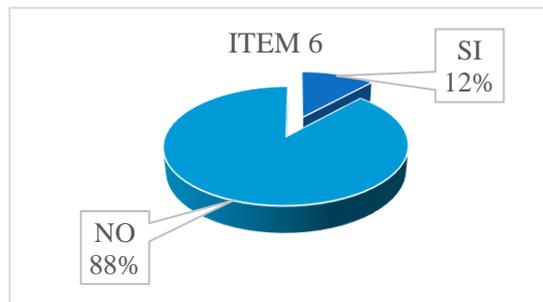


Gráfico 5-3: Porcentaje del ítem 6
Fuente: Autor

7. ¿Al trabajar en la cosecha y el transporte a tenido o tiene dolores en su cuerpo?

El 87% de los productores respondieron que si ha tenido dolor en su cuerpo y el 13% respondió que no ha tenido ningún dolor.

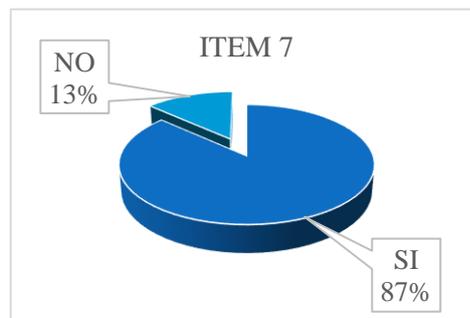


Gráfico 6-3: Porcentaje del ítem 7
Fuente: Autor

Los agricultores respondieron que el 41% que ha tenido dolor en su cuello, el 19% han tenido dolor de hombros, el 71 % han tenido dolor de espalda, y entre otros dolores que han tenido son 7% en dolor de brazos, un 4% en dolor de rodillas y el 13% han tenido dolor del cuerpo al realizar su trabajo.

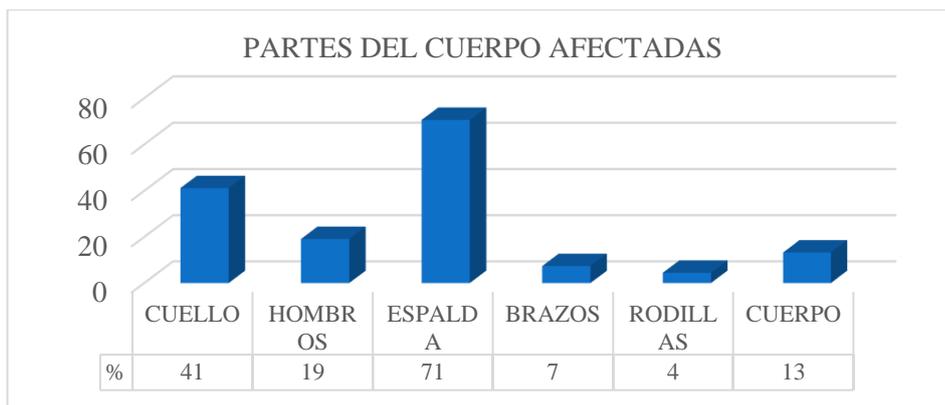


Gráfico 7-3: Partes del cuerpo con dolencias

Fuente: Autor

8. **¿Si existiera un dispositivo que le ayude en la cosecha y el transporte lo usaría?**

El 99% de los productores respondieron que si utilizarían un dispositivo que les ayude a realizar su trabajo y el 1% restante no utilizaría ningún dispositivo.

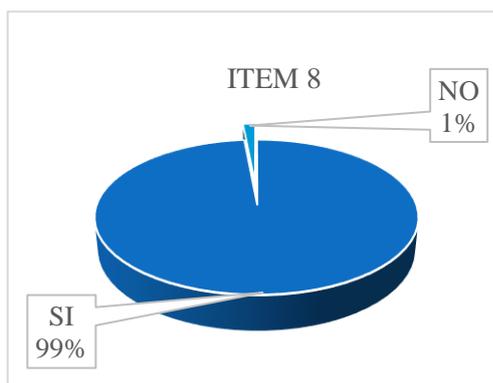


Gráfico 8-3: Resultado del ítem 8

Fuente: Autor

3.5. Evaluación inicial de los factores de riesgos ergonómicos

Para la evaluación inicial de los factores de riesgos ergonómicos existentes en los socios de la Asociación Agroartesanal Wiñak, se aplica la matriz del MRL (Ministerio de Relaciones Laborales) normativa NTP 330 enfocado en los puestos de trabajo cosecha y transporte del cacao donde existe mayor exposición a lesiones musculoesqueléticas.

3.5.1. Descripción de los puestos de trabajo en estudio

3.5.1.1. Cosecha de cacao

La mazorca de cacao crece a lo largo de todo el tronco de la planta que puede llegar a tener hasta 4 metros de altura es por ello que los agricultores para llegar a los frutos que crecen en la parte superior del tronco utiliza una palanca de guadua, la cual es pesada con 3kg y transportar al lugar donde se va a cosechar con 4m de largo, también cuando los frutos crecen en la parte inferior del tronco tiene que agacharse para alcanzar la mazorca de cacao lo cual lo hacen doblando la espalda sin doblar las rodillas.



Figura 51-3: Transporte de la palanca de guadua
Fuente: Autor



Figura 52-3: Palanca de guadua
Fuente: Autor



Figura 53-3: Cosecha de mazorca de cacao parte inferior
Fuente: Autor

3.5.1.2. Transporte de cacao

Después de la cosecha los agricultores trasladan las mazorcas a un sector para extraer la pepa de cacao en baba, con la ayuda de una canasta de totora la cual se sujeta a la frente del productor por medio de una cuerda o faja la cual está mal utilizada por partes del cuerpo como es la cabeza y el cuello, dificultando la manipulación de la carga de 16kg y ocasionando dolores en cuello y espalda.



Figura 54-3: Transporte con la canasta de totora
Fuente: Asociación agroartesanal wiñak

3.5.2. Lesiones musculoesqueléticas expuestas

3.5.2.1. Lesiones por la cosecha

Tendinitis del manguito de los rotadores

Los tendones en la articulación del hombro

Epicondilitis y epitrocleítis

El uso excesivo de los tendones con dolor a lo largo del brazo

Síndrome del túnel cubital

Originado por la flexión extrema del codo

3.5.2.2. Lesiones por el transporte

Síndrome de estrecho torácico

Aparece por la compresión de los nervios y los vasos sanguíneos que hay entre el cuello y el hombro.

Síndrome cervical por tensión

Se origina por tensión de las fibras musculares del cuello.

3.5.3. Descripción de la matriz

La matriz de del MRL (Ministerio de Relaciones Laborales) permite realizar una estimación cualitativa de los factores de riesgos mecánicos, físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, existentes en los puestos de trabajo mediante la identificación del técnico responsable de la evaluación.

3.5.3.1. Análisis de la matriz MRL (Ministerio de Relaciones Laborales)

Se aplica la matriz del MRL utilizando fichas de verificación que identificando cualitativamente la existencia de riesgos ergonómicos que afectan a los puestos de cosecha y transporte de la mazorca de cacao.

En el puesto de cosecha se identifica la existencia de factores de sobre esfuerzos por la utilización de una palanca de guadua que es pesada y difícil de transportar y el riesgo de posiciones forzadas ya que el agricultor debe agacharse a cosechar la mazorca de cacao.

ANEXO A.

En el puesto transporte se identifica la existencia de factores de sobre esfuerzos ya que manejan cargas pesadas utilizando la cabeza para sujetar la carga al momento del transporte y el riesgo de manipulación manual de cargas ya que se desplaza transportando la mazorca de cacao excediendo el límite máximo de carga recomendada **ANEXO B.**

Las metodologías recomendadas por la matriz de MRL para la evaluación en el puesto de cosecha es el método REBA para evaluar posiciones forzadas cuando utilizan la palanca

de guadua para la cosecha en la parte superior de la planta y sobre esfuerzos cuando cosecha en la parte inferior de la planta, para el puesto de transporte el método REBA para sobre esfuerzos y G-INSHT para la manipulación de cargas cuando utiliza la cesta para transportar las mazorcas de cacao.

3.6. Aplicación de metodologías ergonómicas

3.6.1. Evaluación del puesto cosecha

Luego de analizar cualitativamente en la matriz del MRL, los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los agricultores se realiza el análisis cuantitativo con la metodología REBA sobre la correcta postura para la realización de la cosecha ya que instintivamente realizan su trabajo sin ningún conocimiento de las lesiones que pueden llegar a afectarles.

3.6.1.1. Método REBA para la parte inferior de la planta

Se aplica el método REBA cuando el agricultor cosecha en la parte inferior de la planta agachándose para alcanzar la mazorca de cacao madura.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 17-3: Puntuación flexión del cuello cosecha inferior
Fuente: Autor



Ángulos: 7° - 353°

Figura 55-3: Flexión del cuello cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Tabla 18-3: Puntuación por rotación del cuello cosecha inferior
Fuente: Autor



Figura 56-3: Rotación del cuello cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 19-3: Puntuación flexión del tronco cosecha inferior
Fuente: Autor



Ángulos: 64° - 296°

Figura 57-3: Flexión del tronco cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Tabla 20-3: Inclinación lateral del tronco cosecha inferior

Fuente: Autor



Figura 58-3: Inclinación lateral del tronco cosecha inferior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 21-3: Puntuación soportes cosecha inferior

Fuente: Autor



Figura 59-3: Soporte bilateral cosecha inferior

Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 22-3: Puntuación del grupo A cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 23-3: Puntuación flexión *del brazo*
Fuente: Autor



Ángulos: 85° - 275°

Figura 60-3: Flexión brazo cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 24-3: Puntuación elevación de hombros cosecha inferior
Fuente: Autor



Figura 61-3: Brazo abducido cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 25-3: Puntuación flexión del antebrazo cosecha inferior
Fuente: Autor



Ángulos: 202° - 158°

Figura 62-3: Flexión del antebrazo cosecha inferior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 26-3: Puntuación de la muñeca cosecha inferior
Fuente: Autor



Figura 63-3: Muñeca en posición neutra
Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 27-3: Puntuación grupo B cosecha inferior
Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 28-3: Puntuación carga o fuerzas cosecha inferior
Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro	+3

Tabla 29-3: Puntuación a la calidad de agarre cosecha inferior
Fuente: Autor

	Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 30-3: Puntuación C cosecha inferior

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura	+1

Tabla 31-3: Puntuación del tipo de actividad muscular cosecha inferior

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 32-3: Nivel de actuación cosecha inferior

Fuente: Autor

El grupo A tiene 6 puntos y el grupo B tiene 5 puntos no se modifican ningún grupo ya que el agarre es bueno y el peso menor a 5kg, la puntuación C es de 8 puntos pero la actividad muscular producen cambio de posturas importantes por ello la puntuación final es de 9 puntos que nos da un nivel de actuación de nivel 3, es decir un riesgo alto y es necesaria una actuación cuanto antes.

3.6.1.2. Método REBA para la parte superior de la planta

Se aplica el método REBA cuando el agricultor cosecha la mazorca en la parte superior de la planta utilizando una palanca de guadua como la actividad de las manos no es simétrica se realiza el análisis del lado derecho y el lado izquierdo de la persona.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 33-3: Puntuación flexión del cuello cosecha superior

Fuente: Autor



Ángulos: 12° - 348°

Figura 64-3: Flexión del cuello cosecha superior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 34-3: Puntuación flexión del tronco cosecha superior

Fuente: Autor



Figura 65-3: Flexión del tronco cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 35-3: Puntuación soporte cosecha superior
Fuente: Autor



Figura 66-3: Soporte unilateral cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 36-3: Puntuación Flexión de rodillas cosecha superior
Fuente: Autor



Ángulos: 34° - 326°

Figura 67-3: Flexión rodilla cosecha superior
Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 37-3: Puntuación del grupo A cosecha superior
Fuente: Autor

Lado derecho

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 38-3: Puntuación del brazo derecho cosecha superior
Fuente: Autor



Ángulos: 35 ° - 325 °

Figura 68-3: Flexión del brazo derecho cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 39-3: Puntuación brazo derecho abducido cosecha superior
Fuente: Autor



Figura 69-3: Brazo derecho abducido cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 40-3: Puntuación antebrazo derecho cosecha superior
Fuente: Autor



Figura 70-3: Antebrazo derecho cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	1
Flexión o extensión $> 15^\circ$	2

Tabla 41-3: Puntuación flexión de muñeca derecha cosecha superior
Fuente: Autor



Figura 71-3: Posición neutra de muñeca derecha cosecha superior
Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 42-3: Puntuación del grupo B derecho cosecha superior
Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 43-3: Puntuación de cargas derecho cosecha superior
Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro	+3

Tabla 44-3: Puntuación calidad de agarre derecho cosecha superior
Fuente: Autor

	Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 45-3: Puntuación C lado derecho cosecha superior

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura importantes	+1

Tabla 46-3: Puntuación de actividad muscular derecho cosecha superior

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 47-3: Nivel de actuación lado derecho cosecha superior

Fuente: Autor

El grupo A tiene 2 puntos y el grupo B del lado derecho tiene 3 punto, como no existen cambios en las puntuaciones por tener un buen agarre y la carga es de 3kg, se obtiene la puntuación C que es 2 punto pero se modifica ya que se mantiene estático y existe movimiento repetitivo dando la puntuación final de 4 puntos, es decir el nivel 2, el riesgo medio y es necesaria la actuación.

Lado izquierdo

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 48-3: Puntuación flexión brazo izquierdo cosecha superior
Fuente: Autor



Ángulos: 266° - 94°

Figura 72-3: Flexión brazo izquierdo cosecha superior
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 49-3: Puntuación brazo izquierdo abducido cosecha superior
Fuente: Autor



Figura 73-3: Brazo izquierdo abducido cosecha superior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 50-3: Puntuación flexión antebrazo izquierdo cosecha superior

Fuente: Autor



Ángulos: 143° - 217°

Figura 74-3: Flexión antebrazo izquierdo cosecha superior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 51-3: Puntuación flexión muñeca izquierda cosecha superior

Fuente: Autor



Ángulos: 24° - 336°

Figura 75-3: Flexión muñeca izquierda cosecha superior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Torsión o desviación radial o cubital	+1

Tabla 52-3: Puntuación torsión muñeca derecha cosecha superior

Fuente: Autor



Figura 76-3: Torsión muñeca derecha cosecha superior

Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 53-3: Puntuación grupo B lado izquierdo cosecha superior

Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 54-3: Puntuación de cargas izquierdas cosecha superior

Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro	+3

Tabla 55-3: Puntuación calidad de agarre izquierdo cosecha superior

Fuente: Autor

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 56-3: Puntuación C lado derecho cosecha superior

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura importantes	+1

Tabla 57-3: Puntuación de actividad muscular cosecha superior

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 58-3: Nivel de actuación lado izquierdo cosecha superior

Fuente: Autor

El grupo A tiene 2 puntos y el grupo B del lado izquierdo tiene 8 punto, como no existen cambios en las puntuaciones por tener un buen agarre y la carga es de 3kg, se obtiene la puntuación C que es de 6 punto pero si se modifica ya que se mantiene estático y existe movimiento repetitivo dando la puntuación final de 8 puntos, es decir el nivel 3, el riesgo alto y la actuación cuanto antes.

3.6.2. Evaluación del puesto transporte

Luego de analizar cualitativamente en la matriz del MRL, los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los agricultores se realiza el análisis cuantitativo con la metodología REBA sobre la correcta postura y la metodología G-INSHT sobre el movimiento manual de cargas al transportar la mazorca de cacao ya que instintivamente realizan su trabajo sin ningún conocimiento de las lesiones que pueden llegar a afectarles.

3.6.2.1. Método REBA trasportar

Los agricultores transportar la carga soportada de la cabeza y apoyada en la espalda, inclinando el troco para mantener una estabilidad y peso de 16kg.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 59-3: Puntuación flexión cuello transporte

Fuente: Autor



Ángulos: 49° - 311°

Figura 77-3: Flexión cuello transporte

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 60-3: Puntuación flexión del tronco transporte

Fuente: Autor



Ángulos: 28° - 332°

Figura 78-3: Flexión del tronco transporte

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 61-3: Puntuación soporte transporte
Fuente: Autor



Figura 79-3: Soporte bilateral transporte
Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 62-3: Puntuación grupo A transporte
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 63-3: Puntuación flexión brazo transporte

Fuente: Autor



Ángulos: 28° - 332°

Figura 80-3: Flexión brazo transporte

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 64-3: Puntuación flexión antebrazo transporte

Fuente: Autor



Ángulos: 160° - 200°

Figura 81-3: Flexión antebrazo transporte

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 65-3: Puntuación flexión muñeca transporte

Fuente: Autor



Figura 82-3: Flexión muñeca transporte

Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 66-3: Puntuación grupo B transporte

Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 67-3: Puntuación cargas transporte

Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro,	+3

Tabla 68-3: Puntuación calidad de agarre transporte

Fuente: Autor

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 69-3: Puntuación C transporte

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura importantes	+1

Tabla 70-3: Puntuación tipo de actividad muscular transporte

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 71-3: Nivel de actuación transporte

Fuente: Autor

El grupo A tiene 4 puntos y el grupo B tiene 2 punto, como la carga es mayor a 10kg cambia en la puntuación del grupo A en 6 puntos y por tener un agarre malo cambia en el grupo B en 4 puntos, se obtiene la puntuación C que es de 7 punto pero si se modifica ya que se mantiene estático dando la puntuación final de 8 puntos, es decir el nivel 3, el riesgo alto y la actuación cuanto antes.

3.6.2.2. Método G-INSHT en el transporte

Se analiza bajo el método G-INSHT ya que los agricultores transportar la carga de 16kg soportada de la cabeza y apoyada en la espalda, inclinando el troco para mantener una estabilidad.



Figura 83-3: Postura cuando transporta la carga

Fuente: Autor

Análisis cuantitativo

Peso teórico

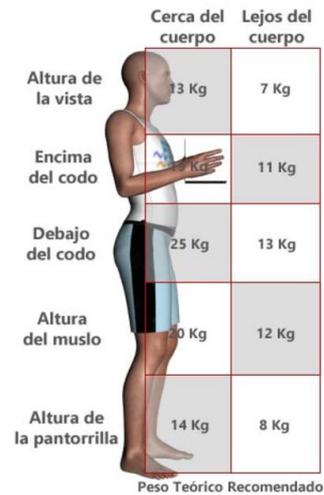


Figura 84-3: Peso teórico recomendado
Fuente: (Diego Mas, 2015)

ALTURA	Cerca del cuerpo	Lejos del Cuerpo
Altura de la vista	13	7
Por encima del codo	19	11
Por debajo del codo	25	13
Altura del muslo	20	12
Altura de la pantorrilla	14	8

Tabla 72-3: Peso teórico recomendado
Fuente: Autor

Factor de Población Protegida

Nivel de Protección	% de población protegida	Factor de corrección
General	85%	1
Mayor Protección	95%	0.6
Trabajadores entrenados	trabajadores especiales	1.6

Tabla 73-3: Factor de población protegida
Fuente: Autor

Factor de Distancia Vertical

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm.	1
Hasta 50 cm.	0.91
Hasta 100 cm.	0.87
Hasta 175 cm.	0.84
Más de 175 cm.	0

Tabla 74-3: Factor de distancia vertical
Fuente: Autor

Factor de Giro

Giro del Tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0.9
Girado (hasta 60°)	0.8
Muy girado (90°)	0.7

Tabla 75-3: Factor de giro
Fuente: Autor

Factor de Agarre

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0.95
Agarre malo	0.9

Tabla 76-3: Factor de agarre
Fuente: Autor

Factor de Frecuencia

Duración de la manipulación			
Frecuencia de manipulación	Menos de 1 hora al día	Entre 1 y 2 horas al día	Entre 2 y 8 horas al día
1 vez cada 5 minutos	1	0.95	0.85
1 vez por minuto	0.94	0.88	0.75
4 veces por minuto	0.84	0.72	0.45
9 veces por minuto	0.52	0.30	0.00
12 veces por minuto	0.37	0.00	0.00
Más de 15 veces	0.00	0.00	0.00

Tabla 77-3: Factor de Frecuencia
Fuente: Autor

Peso aceptable

$$\text{PESO ACEPTABLE} = \text{PESO TEÓRICO} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

$$\text{PESO ACEPTABLE} = 19\text{kg} * 1 * 0.87 * 1 * 0.9 * 0.95$$

$$\text{PESO ACEPTABLE} = 14.91\text{kg}$$

Peso real

$$\text{PESO REAL} = 16 \text{ kg}$$

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real ≤ Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real > Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Tabla 78-3: Peso Real vs. Peso Aceptable
Fuente: Autor

Peso Total Transportado Diariamente

$$\text{PTTD} = \text{Peso Real} * \text{Frecuencia de manipulación} * \text{Duración total de la tarea}$$

$$\text{PTTD} = 16\text{kg} * 10\text{veces} * 1\text{hora}$$

$$\text{PTTD} = 160\text{kg/hora}$$

$$\text{PTTD} = 160\text{kg/hora} * 7\text{horas}$$

$$\text{PTTD} = 1120 \text{ kg/día}$$

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)
Hasta 10 metros	10.000 Kg
Más de 10 metros	6.000 Kg

Tabla 79-3: Kilogramos transportados por día recomendado

Fuente: Autor

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)	Riesgo
Hasta 10 metros	$PTTD \leq 10.000 \text{ Kg}$	Tolerable
	$PTTD > 10.000 \text{ Kg}$	No Tolerable
Más de 10 metros	$PTTD \leq 6.000 \text{ Kg}$	Tolerable
	$PTTD > 6.000 \text{ Kg}$	No Tolerable

Tabla 80-3: Riesgo de los kilogramos transportados por día recomendado

Fuente: Autor

Análisis cualitativo

Condiciones ergonómicas de la manipulación	
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?	X
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?	
¿El tamaño de la carga es mayor de 60 x 50 x 60 cm?	
¿Puede ser peligrosa la superficie de la carga?	
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?	
¿Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperada?	
¿Son insuficientes las pausas?	
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?	
¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?	
¿Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador?	X
¿Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta?	
¿Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación?	X
¿Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas extremas?	
¿Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga?	
¿Es deficiente la iluminación para la manipulación?	
¿Está expuesto el trabajador a vibraciones?	

Tabla 81-3: Condiciones de manipulación cualitativa

Fuente: Autor

Características individuales del trabajador	
¿La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación?	
¿Es inadecuado el calzado para la manipulación?	
¿Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga?	X
¿Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (en caso de estar descentrado)?	X
¿Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de cargas?	X
¿Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad?	X

Tabla 82-3: Características individuales

Fuente: Autor

Una vez analizado el método G-INSHT se obtiene que el peso real que carga con la cesta es de 16kg y es mayor al peso teórico calculado de 14,91kg dando un riesgo intolerable, es por eso que se debe realizar un análisis de la carga con la que trabajan los agricultores y realizar capacitaciones ya que los agricultores carecen de información sobre la carga máxima que deben transportar y como transportarla.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

4.1. Parámetros de diseño

4.1.1. Descripción antropométrica de los productores

Para el diseño tomaremos en cuenta la estatura de los productores encuestados el cual nos dio un promedio de 159cm encontrando las dimensiones de los segmentos del cuerpo.

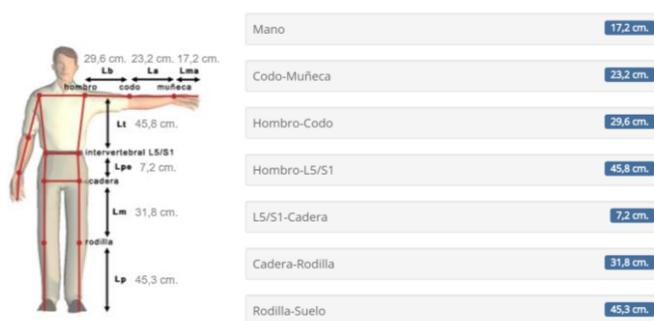


Figura 85-4: Medidas antropométricas de los segmentos del cuerpo
Fuente: (Diego Mas, 2015)

4.1.2. Descripción de las medidas árbol de cacao

Un árbol de cacao puede crecer muy alto formando un gran árbol pero se recomienda que no debe de exceder en una altura mayor a 4m creando la forma de una copa, el cual facilita la cosecha de los frutos que crecen del tronco de la planta y proporciona una mayor captación de rayos solares en las hojas para la fotosíntesis.

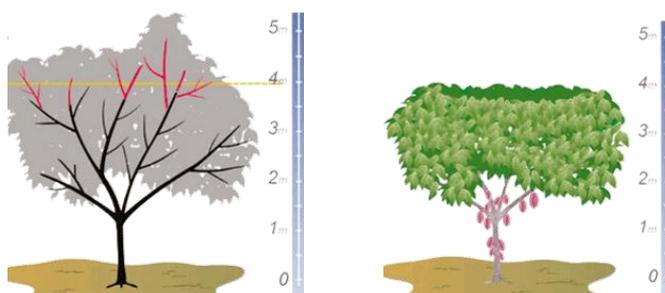


Figura 86-4: Altura recomendado de la planta de cacao
Fuente: (Lutheran World Relief, 2013)

4.2. Variables de Diseño

Las variables de diseño son los componentes que un prototipo ergonómico que necesita para realizar funciones sin ocasionar lesiones con la finalidad de mejorar el estilo de vida y el rendimiento físico.

Extensor cosechador

- Extensor telescópico
- Pieza de regulación
- Mangos de sujeción
- Podadora para cacao
- Apoya antebrazo

Backpack

- Marco de Aluminio
- Hombreras
- Cinturón lumbar
- Apoya espalda
- Cesta

4.2.1. Materiales para el extensor cosechador

El material seleccionado para el diseño del extensor cosechador es el perfil de aluminio código: 1204 y 1205 del catálogo Cedal.

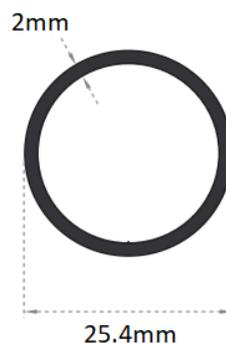


Figura 87-4: Perfil de aluminio 1204 Cedal
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

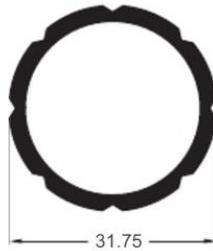


Figura 88-4: Perfil de aluminio 1205 Cedal
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

Referencia	Diámetro (D)		Espesor (E) mm	Peso kg/m
	Milímetros	Pulgadas		
1204	25.40	1	2.00	0.380
1205	31.75	1 1/4	2.66	0.626

Tabla 83-4: Descripciones los perfiles de aluminio 1204 y 1205
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

Aleación del perfil Cedal

Cedal procesa en sus productos conforme la norma NTE INEN 2250:2000, utiliza aleación de aluminio 6063 con un temple T5 (dureza de 10 a 12 grados webster).

Composición química del aluminio 6063

Esta aleación está compuesta químicamente de silicio, hierro, magnesio, manganeso, cobre, cromo, zinc, titanio, varios y aluminio con los siguientes porcentajes:

No. Aleación	Si	Fe	Mg	Mn	Cu	Cr	Zn	Ti	Varios	Al (min)
6063	0.20 - 0.60	0.35	0.45 - 0.90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	restante

Figura 89-4: Porcentajes de la composición química aleación 6063
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

Características		
Módulo elástico	6.9e+010	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.33	N/D
Módulo cortante	2.58e+010	N/m ²
Densidad de masa	2700	kg/m ³
Límite de tracción	185000000	N/m ²
Límite elástico	145000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	2.34e-005	/K
Conductividad térmica	209	W/(m·K)
Calor específico	900	J/(kg·K)

Tabla 84-4: Características de la aleación 6063 T5

Fuente: Autor

4.2.2. Material utilizado para impresiones 3D

Para la impresión en 3D existen dos materiales en el mercado los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla selección de material para la impresora 3D		
Materiales	Imágenes	Características
ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)		Altas temperatura Alta resistencia mecánica No es biodegradable Difícil de manipular
PLA (ácido poliláctico)		Biodegradable Buena resistencia mecánica No contaminante Bajas temperaturas Fácil de manipular

Tabla 85-4: Materiales para impresoras 3D

Fuente: Autor

Tabla de ponderaciones de selección material para impresiones 3D		
	ABS	PLA
Resistencia	10	7
Biodegradable	8	5
Manipulación	10	7
Temperatura	9	6
TOTAL	37	25

Tabla 86-4: Ponderación selección del material

Fuente: Autor

El material seleccionado para las impresiones es ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) por su resistencia mecánica, resistencia a altas temperaturas, no es biodegradable y fácil de manipular para la impresión.

Alargamiento en la rotura (%)	45
Coefficiente de fricción	0,5
Módulo de tracción (GPa)	2,1-2,4
Resistencia a la tracción (MPa)	41-45
Resistencia al impacto Izod (J/m^{-1})	200-400
Absorción de agua en 24 horas (%)	0.3-0.7
Densidad (g/cm^3)	1,05
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia a los ultravioletas	Baja

Tabla 87-4: Propiedades del ABS

Fuente: (Siim and Co., S.L., 2005)

4.2.3. Selección de la podadora para cacao

Para realizar la cosecha se debe utilizar una podadora con filo la cual permita facilitar el corte de la mazorca de cacao.

Tabla de selección de podadora			
Nombres	Imagen	Numero de filos cortantes	Corte
Desjarretadera		2	Rapida
Serrucho de poda		1	Lenta
Podón		1	Rapida

Tabla 88-4: Tipo de podadoras
Fuente: Autor

Tabla de ponderaciones de selección podadora			
	Desjarretadera	Serrucho de poda	Podón
Filos cortantes	10	5	5
Corte	10	5	10
TOTAL	20	10	15

Tabla 89-4: Ponderación de selección de podadora
Fuente: Autor

El podador seleccionado es la desjarretadera por tener dos filos cortantes y un corte rapido.



Figura 90-4: Podadora desjarretadera
Fuente: Autor

4.2.4. Material del marco Backpack

El material seleccionado para el diseño del marco para el backpack es el perfil de aluminio 1204 Catalogo Cedal.

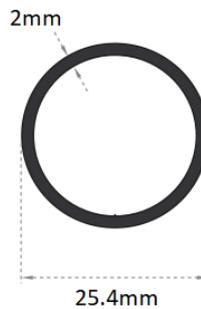


Figura 90-4: Perfil de aluminio 1204 Cedal
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

Referencia	Diámetro (D)		Espesor (E) mm	Peso kg/m
	Milímetros	Pulgadas		
1204	25.40	1	2.00	0.380

Tabla 90-4: Descripciones los perfiles de aluminio 1204
Fuente: (Cedal aluminio, 2016)

4.2.5. Conectores

Para realizar la unión entre los tubos de aluminio se seleccionó uniones de PVC (polivinilo clorado), codos de presión a 90° de $\frac{3}{4}$ y Tee de presión reducida de $\frac{3}{4}$, ya que son más ligeros y resistentes.



Figura 91-4: Codo de presión 90° 3/4
Fuente: (Tigre S.A., 2016)



Figura 92-4: Tee de presión reducida 3/4
Fuente: (Tigre S.A., 2016)

Módulo elástico	2410000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3825	N/D
Módulo cortante	866700000	N/m ²
Densidad de masa	1300	kg/m ³
Límite de tracción	40700000	N/m ²
Conductividad térmica	0.147	W/(m·K)
Calor específico	1355	J/(kg·K)

Tabla 91-4: Propiedades del PVC
Fuente: (Tigre S.A., 2016)

4.2.6. Material para cesta, hombreras y cinturón lumbar

En el mercado existen diferentes materiales (tela) como vemos en la siguiente tabla:

Tabla selección de material para tela			
Polipropileno	No absorbe agua	Se estira moderadamente	Poca resistencia al sol
Poliéster	Absorbe algo de agua	Resistente al estirar	Mucha resistencia al sol
Nylon	Absorbe mucha agua	Muy resistente al estirar	Alguna resistencia al sol

Tabla 92-4: Tipos de telas para mochilas
Fuente: Autor

Tabla de ponderación tela para la cesta			
	Polipropileno	Poliéster	Nylon
Absorbe agua	9	7	3
Resistencia al estirar	2	8	9
Resistencia al sol	2	10	6
Total	13	25	18

Tabla 93-4: Ponderación de tipos de telas
Fuente: Autor

Después de analizar los diferentes tipos de materiales se selecciona el poliéster gracias a su gran resistencia a la exposición al sol, resistencia a ser estirado y la poca absorción de agua.



Figura 93-4: Tela poliéster
Fuente: (yhtextiles, 2017)

4.3. Diseño del prototipo ergonómico

Para el diseño de los prototipos ergonómicos se toma como referencia los parámetros de diseño en los cuales podemos ver que es importante para el diseño del extensor cosechador y para el diseño del backpack.

4.3.1. Diseño del extensor cosechador

Para obtener una mejor visualización de los componentes se utiliza el software Solidworks para el diseño de este prototipo, el diseño del extensor se toma una medida importante que es la altura de la planta de cacao la cual es de 4m a 5m, para que el extensor tenga una medida de 4m de extensión máxima, más la altura de la persona agricultor si se puede alcanzar la altura de 5m.

4.3.1.1. Tubo de aluminio

Para que el extensor tenga ese alcance y sea fácil de transportar se utiliza perfil de aluminio ya que las propiedades de este material son las ideales como son: resistentes a la corrosión, ligero, resistentes a golpes. Y para ello se seleccionó dos perfiles 1204 de 25,4mm de diámetro exterior y el 1205 de 31.75mm de diámetro exterior del catálogo de Cedal los cuales tendrán una medida de 2m de largo cada uno.



Figura 94-4: Diseño del perfil 1204
Fuente: Autor



Figura 95-4: diseño de perfil 1205
Fuente: Autor

4.3.1.2. Pieza de regulación

Para la unión de estos perfiles se diseñó una pieza de ajuste la cual consta de dos diámetros diferentes para el encaje de los perfiles a utilizar, en el diámetro mayor se sujeta al perfil con la ayuda de un perno fijo, y al el otro extremo se sujeta al perfil con un perno de sujeción de liberación rápida la cual permitirá ajustar el extensor fácilmente a la medida requerida.

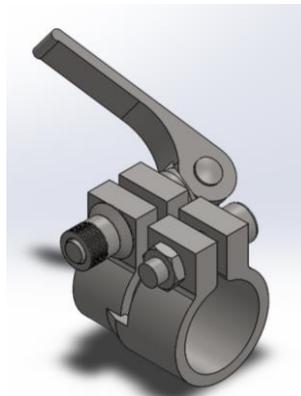


Figura 96-4: Diseño pieza de regulación
Fuente: Autor

4.3.1.3. Mangos de sujeción

Para que el agricultor pueda aplicar su fuerza más óptimamente al manejar el extensor cuando cortar la mazorca del cacao se diseñó dos mangos ajustables en dirección perpendicular al extensor que permita a la muñeca se mantenga en posición neutra con dirección del antebrazo.

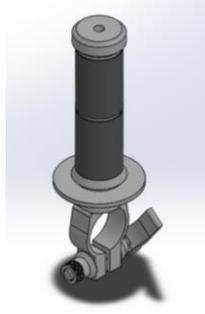


Figura 97-4: Diseño mango de sujeción
Fuente: Autor

4.3.1.4. Apoya antebrazo

Al momento de utilizar el extensor con el mango no va a tener una correcta estabilidad es por eso se diseñó un apoya brazo el cual fija el antebrazo en dirección paralela al extensor aumentando la estabilidad al momento de manipular.

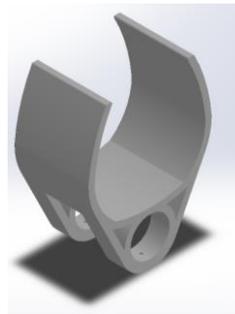


Figura 98-4: Diseño apoya antebrazo
Fuente: Autor

4.3.1.5. Conjunto

Ya diseñado las partes ergonómicas del extensor se complementa con una podadora en el extremo superior y un tapón de caucho en la parte inferior para apoyar el extensor en el suelo.



Figura 99-4: Diseño extensor cosechador extendido
Fuente: Autor



Figura 100-4: Diseño extensor cosechador contraído
Fuente: Autor

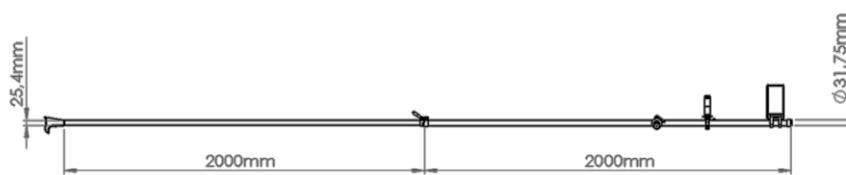


Figura 101-4: Medidas del diseño del extensor cosechador
Fuente: Autor

4.3.1.6. Masa de los componentes del extensor

Componentes del extensor cosechador		
Elementos	Material	Masa (kg)
Perfil Cedal 1204	Aluminio	0,78
Perfil Cedal 1205	Aluminio	0,87
Pieza de regulación	Plástico	0,02
Mangos de sujeción	Plástico	0,23
Apoya antebrazo	Plástico	0,02
Tuerca y Tornillo fijo	Acero	0,02
Perno de liberación rápida	Aluminio	0,03
Regatón	Plástico	0,01
Podadora desjarretadera	Acero	0,13
Total		2,11

Tabla 94-4: Masa de los elementos del extensor cosechador
Fuente: Autor

4.3.1.7. Análisis de fuerzas del extensor

El extensor tiene una longitud máxima de 4000mm y mínima de 2000mm, un peso total de 2,11kg-f que nos da una masa de 2,11kg, la distancia del antebrazo obtenida en los parámetros de diseño es de 233mm es decir donde se va a aplicar la fuerza para mantener el extensor y un apoyo para la dirección del extensor a 300mm.

Datos:

$W = \text{peso} = ?$

$g = \text{gravedad} = 9,81 \text{ m/s}^2$

$m = \text{masa total} = 2,11 \text{ kg}$

$$W = m * g$$

$$W = 2,11 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 20,7 \text{ N}$$

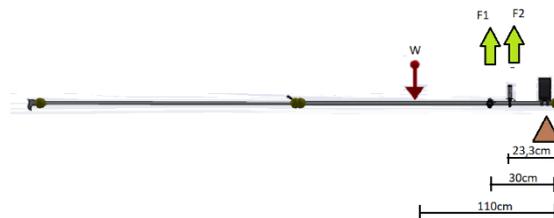


Figura 102-4: Diagrama de fuerzas extensor cosechador

Fuente: Autor

Datos:

$F1 = \text{Fuerza 1} = ?$

$F2 = \text{Fuerza 2} = ?$

$DF1 = \text{Distancia del apoyo a la fuerza 1} = 23,3 \text{ cm}$

$DF2 = \text{Distancia del apoyo a la fuerza 2} = 30 \text{ cm}$

$W = \text{peso} = 20,7 \text{ N}$

$DW = \text{Distancia del apoyo al peso} = 110 \text{ cm}$

$$M = 0$$

$$(F1 \times DF1) + (F2 \times DF2) - (W \times DW) = 0$$

$$(F1 \times DF1) + (F2 \times DF2) = (W \times DW)$$

$$F1 + F2 = F$$

$$F = \frac{W \times DW}{DF1 + DF2}$$

$$F = \frac{20,7N \times 110cm}{(23,3cm + 30cm)}$$

$$F = 42,72N$$

$$F1 + F2 = 42,72N$$

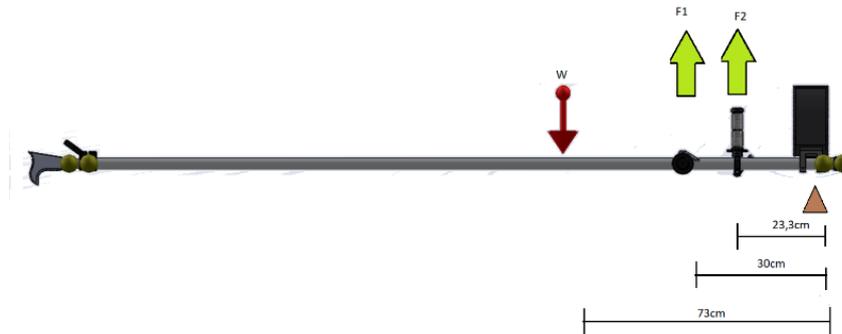


Figura 103-4: Diagrama de fuerzas extensor contraído

Fuente: Autor

Datos:

F1= Fuerza1 = ?

F2= Fuerza 2= ?

DF1= Distancia del apoyo a la fuerza 1= 23,3cm

DF2= Distancia del apoyo a la fuerza 2= 30cm

W= peso = 20,7 N

DW= Distancia del apoyo al peso = 73cm

$$M = 0$$

$$(F1 \times DF1) + (F2 \times DF2) - (W \times DW) = 0$$

$$(F1 \times DF1) + (F2 \times DF2) = (W \times DW)$$

$$F1 + F2 = F$$

$$F = \frac{W \times DW}{DF1 + DF2}$$

$$F = \frac{20,7N \times 73cm}{(23,3cm + 30cm)}$$

$$F = 28,35N$$

$$F1 + F2 = 28,35N$$

4.3.1.8. Análisis estático de extensor cosechador

Para iniciar el análisis estático ingresamos el peso calculado de 20,7N distribuido a lo largo del extensor cosechador.

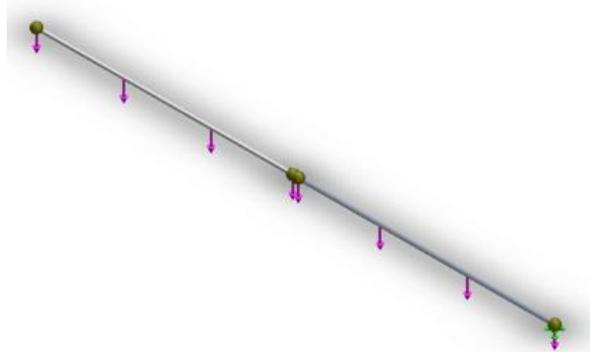


Figura 104-4: Análisis estático extensor cosechador
Fuente: Autor

Tensión de Von Mises

Obtenemos en una escala de deformación de 0,333573, una tensión mínima de (4.818e+002 N/m²) y como tensión máxima (4.680e+008 N/m²).

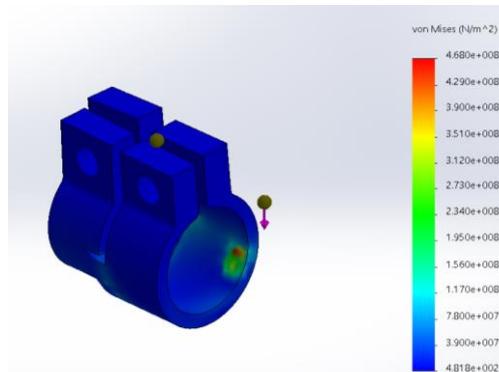


Figura 105-4: Tensión de Von Mises extensor cosechador
Fuente: Autor

Análisis de deformación del material

Se constituye el análisis con una escala de deformación de 0,333573 en la que se determina que el desplazamiento es de 1208.59 mm.

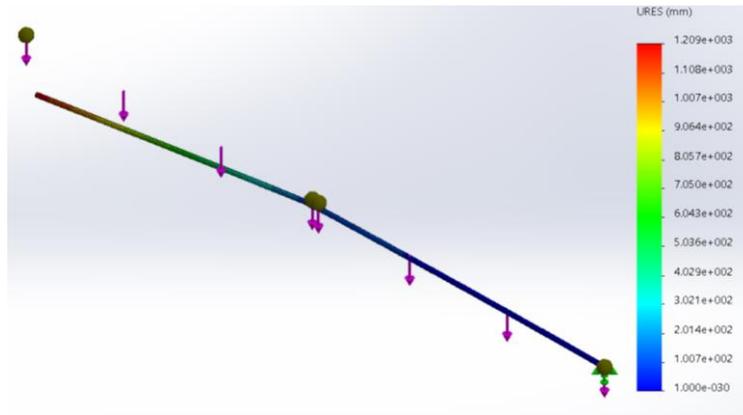


Figura 106-4: Deformación del material extensor cosechador
Fuente: Autor

Factor de seguridad

Obtenemos el factor de seguridad del software Solidworks, FDS: 2

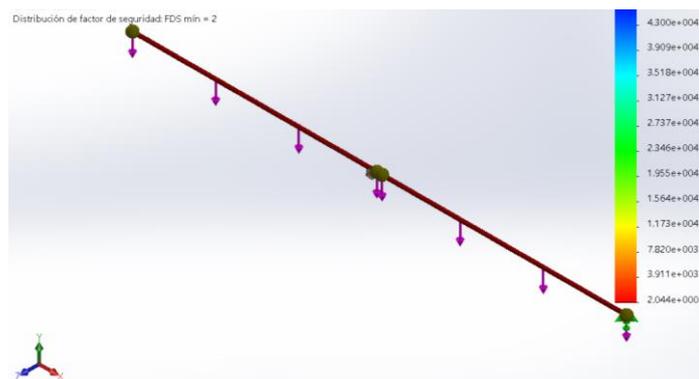


Figura 107-4: Factor de seguridad extensor cosechador
Fuente: Autor

4.3.2. Diseño del Backpack

Para obtener una mejor visualización de los componentes se utiliza el software Solidworks para el diseño de este prototipo, el diseño del backpack se toma una medida importante que es la extensión del torso obtenida en el promedio de las personas encuestadas y los ángulos que forman la columna vertebral para adaptarse a ella.

4.3.2.1. Estructura de aluminio

Para obtener una mayor firmeza al momento de desplazar la carga obtenida después de la cosecha se diseña una estructura de perfil de aluminio 1204 de 25,4 cm de diámetro, consta de un sistema ajustable para los diferentes tamaños de torso ya sea de una mujer de 40- 47cm y de un hombre 45-52 cm, y para que el marco se acople a la forma de la espalda se realiza un dobles del marco con ángulos de 161° y 164° como en la.



Figura 108-4: Ángulos de curvatura de espalda
Fuente: Autor

	Estatura	Longitud del torso
Hombre	160-175 cm	45-52 cm
Mujer	155-170 cm	40-47 cm

Tabla 95-4: Tamaños de torso y altura
Fuente: Autor



Figura 109-4: Diseño de la estructura de aluminio
Fuente: Autor

4.3.2.2. Cesta

Este diseño se adapta a la parte posterior de la estructura en donde se deposita la carga, con una altura de 70cm, en la parte superior un ancho de 38cm y largo de 35cm, en la parte inferior ancho de 38cm y un largo de 15cm. Reduciéndose en la parte inferior de esta manera la carga se mantenga en la espalda alta del agricultor.

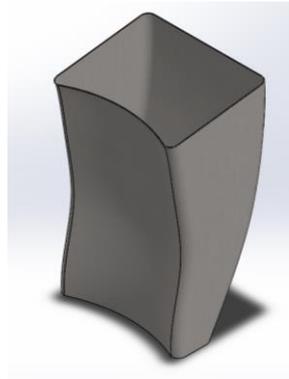


Figura 110-4: Diseño de la cesta
Fuente: Autor

4.3.2.3. Hombreras

El diseño de las hombreras trasmite reducir la carga a los hombros y la espalda del agricultor, consta de cintas ajustables que permitan estar en contacto directo y firme con el cuerpo, un ancho de 8cm en la parte de los hombros y se reduce a 6cm en la parte inferior, con almohadillas que se sienten más comodidad al momento de utilizarlas, y un largo de 40cm, también tiene un broche ajustable para el pecho que refuerza el contacto de las hombreras con el pecho.



Figura 111-4: Diseño de hombreras
Fuente: Autor

4.3.2.4. Cinturón lumbar

Este diseño de cinturón permite transmitir el peso de la carga a las caderas direccionando directamente a las piernas, se ajusta sobre las caderas abrazando la cintura del agricultor con la ayuda de un broche que facilita la colocación y cese del agarre, siendo ajustable a las dimensiones de la cintura del agricultor, con un ancho de 100mm y un largo de 850mm.

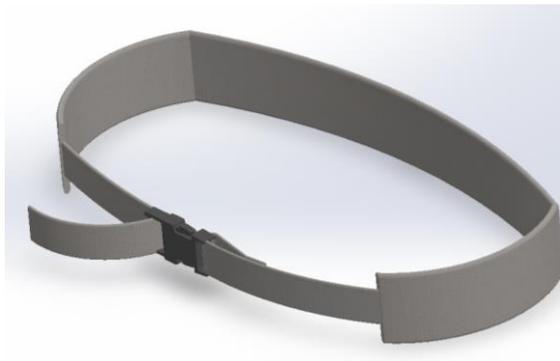


Figura 112-4: Diseño del cinturón lumbar
Fuente: Autor

4.3.2.5. Apoya espalda

Se diseña el apoya espalda para evitar el contacto directo de la espalda con la estructura de aluminio, envolviendo el marco gracias a reatas y hebillas de ajuste que permiten mayor comodidad para la espalda, teniendo un ancho de 150mm y un largo de 400mm.

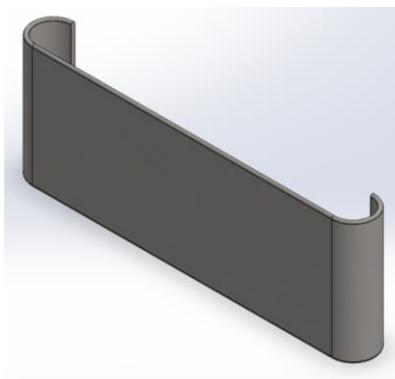


Figura 113-4: Apoya espalda
Fuente: Autor

4.3.2.6. Conjunto backpack

Ya diseñada las partes que componen como es la estructura, la cesta, las hombreras, el cinturón lumbar y apoya espalda formando así el modelo del backpack para su construcción con medidas de 900mm de altura y por 370mm de ancho.



Figura 114-4: Diseño del backpack
Fuente: Autor

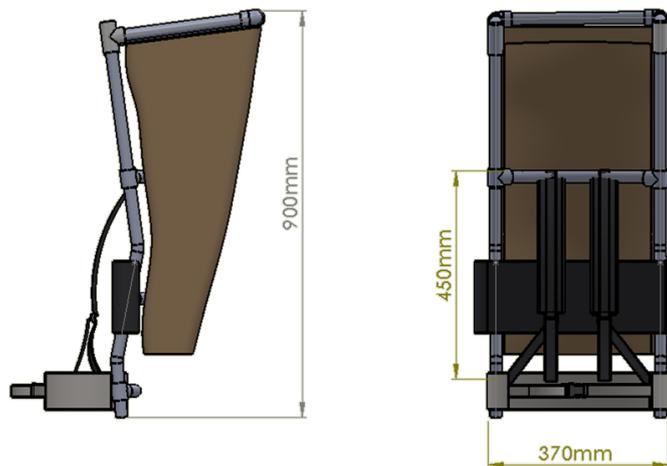


Figura 115-4: Medidas del diseño del backpack
Fuente: Autor

4.3.2.7. Masa de los componentes del backpack

Componentes backpack		
Elemento	Material	Masa(kg)
Perfil Cedal 1204	Aluminio	1,84
Codos	Plástico	0,01
Tee	Plástico	0,05
Cesta	Poliéster	0,25
Hombreras	Poliéster	0,15
Cinturón lumbar	Poliéster	0,14
Apoya espalda	Poliéster	0,16
Total		2,60 kg

Tabla 96-4: Masa de los componentes del backpack
Fuente: Autor

4.3.2.8. Análisis estático de las fuerzas

Carga máxima a soportar 25kg

Calculo del peso

$$w = m * g$$
$$w = 25kg * 9,81 m/s^2$$
$$w = 245,20N$$

Para iniciar el análisis estático ingresamos el peso calculado de 245,20N distribuido en donde se sujeta en cesto

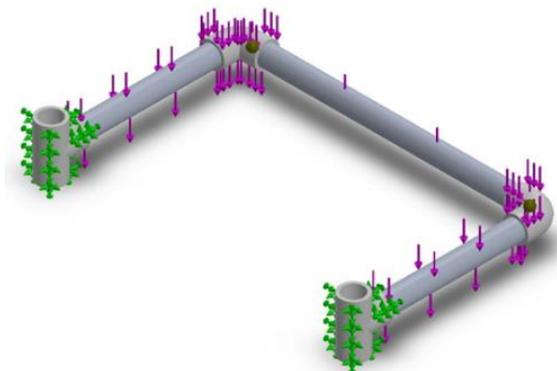


Figura 116-4: Análisis estático del backpack
Fuente: Autor

Tensión de Von Mises

La escala de deformación de 4,48195, obteniendo como una tensión mínima de (1,096e+002 N/m²) y como tensión máxima (3.841e+008 N/m²).

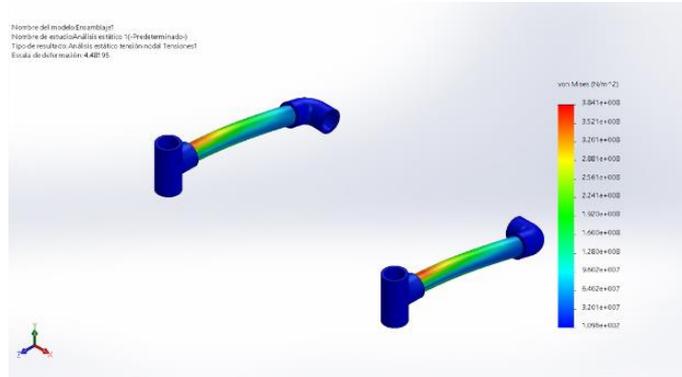


Figura 117-4: Tensión de Von Mises backpack
Fuente: Autor

Análisis de deformación del material

Se representa el análisis estático a una escala de deformación de 4,48195 en la que se determina que el desplazamiento de 9.56084 mm

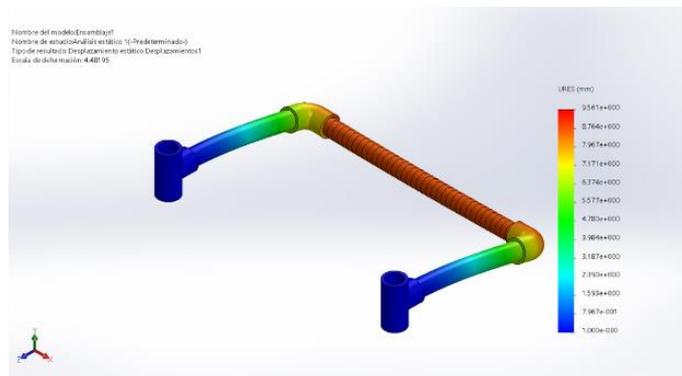


Figura 118-4: Deformación del material backpack
Fuente: Autor

Factor de seguridad

Obtenemos el factor de seguridad del software Solidworks,

FDS: 2

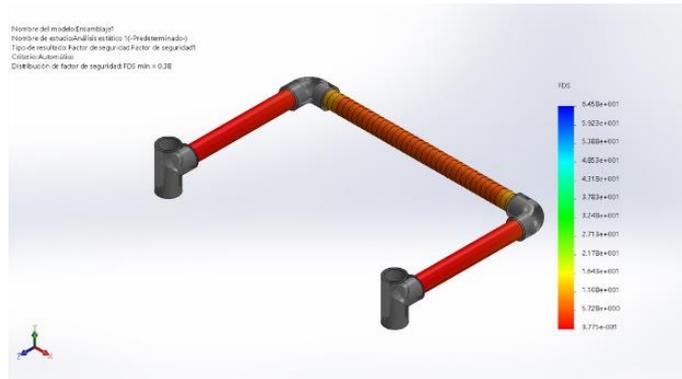


Figura 119-4: Factor de seguridad backpack
Fuente: Autor

Centro de gravedad

Gracias al software Solidworks se encuentra el centro de gravedad del prototipo backpack.

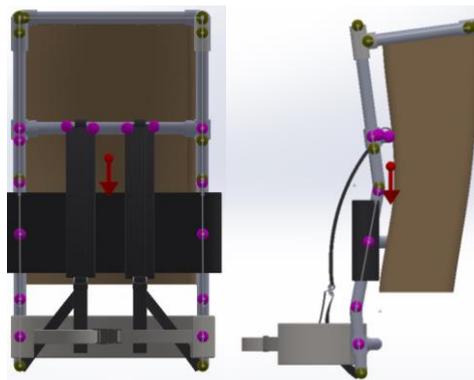


Figura 120-4: Centro de gravedad backpack
Fuente: Autor

4.4. Construcción de los prototipos

Para la construcción de los prototipos tomaremos los materiales y accesorios antes seleccionados en las variables de diseño, las dimensiones y los ángulos obtenidos de los diseños realizados en Solidworks.

4.4.1. Construcción del extensor cosechador

El extenso cosechador consta de perfiles de aluminio ya seleccionados, tuercas tornillos y pernos de ajuste de liberación rápida y piezas que no existen en el mercado para ello se utilizara una impresora 3D de la marca SeemeCNC, modelo ROSTOCK MAX.

4.4.1.1. Construcción del extensor de aluminio

Para la construcción del extensor de 4m de largo se utilizó aluminio perfil Cedal 1204 de 2m de largo por un diámetro de 25.4mm y perfil Cedal 1205 de 2m de largo por un diámetro de 31.75mm, donde ingresa el perfil 1204 dentro del perfil 1205.



Figura 121-4: Perfiles de aluminio 1204 y 1205

Fuente: Autor

4.4.1.2. Construcción de la pieza de regulación

Ya que en el mercado no existe este tipo de piezas se construye con la ayuda del software Solidworks y una impresora 3D, con material ABS ya seleccionado en un tiempo de 2horas y 30 minutos, con una dimensión de 45mm de alto por 50mm de ancho y agujeros que permitan el ingreso de pernos para ajustarse a los perfiles.



Figura 122-4: Pieza de regulación impresa

Fuente: Autor

Se utiliza un tornillo de cabeza hexagonal y una tuerca de rosca M8 para que la pieza de ajuste se mantenga fija en el perfil 1205.



Figura 123-4: Tornillo y tuerca M8
Fuente: Autor

Para que el extensor pueda tomar una distancia entre 2m y 4m de largo se utiliza un perno de sujeción de liberación rápida en el perfil 1204 que le permite fijar y soltar con rapidez para ajustar a las dimensiones que necesite al momento de cosechar.



Figura 124-4: Perno de sujeción de liberación rápida
Fuente: Autor

Una vez ya impresa la pieza de ajuste se coloca el tornillo y la tuerca en donde se encuentra el diámetro mayor y el perno de sujeción de liberación rápida se coloca en el extremo opuesto donde se encuentra el diámetro menor, obteniendo así la pieza de regulación.



Figura 125-4: Conjunto de Pieza de regulación
Fuente: Autor

4.4.1.3. Construcción de los mangos de sujeción

Para la construcción de los mangos de sujeción se utilizó el software solidworks y una impresora 3D con material ABS con un tiempo de duración de 4 horas con dimensiones de 70mm de largo por 56 mm de ancho, consta de un diámetro de 32mm en donde ingresa en el perfil 1205, un agujero para el ingreso de un perno de liberación rápida que fija al perfil.



Figura 126-4: Base del mango de sujeción impresa en ABS
Fuente: Autor

Para que el mango ajustable tenga el tamaño del antebrazo del productor se utiliza un perno de sujeción de liberación rápida que le permite fijar y soltar con rapidez para ajustar a las dimensiones del antebrazo que tenga el agricultor.



Figura 127-4: Perno de sujeción de liberación rápida mango
Fuente: Autor

Para mantener un mayor agarre y comodidad al momento de utilizar se utiliza una empuñadura de goma con una superficie de relieve que evita del deslizamiento de la palma de la mano al momento de su utilización.



Figura 128-4: Empuñadura de goma
Fuente: Autor

Una vez ya impresa las piezas la base del mango se colocan el perno de sujeción de liberación rápida y luego el mango de goma en la parte superior de la base fijando definitivamente con la ayuda de un remache ciego.



Figura 129-4: Mangos de sujeción
Fuente: Autor

4.4.1.4. Construcción apoya antebrazo

Para la construcción del apoya antebrazo de utilizo el software Solidworks y una impresora 3D con material ABS y un tiempo de 5 horas y 15 minutos con dimensiones de 60mm de alto por 80mm de largo y 50 de ancho, en la parte inferior tiene un agujero de 32mm que permite el ingreso al perfil 1205 y con la ayuda de dos tornillos M2 se fija al perfil.



Figura 130-4: Apoya Antebrazo
Fuente: Autor

4.4.1.5. Ensamble del extensor cosechador

Luego de la construcción de todos los elementos que conforman el extensor cosechador se realiza el ensamblaje de todas las piezas y se complementa con la podadora desjarretadera y un regatón de goma en la parte inferior.



Figura 131-4: Ensamble del extensor cosechador
Fuente: Autor

4.4.2. Construcción del backpack

Para la construcción del backpack se utilizara perfil de aluminio ya seleccionado, conectores de PVC, hombreras, cinturón lumbar y un apoya espalda fabricadas de poliéster, también hebillas de regulación para un buen ajuste al cuerpo.

4.4.2.1. Construcción de la estructura de aluminio

Para la parte inferior se utilizó dos perfiles 1204 de 50cm de largo en donde se realizó unos dobles que se ajusta a la espalda con un ángulo de 161° para la parte superior y 164° para la parte inferior.



Figura 132-4: Perfiles doblados
Fuente: Autor

Dos perfiles 1204 doblados formando un arco uno de 35cm y el otro de 33cm de largo que se ajusta a la curvatura de la espalda.



Figura 133-4: Perfiles en forma de arco
Fuente: Autor

Se utilizaron 2 tubos de acero negro de 23mm de diámetro por 200mm de largo, en uno de los extremos se realizó un agujero de 10mm de diámetro.



Figura 134-4: Tubo de acero negro
Fuente: Autor

Se construye un botón clip de tol con una cabeza redonda de una tuerca que se introduce en el tubo de 23mm en el agujero realizado en uno de los extremos que permite ser presionado fácilmente y retornar a su lugar.



Figura 135-4: Botón clip
Fuente: Autor

Para unir la perfilaría se utiliza conectores de PCV en forma de Tee de $\frac{3}{4}$ los cuales permiten la unión de los perfiles y la fijación con ayuda de remaches ciegos.



Figura 136-4: Conectores PVC
Fuente: Autor

4.4.2.2. Ensamble de la parte inferior

Ya obtenido los perfiles, los conectores, tubos y botón de clip se realiza la unión de las partes fijándolas con la ayuda de remaches ciegos de $\frac{5}{32}$ de diámetro formando la parte inferior de la estructura.



Figura 137-4: Ensamble de la parte inferior
Fuente: Autor

Para la parte superior se utilizó dos perfiles 1204 de 330mm, un perfil 1204 de 380mm.



Figura 138-4: Perfiles de aluminio 1204 de 330mm y 380mm
Fuente: Autor

Un perfil 1204 doblados formando un arco de 33cm de largo que se ajusta a la curvatura de la espalda donde van a ir sujetas las hombreras.



Figura 139-4: Perfil 1204 en forma de arco
Fuente: Autor

Se utilizó dos perfiles 1204 de 350mm de largo en donde se realizaron cuatro agujeros en 10mm de diámetro separados por 30mm entre sí, en donde con la ayuda del broche antes construido nos permitirá tener varios niveles.



Figura 140-4: Perfiles 1204 con agujeros
Fuente: Autor

Se utilizó para unir dos codos y dos conectores en forma de tee de PVC.



Figura 141-4: Conectores PVC de 3/4
Fuente: Autor

4.4.2.3. Ensamble de la parte superior

Ya obtenido los perfiles y los conectores se realiza la unión de las partes fijándolas con la ayuda de remaches ciegos de 5/32 de diámetro formando la parte superior de la estructura.



Figura 142-4: Ensamble de parte superior
Fuente: Autor

4.4.2.4. Ensamble completo de la estructura de aluminio

Ya ensamblado la parte inferior y la superior se unen para formar la estructura completa y ajustable a las dimensiones de 900mm de alto y 370mm de ancho, ajustable a la altura de la espalda de la persona que lo va a utilizar.



Figura 143-4: Ensamble de la estructura de aluminio
Fuente: Autor

4.4.2.5. Construcción de las hombreras

Para la construcción de las hombreras se utilizó tela de poliéster en donde se dibuja y corta el molde de las hombreras de un ancho de 100mm por un largo de 450mm, se utiliza un relleno con esponja para una mayor comodidad, se cosen reatas de 20mm por el contorno del molde de las hombreras, exteriormente se cose reatas de 25mm por el centro de todas las hombreras en donde se colocan los reguladores.



Figura 144-4: Construcción de hombreras
Fuente: Autor

En las reatas que se cosen exteriormente envuelven reatas de 25mm y hebillas que permiten ajustar las hombreras al pecho de la persona que va a utilizar, es ajustable tanto para el uso de hombres como de mujeres.



Figura 145-4: Hebillas regulables para el pecho
Fuente: Autor

Se utilizan reatas de 25mm de ancho por 300mm de largo, en uno de los extremos se colocan un ojal para tela en donde se va a fijar a la estructura de aluminio con la ayuda de un perno.



Figura 146-4: Reatas con ojales y perno
Fuente: Autor

4.4.2.6. Construcción del cinturón lumbar

Para la construcción del cinturón lumbar se utilizó tela de poliéster en donde se dibuja y corta el molde del cinturón de un ancho de 110mm por un largo de 850mm, se utiliza un relleno con esponja para una mayor comodidad, se cosen reatas de 20mm por el contorno del molde del cinturón, en los extremos del cinturón se cosen reatas de 40mm donde se colocan los reguladores y hebillas.



Figura 147-4: Cinturón lumbar
Fuente: Autor

4.4.2.7. Construcción de la cesta

Para la construcción de la cesta se utilizó tela de poliéster en donde se dibuja y costa le molde de la cesta de 600mm de alto, 380mm de ancho y 380mm de largo, en la parte superior se realiza un doblado para permitir el ingreso del perfil 1204, además se cosieron reatas de 20mm con hebillas para ajustar la cesta al marco de aluminio.



Figura 148-4: Cesta de poliéster
Fuente: Autor

4.4.2.8. Construcción del apoya espalda

Para la construcción del apoya espalda se utilizó tela de poliéster en donde se dibuja y se corta el molde con dimensiones de 420mm por 150mm relleno de esponja y cosido exteriormente con reata de 20mm para su ajuste a la estructura de aluminio se cose a los extremos reatas de 20mm y hebillas.



Figura 149-4: Apoya espalda
Fuente: Autor

4.4.2.9. **Ensamble completo del backpack**

A la estructura de aluminio se le incorpora las hombreras, el cinturón lumbar, apoya espaldas y la cesta para formar el backpack completo.



Figura 150-4: Ensamble del backpack
Fuente: Autor



Figura 151-4: Desplazamiento alturas de espalda
Fuente: Autor

4.5. Pruebas

Una vez diseñado y construido el prototipo se realizan pruebas de funcionamiento dando errores en material y diseño para el extensor y dimensiones para el backpack que se mejoraron.

4.5.1. **Pruebas del extensor cosechador**

El extensor cosechador al realizar las pruebas de funcionamiento sufrió ruptura en los componentes para los mango de sujeción y pieza reguladora impresos en 3D ya que en su fabricación se configuro un relleno de 20%, luego se rectificó subiendo a 60% de relleno lo cual mejoro su robustez y resistencia al ejercer fuerza sobre los componentes.

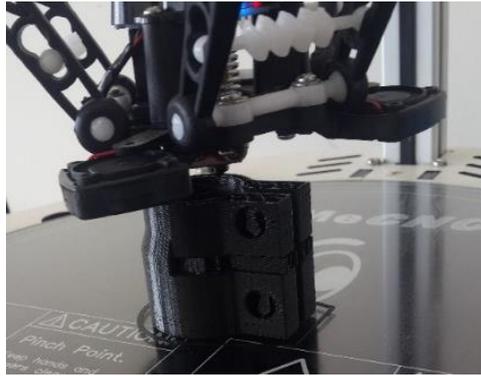


Figura 152-4: Pieza impresa al 60% de relleno
Fuente: Autor

Además al apoyar el antebrazo era incómodo al momento de ingresar la mano ya que su estructura rígida no mantenía firme el antebrazo, por ello se realizaron cambios poniendo tela de poliéster, acolchado con esponja y velcro para una fácil sujeción al antebrazo y sujeción del mismo.



Figura 153-4: Apoya antebrazo modificado
Fuente: Autor

4.5.2. Pruebas del backpack

Para realizar las pruebas con el backpack se calcula la carga máxima que puede soportar el prototipo se somete a carga con mazorcas de cacao, obteniendo que ingresan un total de 40 mazorcas de diferentes tamaños con un peso total de 32kg, el cual es perjudicial para su uso ya que las personas no tienen ningún entrenamiento específico para realizar la actividad de transportar cargas.



Figura 154-4: Prototipo backpack
Fuente: Autor

Se realizan modificaciones en los componentes del prototipo backpack son reducir la altura de 900mm a 700mm ya que sobrepasaba la altura de la cabeza de los agricultores y también el tamaño de la cesta de 700mm a 500mm ya que no limitaba la cantidad de mazorca que ingresan.



Figura 155-4: Prototipo Backpack final
Fuente: Autor

Realizado dichos cambio se realizan nuevas pruebas dando un resultado donde ingresan solo 20 mazorcas dando un peso máximo de carga de 15kg, el cual es peso máximo recomendado para transportar carga sin ocasionar lesiones musculo esqueléticas.

4.5.3. Capacitación a los agricultores

Se realiza la capacitación a los agricultores pertenecientes a la asociación agroartesanal wiñak, dirigiéndose a las comunidades donde viven los agricultores con la ayuda de trabajadores pertenecientes a la asociación agroartesanal wiñak, quienes traducen a las personas kichwas para una mayor explicación y entendimiento.



Figura 156-4: Capacitación a los agricultores
Fuente: Autor

Los temas expuestos a los agricultores fueron:

4.5.3.1. Manipulación Manual de Cargas

Se considera como carga todo peso que exceda de 3Kg y que como consecuencia pueda ocasionar lesiones musculo esqueléticas, Las cargas que se manipulen deben ser inferiores a 25kg, en condiciones ideales de manipulación y en el caso de mujeres y personas mayores no deberán sobrepasar los 15 kg, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos.
- Utilizar un agarre seguro.
- Evita los giros del tronco
- No adoptes posturas forzadas.
- Preferiblemente mover los pies para adoptar la posición adecuada.
- Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el tiempo

4.5.3.2. Levantamiento de objetos

Para realizar el levantamiento de objetos se debe realizar una inspección visual de la carga, separar los pies para conseguir una postura estable, colocar un pie separado a 50cm del otro, adoptar la postura de Levantamiento:

- a) Doblar las piernas manteniendo la espalda derecha.
- b) No flexionar demasiado las rodillas.
- c) Levantarse suavemente por extensión de las piernas
- d) No mover la carga de forma rápida o brusca

Siempre tener en cuenta que el levantar entre dos personas es mejor y más aún cuando la carga sobrepasa el peso permitido y la carga tiene longitudes extensas.

4.5.3.3. Lesiones musculo esqueléticas

Zona del cuerpo	Lesiones
Espalda	• Hernia discal
	• Lumbalgias
	• Ciática
	• Dolor muscular
	• Protusión discal
	• Distensión muscular
	• Lesiones discales
Cuello	• Dolor
	• Espasmo muscular
	• Lesiones discales
	Hombros • Tendinitis
	• Periartritis
	• Bursitis
Codo	• Codo de tenis
	• Epicondilitis

Tabla 97-4: Lesiones musculo esqueléticas según la zona corporal
Fuente: Autor

4.5.4. Uso correcto de los prototipos

4.5.4.1. Pasos para el uso del extensor cosechador

Para el uso correcto del extensor cosechador se siguen los siguientes pasos:

1. Se identifican las mazorcas a cosechar en la planta
2. Extiende el cosechador a la altura necesaria
3. Se regula la distancia del antebrazo derecho
4. Se regula la distancia del brazo izquierdo
5. Se coloca el antebrazo en el apoyo y se ajusta con la ayuda del velcro.
6. Se levanta y cosecha la mazorca

4.5.4.2. Pasos para el uso correcto del backpack final

Para el uso correcto del backpack se siguen los siguientes pasos:

Levantar la carga

1. Se mide la altura de la espalda de la persona que va a transportar.
2. Se regula la altura del backpack final con las medidas de la persona.
3. Se llena el backpack final con mazorcas de cacao
4. Con la ayuda de una persona se levanta el backpack final y se coloca en la espalda
5. Se introducen los brazos en las hombreras
6. Se ajusta el cinturón lumbar
7. Se ajusta las hombreras
8. Se ajusta la hebilla en el pecho

Bajar la carga

1. Con la ayuda de una persona se sujeta el backpack
2. Se desajusta la hebilla del pecho
3. Se desajusta las hombreras
4. Se desajusta el cinturón lumbar
5. Se baja la carga

4.5.5. Evaluación ergonómica final

Cuando ya los agricultores han recibido la capacitación necesaria sobre la correcta postura para cosechar la mazorca en la parte inferior de la planta, han probado el extensor para la cosecha en la parte superior de la planta y han utilizado el backpack para transportar la mazorca se realiza la evaluación final aplicando el método REBA para la comprobación de los riesgos a los que estaban expuestos en la situación inicial.

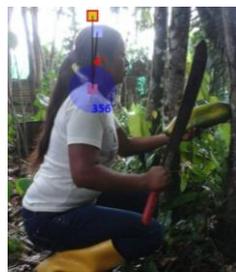
4.5.5.1. Método REBA cosecha de la parte inferior de la planta

Después de la capacitación realizada a los agricultores sobre la correcta postura para cosechar en la parte inferior de la planta se realiza la evaluación con el método REBA para verificar que existen mejoras en las posturas al momento de utilizar.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 98-4: Puntuación flexión del cuello cosecha inferior final

Fuente: Autor



Ángulos: 4° - 356°

Figura 157-4: Flexión del cuello cosecha inferior final

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 99-4: Puntuación flexión del tronco cosecha inferior final

Fuente: Autor



Ángulos: 17 ° - 343 °

Figura 158-4: Flexión del tronco cosecha inferior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 100-4: Puntuación soportes cosecha inferior final

Fuente: Autor



Figura 159-4: Soporte bilateral cosecha inferior final

Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 101-4: Puntuación del grupo A cosecha inferior

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 102-4: Puntuación flexión del brazo final

Fuente: Autor



Ángulos: 23° - 337°

Figura 160-4: Flexión brazo cosecha inferior final

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 103-4: Puntuación elevación de hombros cosecha inferior final

Fuente: Autor



Figura 161-4: Brazo abducido cosecha inferior final

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 104-4: Puntuación flexión del antebrazo cosecha inferior final

Fuente: Autor



Ángulos: 91° - 269°

Figura 162-4: Flexión del antebrazo cosecha inferior final

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 105-4: Puntuación de la muñeca cosecha inferior final

Fuente: Autor



Figura 163-4: Muñeca en posición neutra final

Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 106-4: Puntuación grupo B cosecha inferior final

Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 107-4: Puntuación carga o fuerzas cosecha inferior final

Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro	+3

Tabla 108-4: Puntuación a la calidad de agarre cosecha inferior final

Fuente: Autor

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 109-4: Puntuación C cosecha inferior final

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura	+1

Tabla 110-4: Puntuación del tipo de actividad muscular cosecha inferior final
Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 111-4: Nivel de actuación cosecha inferior final
Fuente: Autor

El grupo A tiene 2 puntos y el grupo B tiene 4 puntos no se modifican ningún grupo ya que el agarre es bueno y el peso menor a 5kg, la puntuación C es de 2 puntos por la actividad muscular no hay por ello la puntuación final es de 2 puntos que nos da un nivel de actuación de nivel 1, es decir un riesgo bajo y puede ser necesaria una actuación.

4.5.5.2. Método REBA utilizando el prototipo extensor cosechador

Después de la capacitación realizada a los agricultores sobre el uso del prototipo extensor cosechador se realiza la evaluación con el método REBA para verificar que existen mejoras en las posturas al momento de utilizar.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 112-4: Puntuación flexión del cuello cosecha extensor
Fuente: Autor



Ángulos: 18° - 342°

Figura 164-4: Flexión del cuello cosecha extensor
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 113-4: Puntuación flexión del tronco cosecha extensor
Fuente: Autor



Figura 165-4: Flexión del tronco cosecha extensor
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 114-4: Puntuación soporte cosecha extensor
Fuente: Autor



Figura 166-4: Soporte bilateral cosecha extensor
Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 115-4: Puntuación del grupo A cosecha extensor
Fuente: Autor

Lado derecho

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 116-4: Puntuación del brazo derecho cosecha extensor
Fuente: Autor



Ángulos: 36° - 324°

Figura 167-4: Flexión del brazo derecho cosecha extensor
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 117-4: Puntuación antebrazo derecho cosecha extensor
Fuente: Autor



Ángulos: 68° - 292°

Figura 168-4: Antebrazo derecho cosecha extensor
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 118-4: Puntuación flexión de muñeca derecha cosecha extensor
Fuente: Autor



Figura 169-4: Posición neutra de muñeca derecha cosecha extensor
Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 119-4: Puntuación del grupo B derecho cosecha extensor
Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 120-4: Puntuación de cargas derecho cosecha extensor
Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro,	+3

Tabla 121-4: Puntuación calidad de agarre derecho cosecha extensor

Fuente: Autor

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 122-4: Puntuación C derecho cosecha extensor

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura importantes	+1

Tabla 123-4: Puntuación de actividad muscular derecho cosecha extensor

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 124-4: Nivel de actuación lado derecho cosecha extensor

Fuente: Autor

El grupo A tiene 1 puntos y el grupo B del lado derecho tiene 1 punto, como no existen cambios en las puntuaciones por tener un buen agarre y la carga es de 3kg, se obtiene la puntuación C que es 1 punto pero se modifica ya que se mantiene estático y existe movimiento repetitivo dando la puntuación final de 3 puntos, es decir el nivel 1, el riesgo bajo y puede es necesaria la actuación.

Lado izquierdo

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 125-4: Puntuación flexión brazo izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor



Ángulos: 70° - 290°

Figura 170-4: Flexión brazo izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 126-4: Puntuación flexión antebrazo izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor



Ángulos: 137° - 223°

Figura 171-4: Flexión antebrazo izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 127-4: Puntuación flexión muñeca izquierda cosecha extensor

Fuente: Autor



Ángulos: 180° - 180°

Figura 172-4: Flexión muñeca izquierda cosecha extensor

Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 128-4: Puntuación grupo B lado izquierdo cosecha extensor
Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 129-4: Puntuación de cargas izquierdo cosecha extensor
Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza	0
Regular	El agarre es aceptable pero no	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro,	+3

Tabla 130-4: Puntuación calidad de agarre izquierdo cosecha extensor
Fuente: Autor

	Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 131-4: Puntuación C lado izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas,	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más	+1
Se producen cambios de postura importantes	+1

Tabla 132-4: Puntuación de actividad muscular cosecha extensor

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 133-4: Nivel de actuación lado izquierdo cosecha extensor

Fuente: Autor

El grupo A tiene 1 punto y el grupo B del lado derecho tiene 1 punto, como no existen cambios en las puntuaciones por tener un buen agarre y la carga es de 3kg, se obtiene la puntuación C que es 4 punto pero se modifica ya que se mantiene estático y existe movimiento repetitivo dando la puntuación final de 4 puntos, es decir el nivel 2, el riesgo medio y es necesaria la actuación.

4.5.5.3. Método REBA con el backpack final

Una vez ya realizadas las pruebas del backpack final se realiza la evaluación por el método REBA constatando las mejoras en postura con el prototipo.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 134-4: Puntuación flexión cuello con el backpack final
Fuente: Autor



Ángulos: 13 ° - 347 °

Figura 173-4: Flexión cuello con el backpack final
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 135-4: Puntuación flexión del tronco con el backpack final
Fuente: Autor



Ángulos: 7 ° - 353 °

Figura 174-4: Flexión del tronco con el backpack final
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 136-4: Puntuación soporte con el backpack final
Fuente: Autor



Figura 175-4: Soporte bilateral con el backpack final
Fuente: Autor

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 137-4: Puntuación grupo A con el backpack final
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 138-4: Puntuación flexión brazo con el backpack final
Fuente: Autor



Ángulos: 11° - 349°

Figura 176-4: Flexión brazo con el backpack final
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 139-4: Puntuación flexión antebrazo con el backpack final
Fuente: Autor



Ángulos: 191 ° - 169 °

Figura 177-4: Flexión antebrazo con el backpack final
Fuente: Autor

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 140-4: Puntuación flexión muñeca con el backpack final
Fuente: Autor



Figura 178-4: Flexión muñeca con el backpack final
Fuente: Autor

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 141-4: Puntuación grupo B con el backpack final
Fuente: Autor

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 142-4: Puntuación cargas con el backpack final
Fuente: Autor

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro	+3

Tabla 143-4: Puntuación calidad de agarre con el backpack final
Fuente: Autor

	Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 144-4: Puntuación C con el backpack final

Fuente: Autor

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas	+1
Se producen movimientos repetitivos	+1
Se producen cambios de postura	+1

Tabla 145-4: Puntuación tipo de actividad muscular con el backpack final

Fuente: Autor

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Tabla 146-4: Nivel de actuación con el backpack final

Fuente: Autor

El grupo A tiene 2 puntos y el grupo B del lado derecho tiene 1 punto, como la carga es mayor a 10kg y se aumenta al grupo A en 4 puntos y si tiene un buen agarre, se obtiene la puntuación C que es 3 punto no se modifica ya que no existe actividad muscular la puntuación final de 3 puntos, es decir el nivel 1, el riesgo bajo y puede es necesaria la actuación.

4.5.5.4. Método G-INSHT con el backpack final

Se analiza el prototipo del backpack final con el método G-INSHT constatando las mejoras en la carga máxima limitada a 15kg.



Figura 179-4: Postura transportando la carga con backpack final
Fuente: Autor

Análisis cuantitativo

Peso teórico

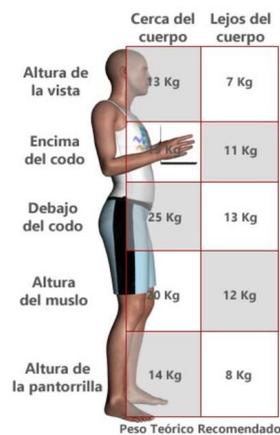


Figura 180-4: Peso teórico recomendado backpack final
Fuente: (Diego Mas, 2015)

ALTURA	Cerca del cuerpo	Lejos del Cuerpo
Altura de la vista	13	7
Por encima del codo	19	11
Por debajo del codo	25	13
Altura del muslo	20	12
Altura de la pantorrilla	14	8

Tabla 147-4: Peso teórico recomendado con el backpack final
Fuente: Autor

Factor de Población Protegida

Nivel de Protección	% de población protegida	Factor de corrección
General	85%	1
Mayor Protección	95%	0.6
Trabajadores entrenados	Sólo trabajadores con capacidades especiales	1.6

Tabla 148-4: Factor de población protegida con el backpack final
Fuente: Autor

Factor de Distancia Vertical

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm.	1
Hasta 50 cm.	0.91
Hasta 100 cm.	0.87
Hasta 175 cm.	0.84
Más de 175 cm.	0

Tabla 149-4: Factor de distancia vertical con el backpack final
Fuente: Autor

Factor de Giro

Giro del Tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0.9
Girado (hasta 60°)	0.8
Muy girado (90°)	0.7

Tabla 150-4: Factor de giro con el backpack final
Fuente: Autor

Factor de Agarre

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0.95
Agarre malo	0.9

Tabla 151-4: Factor de agarre con el backpack final
Fuente: Autor

Factor de Frecuencia (FF)

Frecuencia de manipulación	Duración de la manipulación		
	Menos de 1 hora al día	Entre 1 y 2 horas al día	Entre 2 y 8 horas al día
1 vez cada 5 minutos	1	0.95	0.85
1 vez por minuto	0.94	0.88	0.75
4 veces por minuto	0.84	0.72	0.45
9 veces por minuto	0.52	0.30	0.00
12 veces por minuto	0.37	0.00	0.00
Más de 15 veces	0.00	0.00	0.00

Tabla 152-4: Factor de Frecuencia con el backpack final
Fuente: Autor

Peso aceptable

$$\text{PESO ACEPTABLE} = \text{PESO TEÓRICO} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

$$\text{PESO ACEPTABLE} = 19\text{kg} * 1 * 0.87 * 1 * 1 * 0.95$$

$$\text{PESO ACEPTABLE} = 15,7\text{kg}$$

Peso real

$$\text{PESO REAL} = 15\text{kg}$$

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real ≤ Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real > Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Tabla 153-4: Peso Real vs. Peso Aceptable con el backpack final
Fuente: Autor

Peso Total Transportado Diariamente

PTTD = Peso Real * Frecuencia de manipulación * Duración total de la tarea

$$\text{PTTD} = 15\text{kg} * 10\text{veces} * 1\text{hora}$$

$$\text{PTTD} = 150\text{kg}$$

$$\text{PTTD} = 150\text{kg/hora} * 7\text{horas}$$

$$\text{PTTD} = 1050 \text{ kg/día}$$

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)
Hasta 10 metros	10.000 Kg
Más de 10 metros	6.000 Kg

Tabla 154-4: Kilogramos por día recomendado con el backpack final

Fuente: Autor

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)	Riesgo
Hasta 10 metros	PTTD \leq 10.000 Kg	Tolerable
	PTTD $>$ 10.000 Kg	No Tolerable
Más de 10 metros	PTTD \leq 6.000 Kg	Tolerable
	PTTD $>$ 6.000 Kg.	No Tolerable

Tabla 155-4: Riesgo de los kilogramos por día recomendado con el backpack final

Fuente: Autor

Análisis cualitativo

Condiciones ergonómicas de la manipulación	
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?	
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?	
¿El tamaño de la carga es mayor de 60 x 50 x 60 cm?	
¿Puede ser peligrosa la superficie de la carga?	
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?	
¿Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperada?	
¿Son insuficientes las pausas?	
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?	
¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?	
¿Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador?	
¿Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta?	
¿Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación?	X
¿Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas extremas?	
¿Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga?	
¿Es deficiente la iluminación para la manipulación?	
¿Está expuesto el trabajador a vibraciones?	

Tabla 156-4: Condiciones de manipulación cualitativa con el backpack final

Fuente: Autor

Características individuales del trabajador	
¿La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación?	
¿Es inadecuado el calzado para la manipulación?	
¿Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga?	
¿Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (en caso de estar descentrado)?	
¿Es el trabajador especialmente sensible al riesgo?	
¿Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de cargas?	
¿Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad?	X

Tabla 157-4: Características individuales con el backpack final

Fuente: Autor

Una vez analizado el método G-INSHT se obtiene que el peso real que carga el backpack final es 15kg y es menor al peso teórico calculado de 15,7kg dando un riesgo tolerable, ya tienen conocimiento sobre la manipulación manual de cargas gracias a la capacitación realizada, es por eso que se verifica que los agricultores no van a padecer de lesiones musculo esqueléticas.

4.6. Resultados

4.6.1. Comparación de la evaluación REBA cosecha inferior

Después de realizar el análisis del método REBA de la situación inicial nos da un riesgo alto que necesitaba una actuación cuanto antes y la final después de la capacitación se obtiene un resultado bajo, es decir que se redujo el nivel de riesgo al que están expuestos los agricultores y reduciendo lesiones musculo esqueléticas en la espalda.

	Nivel	Riesgo
Situación inicial	3	Alto
Situación final	1	Bajo

Tabla 158-4: Comparación de la cosecha aplicando método REBA cosecha inferior
Fuente: Autor

4.6.2. Comparación de la evaluación REBA cosecha superior

Después de realizar el análisis del método REBA con palanca de guadua y con el extensor cosechador se obtiene los siguientes resultados que para el lado derecho se reduce del riesgo medio a bajo y del lado izquierdo del riesgo alto a medio, es decir que el extensor cosechador reduce el riesgo al que están expuestos los agricultores al momento de realizar la cosecha en la parte superior de la planta.

	Nivel			
	Lado derecho	Riesgo	Lado izquierdo	Riesgo
Palanca de guadua	2	Medio	3	Alto
Extensor cosechador	1	Bajo	4	Medio

Tabla 159-4: Comparación de la cosecha método REBA cosecha superior
Fuente: Autor

4.6.3. Comparación de cosechadores

La palanca de guadua tiene varias dificultades al momento de su uso por su peso de 3kg, mantiene una sola longitud y a su vez incomodidad al momento de transportar al lugar donde se realiza la cosecha, por el contrario el extensor cosechador tiene un peso de 2,11kg, se adapta a varias longitudes que van desde 2m hasta 4m y al transportar es muy cómodo para ingresar al sector de las plantaciones.

	Peso kg	Largo(m)	transporte
Palanca de Guadua	3	4	Incomodidad
Extensor cosechador	2,11	2 hasta 4	Comodidad

Tabla 160-4: Comparación de cosechadores
Fuente: Autor



Figura 181-4: Longitud de la palanca y extensor cosechado
Fuente: Autor

4.6.4. Comparación evaluación REBA al transportar

Después de realizar el análisis del método REBA se obtiene los siguientes resultados que al utilizar la cesta de totora tienes un riesgo alto y con el backpack final se reduce el riesgo a bajo.

	Puntuación	
	Nivel	Riesgo
Cesta de totora	3	Alto
Backpack final	1	Bajo

Tabla 161-4: Comparación de la cosecha aplicando método REBA
Fuente: Autor

4.6.5. Comparación del método G-INSHT transporte

Una vez realizada la capacitación a los agricultores se comparan los resultados obtenidos al evaluar el puesto transporte por el método G-INSHT obteniendo que con la cesta de totora tiene un peso real que carga de 16kg, es mayor al peso teórico calculado de 14,91kg obteniendo un riesgo intolerable, mientras que con el backpack final tiene un peso real que de 15kg y es menor al peso teórico calculado de 15,7kg obteniendo un riesgo tolerable, los agricultores ya no carecen de información sobre las posturas y carga máxima recomendada que pueden transportar dando un resultado favorable en la disminución de lesiones musculares esqueléticas.

	Peso real	Peso teórico	Riesgo
Cesta de totora	16kg	14,91kg	Intolerable
Backpack final	15kg	15,7kg	Tolerable

Tabla 162-4: Comparación del transporte aplicando método G-INSHT
Fuente: Autor

4.6.6. Comparación de cesta y backpack final

La cesta de totora tiene un tamaño es de 40cm de diámetro por 34cm de largo, distribuye la carga en el cuello y espalda siendo inestable para desplazarse por los terrenos irregulares, la cantidad máxima de mazorcas para transportar es de 21 con un peso máximo de 16kg, por el contrario el prototipo backpack final tiene un tamaño de (39 x 24 x 52) cm, distribuye la carga en el tronco siendo estable el desplazamiento, la cantidad máxima de mazorca que ingresan son 20 con un peso máximo de 15kg, siendo el backpack final un prototipo confiable que reduce las lesiones musculares esqueléticas, los agricultores de la asociación agroartesanal wiñak.

	Cesta de totora	Backpack final
Distribución del peso	Cuello y espalda	Tronco
Tamaño (cm)	40 diámetro x 34 largo	(39 x 24 x52) cm
Transporte de carga	Inestable	Estable
Cantidad de mazorcas	21	20
Peso máximo (kg)	16	15

Tabla 163-4: Comparación de cestas
Fuente: Autor



Figura 182-4: Transporte con cesta de totora
Fuente: Autor

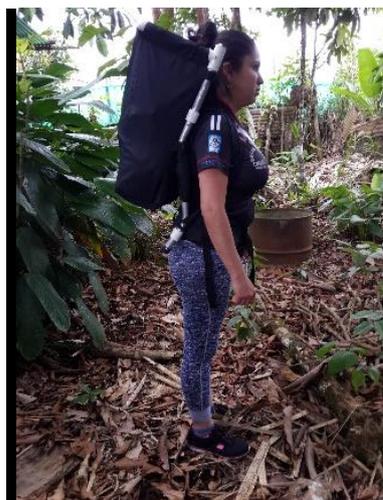


Figura 183-4: Transporte con backpack final
Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. ESTUDIO DE COSTOS

5.1. Costos directos

Costos de materiales para la construcción del extensor cosechador				
Ítem	Cantidad	Detalle de equipo	Valor Unitario	Valor Total
1	1	Perfil 1204 Cedal	\$25,25	\$25,25
2	1	Perfil 1205 Cedal	\$29,40	\$29,40
3	2	Empuñaduras de goma	\$5,00	10,00
4	3	Pernos de liberación rápida	\$5,50	\$16,50
5	1	Tuerca y tornillo	\$0,60	\$0,60
6	1	Remaches de 5/32	\$0,10	\$0,10
7	1/2m	Tela poliéster	\$14,00	\$7,00
8	1m	Velcro	\$1,50	\$1,50
9	1m	Reata 25mm	\$1,00	\$1,00
10	1m	Elástico de 40mm	\$2,00	\$2,00
11	1	Pintura	\$2,50	\$2,50
Total				\$95,85

Tabla 164-5: Costos directos del extensor cosechador

Fuente: Autor

Costos de materiales para la construcción del Backpack final				
Ítem	Cantidad	Detalle de equipo	Valor Unitario	Valor Total
1	2	Perfil 1204 Cedal	\$25,25	\$50,50
2	2	Codos de presión 90° 3/4	\$ 1,30	\$2,60
3	8	Tee de presión 3/4	\$ 1,50	\$12,00
4	50	Remaches de 5/32	\$0.10	\$5,00

5	2 m	Tela poliéster	\$14,00	\$28,00
6	8m	Reatas 25mm	\$1,00	\$8,00
7	2m	Reatas de 40mm	\$2,00	\$4,00
8	2	Hebillas de liberación rápida	\$3,00	\$6,00
9	2	Puentes	\$3,00	\$6,00
10	2	Pernos	\$1,00	\$2,00
11	4	Regatones	\$0,25	\$1,00
12	2	Reguladores de plástico	\$0,50	\$1,00
13	8	Broches de ajuste rápido	\$0,75	\$6,00
14	2	Pintura	\$2,50	\$5,00
Total				\$137,10

Tabla 165-5: Costos directos del Backpack final

Fuente: Autor

5.2. Costos indirectos

Costos de materiales para la construcción del prototipo				
Ítem	Cantidad	Detalle de equipo	Valor Unitario	Valor Total
1	1	Internet	\$ 150.00	\$ 150.00
2	1	Transportación	\$ 65.00	\$65.00
3	1	Materiales de Oficina	\$ 70.00	\$70.00
4	1	Trabajos de impresión 3D	\$200,00	\$200,00
5	1	Mano de obra costurera	\$80,00	\$80,00
6	1	Trabajos de mecánicos	\$40,00	\$40,00
			Total	\$ 320,00

Tabla 166-5: Costos indirectos

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Se identificó que los agricultores carecen de conocimiento acerca de las adecuadas posturas para cosechar y la carga recomendada para transportar, exponiéndose a lesiones músculo esqueléticas como son: hernia discal, lumbalgias, ciática, dolor muscular, tendinitis, periartritis, bursitis, etc.

Se realizó la evaluación ergonómica aplicando metodologías como REBA dando como resultado para la cosecha en la parte inferior un nivel alto, para la cosecha en la parte superior un nivel medio en el lado derecho y un nivel alto en el lado izquierdo, para el transporte tiene un nivel alto y el método G-INSHT para el transporte un riesgo intolerable.

Se modeló el diseño y la construcción de los prototipos para la cosecha y el transporte de la mazorca de cacao, con elementos resistentes y ligeros como el aluminio, poliéster, ABS y PVC.

Se comprobó los resultados obtenidos con una nueva evaluación ergonómica empleando el uso de los prototipos con el método REBA corroborando la reducción la exposición a lesiones músculo esqueléticas y los riesgos para la cosecha en la parte inferior de alto a bajo, para la cosecha en la parte superior de nivel medio a bajo en el lado derecho y un nivel de alto a medio en el lado izquierdo, y para el transporte de un nivel alto a bajo y con el método G-INSHT de un riesgo intolerable a tolerable.

6.2 RECOMENDACIONES

Capacitar a los nuevos agricultores que ingresen a la asociación agroartesanal wiñak sobre la correcta postura para cosechar, la carga máxima recomendada para transportar tanto para hombres, mujeres y adultos mayores.

Realizar un estudio más profundo acerca de las lesiones y enfermedades que los agricultores contrajeron mediante la forma de trabajo tradicional (chacra).

Para el prototipo extensor cosechador se recomienda ajustar correctamente la medida del antebrazo al mango de sujeción, buscando la comodidad y el confort del agricultor.

Medir correctamente la espalda del agricultor para regular la altura del backpack, ajustar firmemente el cinturón lumbar y las hombreras para distribuir correctamente la carga sin lesionar la espalda.

BIBLIOGRAFÍA

- MONDELO, P., et al.** *Ergonomía 1 Fundamentos*. Barcelona: UPC. (1999). pp 45,60.
- PARRA, M.** *Conceptos Básicos en Salud Laboral*. Santiago: Oficina Internacional del Trabajo. (2003). pp 40,82.
- SOLIDWORKS CORPORATION.** *Conceptos básicos de SolidWorks Piezas y ensamblajes*. Massachusetts. (2006).pp 23.
- SOTO, E.** *Vivencias de Seguridad Industrial*. Guatemala: Serviprensa S.A. (2003).
- ASFAHL, R.** *Seguridad Industrial y Salud*. Mexico: Pearson.(2000). pp 9,11
- CAÑADA CLÉ, et al.** *Manual para el profesor de seguridad y salud en el trabajo*. Madrid: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, (2009). pp 16.
- BARAZA SÁNCHEZ, X, CASTEJÓN VILELLA, E., & GUARDINO SOLÀ, X..** *Higiene industrial*. Barcelona: UOC. (2014).pp 22.
- SECRETARIA DE SALUD LABORAL CC.OO. CASTILLA Y LEÓN.** *Manual de Trastornos Musculoesqueléticos* . Graficas Santa Maria. (2008). pp 21,30.
- FALAGÁN ROJO, M. et al.** *Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial, seguridad y ergonomía*. Oviedo: Firma S.A, (2000). pp 35.
- FLORES, C.** *Ergonomia para el Diseño*. México: D. R. Librería, SA de CV.pp 42.
- COMISIONES OBRERAS DE ASTURIAS.** *Lesiones musculo esqueléticas de origen laboral*. Asturias: Careagas. (2008). pp 30,43
- DELGADO, J. J.** *Ergonomía en los sistemas de trabajo* . Granada: Blanca impresores S.L. (2011). pp 18,26.
- AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO.** Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. *Factsheet 71*, (2007). pp 1.
- REAL DECRETO 487/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas. BOE nº 97 23-04-1997.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. *Definition and domains of ergonomics.* (2017). [Consulta: 10 de 12 de 2016]. Disponible: <http://www.iea.cc/whats/index.html>

CEDAL ALUMINIO. *Cedal catalogo de ensambles de aluminio.* (2016). [Consulta: 10 de 12 de 2016]. Disponible: <http://www.cedal.com.ec/categorias/perfiles-de-aluminio/tubos/redondos/tubos-redondos.html>

COMITE TECNICO ISO/TC 159. *Iso ergonomia.* (2011). [Consulta: 03 de 07 de 2017]. Disponible: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:26800:en>

DIEGO-MAS, J. A. *Evaluación postural mediante el método REBA.* (2015). [Consulta: 26 de 06 de 2017]. Disponible: <http://www.ergonautas.upv.es/>

GARCÍA RECALDE, J. *Ajustes de una mochila de montaña.* (2013). [Consulta: 26 de 06 de 2017]. Disponible: <http://www.babaik.es/blog/ajustes-de-una-mochila-de-montana/>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. *Generalidades Ergonomía.* (2017). [Consulta: 10 de 12 de 2016]. Disponible: <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/menuitem.8b2d6abdbe4a374bc6144a3a180311a0/?vgnextoid=6abf03a39dea2310VgnVCM1000008130110aRCRD>.

LUTHERAN WORLD RELIEF. *Cual es el principal uso que se le da al cacao.* (2013). [Consulta: 11 de 12 de 2016]. Disponible: <http://cacaomovil.com/>
<http://cacaomovil.com/guia/8/contenido/principal-uso>.

SOLIDWORKS CORPORATION. *Análisis estructural.* (2017). [Consulta: 16 de 06 de 2017]. Disponible: <https://www.solidworks.es/sw/products/simulation/structural-analysis.htm>

WORLD TRAVEL. *Frame Interno Vs . Mochilas marco externo.* (2017). [Consulta: 16 de 06 de 2017] Disponible:<http://tour.kllvx.com/es/travel-preparation/travel-gear/1008019293.html>