



UCV
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería de Sistemas

**Manejo de enfermedades en los
cultivos de cacao de la organización La
Victoria, mediante la implementación
de un Sistema experto**

Proyecto para obtener el título de Ingeniero de Sistemas

Autor

Lenín Andrés Carrasco Aponte

Asesor

Lic. Manuel Hernán García Saba

Piura, Abril del 2012

INDICE

Índice de Figuras.....	6
Índice de Tablas.....	7
Índice de Anexos.....	8
CAPÍTULO I	10
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
Capitulo I. Problema de Investigación.....	11
I.1. Realidad del Problema	11
I.2. Antecedentes.....	12
I.1.1. Locales	12
I.2.1. Nacionales.....	13
I.2.2. Internacionales	14
I.3. Formulación del Problema.....	16
I.4. Justificación	16
I.4.1. Justificación Científica.....	16
I.4.2. Justificación Tecnológica	16
I.4.3. Justificación del Investigador	17
I.5. Limitaciones.....	17
I.6. Objetivos	17
I.6.1. Objetivo general	17
I.6.2. Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II	19
MARCO REFERENCIAL CIENTÍFICO	19
Capitulo II. Marco Referencial Científico.....	20
II.1. Marco Teórico	20
II.1.1. Cultivo de Cacao	20
II.1.2. Enfermedades del Cacao.....	22
II.1.3. Sistema Experto	30
II.1.4. Metodología.....	36
CAPÍTULO III	41
HIPÓTESIS	41
Capitulo III. Hipótesis	42
III.1. Hipótesis General	42
III.2. Hipótesis Específicas	42
III.3. Variables	43

III.3.1. Definición conceptual	43
III.3.2. Indicadores para el monitoreo	43
III.4. Metodología	47
III.4.1. Diseño de Investigación	47
III.5. Población y Muestra	47
III.6. Técnicas en instrumentos de recojo de datos	47
III.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	48
CAPÍTULO IV	49
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	49
Capitulo IV. Desarrollo de la investigación	50
IV.1. Evaluación.....	50
IV.2. Adquisición del Conocimiento.....	50
IV.2.1. Recolección del Conocimiento.....	50
IV.2.2. Interpretación.....	56
IV.2.3. Análisis	57
IV.3. Diseño	64
IV.3.1. Representación y Técnica de Control del Conocimiento	64
IV.3.2. Árbol de Decisión	65
IV.3.3. Reglas de Condiciones Favorables	67
IV.3.4. Reglas de Síntomas	67
IV.3.5. Seleccionar Software para desarrollo de Sistema Experto	69
IV.3.6. Desarrollo del Prototipo.....	70
IV.3.7. Desarrollo de Interface	73
IV.4. Pruebas	80
IV.4.1. Validación del Sistema.....	80
IV.4.2. Evaluación de la Prueba / Evaluación	81
IV.5. Documentación	82
IV.5.1. Manual de Usuario	82
CAPÍTULO V	83
RESULTADOS	83
Capitulo V. Resultados.....	84
V.1. Indicador N° 1	84
V.1.1. Pre - Test.....	84
V.1.2. Post - Test	84
V.1.3. Discusión del resultado	85
V.2. Indicador N° 2	85
V.2.1. Pre – Test	85

V.2.2.	Post – Test	85
V.2.3.	Discusión del resultado	86
V.3.	Indicador N° 3	86
V.3.1.	Pre – Test	86
V.3.2.	Post – Test	87
V.3.3.	Discusión del resultado	88
V.4.	Indicador N° 4	88
V.4.1.	Pre – Test	88
V.4.2.	Post – Test	90
V.4.3.	Discusión de resultado	91
V.5.	Indicador N° 5	92
V.5.1.	Pre - Test	92
V.5.2.	Post – Test	93
V.5.3.	Discusión de resultado	94
V.6.	Indicador N° 6	94
V.6.1.	Pre-Test	94
V.6.2.	Post-Test	94
V.7.	Indicador N° 7	95
V.7.1.	Pre – Test	95
V.7.2.	Post – Test	96
V.8.	Indicador N° 8	97
V.8.1.	Pre – Test	97
V.8.2.	Post – Test	98
V.8.3.	Discusión de resultado	98
V.9.	Indicador N° 9	99
V.9.1.	Pre – Test	99
V.9.2.	Post – Test	99
V.9.3.	Discusión de resultado	100
V.10.	Indicador N° 10	100
V.10.1.	Pre – Test	100
V.10.2.	Post – Test	101
V.10.3.	Discusión de resultado	101
CAPÍTULO VI.....		102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		102
Capitulo VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
VI.1.	Conclusiones.....	103
VI.2.	Recomendaciones	104

CAPÍTULO VII	106
BIBLIOGRAFÍA	106
Capítulo VII. BIBLIOGRAFÍA	107
CAPÍTULO VIII	108
ANEXOS	108

Índice de Figuras

Imagen 1: Hojas Necróticas Fuente: PROGRESO	26
Imagen 2: Plantas con tronco dañado Fuente: PROGRESO	26
Imagen 3: Sistema Experto Fuente: Giatano y Riley (2001).....	31
Imagen 4: Fases en el desarrollo de Sistemas Expertos Fuente: Durkin (1994)	39
Imagen 5: Diagnóstico y Control de Enfermedades Fuente: Elaboración Propia	57
Imagen 6: Interacción entre BC y BD Fuente: Ochoa y Kemper (2008).....	64
Imagen 7: Modelo de Base de Datos Fuente: Elaboración Propia	70
Imagen 8: Registrar / Modificar Productores	73
Imagen 9: Buscar Productores	73
Imagen 10: Registro / Modificación de Enfermedades.....	74
Imagen 11: Búsqueda de Enfermedades	74
Imagen 12: Registro / Modificación de Síntomas	75
Imagen 13: Búsqueda de Síntomas.....	75
Imagen 14: Añadir Síntomas a una Enfermedad	76
Imagen 15: Búsqueda de Usuarios.....	76
Imagen 16: Registro / Modificación de Usuarios	76
Imagen 17: Formulario de Diagnóstico.....	77
Imagen 18: Registro de Diagnóstico.....	77
Imagen 19: Formulario de Diagnóstico.....	77
Imagen 20: Búsqueda de Diagnósticos por Productor.....	78
Imagen 21: Búsqueda de Diagnósticos por Enfermedad.....	78
Imagen 22: Búsqueda de Diagnósticos por Fecha.....	78
Imagen 23: Detalles de Diagnóstico	79
Imagen 24: Top de presencia de Enfermedades	79
Imagen 25: Análisis de indicador N° 1	85
Imagen 26: Análisis de indicador N° 2.....	86
Imagen 27: Análisis de indicador N° 3	88
Imagen 28: Análisis de indicador N° 5	93
Imagen 29: Análisis de indicador N° 6	95
Imagen 30: Análisis de indicador N° 7	97
Imagen 31: Análisis de indicador N° 8	98
Imagen 32: Análisis de indicador N° 9.....	100
Imagen 33: Análisis de indicador N° 10.....	101

Índice de Tablas

Tabla 1: Indicadores para el Monitoreo	46
Tabla 2: Variables de la BC	59
Tabla 3: Relación Síntoma – Enfermedad: Moniliasis.....	60
Tabla 4: Relación Síntoma – Enfermedad: Escoba de Bruja.....	61
Tabla 5: Relación Síntoma – Enfermedad: Phythophthora.....	62
Tabla 6: Relación Síntoma – Enfermedad: Mal de Machete.....	62
Tabla 7: Relación Síntoma – Enfermedad: Xyloborus	63
Tabla 8: Relación Síntoma – Enfermedad: Bubas	63
Tabla 9: Pruebas al Módulo: Productores	80
Tabla 10: Pruebas al Módulo: Base de Conocimiento	80
Tabla 11: Pruebas al Módulo: Usuarios.....	80
Tabla 12: Pruebas al Módulo: Historial	81
Tabla 13: Pruebas al Módulo: Diagnóstico.....	81
Tabla 14: Tipos de usuario que realizaron pruebas al Módulo: Diagnóstico	81
Tabla 15: Análisis Pre -Test del Indicador N° 1	84
Tabla 16: Análisis Post -Test del Indicador N° 1	84
Tabla 17: Análisis Pre -Test del Indicador N° 3.....	87
Tabla 18: Análisis Post -Test del Indicador N° 3	87
Tabla 19: Análisis Pre -Test del Indicador N° 5.....	92
Tabla 20: Análisis Post -Test del Indicador N° 5	93
Tabla 21: Análisis Pre -Test del Indicador N° 6.....	94
Tabla 22: Análisis Post -Test del Indicador N° 6	94
Tabla 23: Análisis Pre -Test del Indicador N° 7	96
Tabla 24: Análisis Post -Test del Indicador N° 7	96
Tabla 25: Análisis Pre -Test del Indicador N° 8.....	97
Tabla 26: Análisis Post -Test del Indicador N° 8	98
Tabla 27: Análisis Pre -Test del Indicador N° 9.....	99
Tabla 28: Análisis Post -Test del Indicador N° 9	99
Tabla 29: Análisis Pre -Test del Indicador N° 10.....	100
Tabla 30: Análisis Post -Test del Indicador N° 10	101

Índice de Anexos

Anexo N° 1 Guía de Observación 01	.....	109
Anexo N° 2 Guía de Observación 02	.....	110
Anexo N° 3 Hoja de Encuesta 01	.....	111
Anexo N° 4 Guía de Observación 03	.....	113
Anexo N° 5 Guía de Observación 04	.....	114
Anexo N° 6 Guía de Observación 05	.....	115
Anexo N° 7 Guía de Observación 06	.....	116
Anexo N° 8 Guía de Observación 07	.....	117
Anexo N° 9 Guía de Observación 08	.....	118
Anexo N° 10 Análisis Documental 01	.....	119
Anexo N° 11 Manual de Usuario		
Anexo N° 12 Constancia de Desarrollo de Proyecto		
Anexo N° 13 Solicitud de Revisión de Proyecto de Tesis		

INTRODUCCIÓN

La organización de pequeños productores de cacao, “La Victoria”, está conformada por 21 agricultores del distrito de Paimas, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Esta surge por la necesidad de los productores de formar una entidad sólida que les permitiese articularse a mercados especiales, como Comercio Justo (Fair Trade), Amigable de las Aves, Ético, etc. Para así aumentar sus posibilidades de conseguir un buen precio por sus productos. Su misión es ofrecer cacao orgánico y convencional de alta calidad para mejorar las condiciones de vida de sus socios y sus familias.

Desde el principio la organización ha enfrentando dificultades como el ataque de enfermedades en sus cultivos, lo cual disminuye la producción y su calidad, reflejándose directamente en pérdidas económicas para la organización y sus socios.

Actualmente, la organización afronta esta problemática, contratando los servicios de personal técnico especializado en el área agrícola, para que los asesore en el proceso de diagnóstico y tratamiento (manejo) de las enfermedades. Esto representa un costo para la organización, que al estar conformada por pequeños productores rurales, no puede permitirse demasiados gastos de este tipo. Por lo tanto se hace necesario buscar una alternativa más económica para éste proceso.

A nivel mundial los Sistemas Expertos han cobrado fuerza en el campo de apoyar y facilitar diagnósticos, encontrando aplicaciones en medicina, agricultura, educación e industria, entre otros. Por su capacidad de simular el comportamiento de expertos humanos, este tipo de sistemas se han convertido en una alternativa económica para actividades de consulta y asesoramiento en diversos temas.

En nuestro país son muy pocos los proyectos de este tipo, relacionados con la Inteligencia Artificial (como lo son los Sistemas Expertos), situación que debe revertirse en pos de la mejora académica y científica del Perú. Es por esto que el presente proyecto dirige sus esfuerzos a demostrar que el área de la Inteligencia Artificial y en especial la rama de Sistemas Expertos, son disciplinas que pueden reportar múltiples beneficios y están al alcance de cualquier investigador de nuestra región.