UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

"Evaluación preliminar del uso productivo de los suelos y su relación con su estado de conservación en fincas de los cantones Huaca, Tulcán y Montufar"

Trabajo de Titulación previa la obtención del título de

Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Oscar Javier Quintero Portilla.

ASESOR: Dr. Wilfredo Franco.

TULCÁN – ECUADOR

AÑO: 2016

CERTIFICADO

Certifico que el estudiante Oscar Javier Quintero Portilla con el número de cédula 040163926-5 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación preliminar del Uso Productivo de los Suelos y su Relación con su Estado de Conservación en fincas de los cantones Huaca, Tulcán y Montufar”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación del Proyecto.

Wilfredo Franco Ph.D

Tulcán, 30 de septiembre del 2016.

AUTORÍA DE TRABAJO

La presente tesis constituye requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Oscar Javier Quintero Portilla, con cédula de identidad número 040163926-5 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados más conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

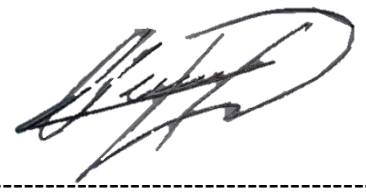
Oscar Javier Quintero Portilla
Tulcán, 30 de septiembre del 2016

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO

Yo Oscar Javier Quintero Portilla, con cédula de identidad número 0401639265 declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 30 de septiembre del 2016.



Oscar Javier Quintero Portilla.
CI 040163926-5

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios que me permite continuar en el camino de la vida cumpliendo una de mis metas permitiéndome cumplir un anhelo estudiantil.

A mis padres por haberme acompañado durante mis días de trabajo en este proyecto, de forma incondicional entendieron mis ausencias y mis malos momentos y por estar de principio a fin dándome su apoyo incondicional.

A mi tutor de tesis Dr. Wilfredo Franco quien supo compartir sus conocimientos, y sabiduría para la elaboración de esta investigación. Igualmente mi especial reconocimiento a la Dra. Judith García por su apoyo y guía para el procesamiento estadístico de los datos y a los docentes de la UPEC que a lo largo de la carrera me brindaron sus conocimientos y su estimulo.

A Juan Pablo Rosero, porque juntos compartimos el tiempo y los esfuerzos en campo y laboratorio para culminar este trabajo. E igualmente a todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto, muchas gracias por su apoyo y enseñanza, porque sin ustedes no hubiese sido posible la realización del trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a ti Dios por haber estado junto a mí a lo largo de toda mi vida, porque solo con tu luz he logrado llegar a cumplir poco a poco mis metas.

También a mi Madre Rosa Portilla, como a mi Padre Luis Quintero, por la confianza en su hijo y su apoyo incondicional, que fortalece las ganas de continuar con mis ideales planteados para mi vida.

INDICE

CERTIFICADO I
AUTORÍA DE TRABAJO II
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO III
AGRADECIMIENTO IV
DEDICATORIA V
RESUMEN XVI
INTRODUCCIÓN XX
I. EL PROBLEMA 1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1
1.3. DELIMITACIÓN 2
1.4. JUSTIFICACIÓN 3
1.5. OBJETIVOS 4
1.5.1. Objetivo General 4
1.5.2. Objetivos Específicos 5
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 5
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL 9
2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA 10
2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA 10
2.4.1. El horizonte A1 y el Ap en el perfil de suelo 10
2.4.2. Fertilidad y Productividad 11
2.4.3. Necesidades Vitales de las Plantas, provistas por el Suelo: 11
2.4.4. Características del suelo que afectan el crecimiento de las plantas 12
2.4.5. Propiedades Del Suelo 13
2.4.5.1. Principales Propiedades Físicas Del Suelo 13

2.4.5.2. Propiedades Químicas del Suelo 14
2.4.5.3. Propiedades Físico- Químicas del Suelo 14
2.4.5.4. Propiedades Biológicas del Suelo 15
2.4.6. Degradación y conservación de suelos 15
2.4.7. Uso del suelo, y el desarrollo de cultivos 18
2.5. IDEA A DEFENDER 21
2.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN 21
III. METODOLOGIA 21
3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN 21
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 21
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN 22
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 23
3.5. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 25
3.5.1. INFORMACIÓN PROCEDIMENTAL 25
3.6.PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 38
3.6.1. DISCUSION DE RESULTADOS 62
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65
4.1. CONCLUSIONES 65
4.2. RECOMENDACIONES 65
V. PROPUESTA 67
5.1. TÍTULO 67
5.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA 67
5.3. JUSTIFICACIÓN 67
5.4. OBJETIVOS 68
5.5. FUNDAMENTACIÓN 69
5.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA 70
VI. BIBLIOGRAFÍA 72

VII. ANEXOS 75

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Realización de barrenado en un cultivo de quinua..... 30
Ilustración 2: Realización de calicata en cultivo de pasto en Julio Andrade. 30
Ilustración 3: Descripción de suelo en el cultivo de pasto kikuyo 31
Ilustración 4: Descripción de suelo en un cultivo de cebolla 31
Ilustración 5: Descripción de suelo en cultivo de papa. 32
Ilustración 6: Toma de muestras del cultivo de papa parte cima 32
Ilustración 7: Muestras de cultivo de arveja parte cima, media y baja..... 33
Ilustración 8: Muestras de cultivo de quinua parte cima, media y baja..... 33
Ilustración 9: Determinación de pH en muestras de suelo del cultivo de maíz..... 34
Ilustración 10: Colocación de las muestras de suelo..... 34
Ilustración 11: Colocación de suelo en el crisol. 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Superficie y rendimiento nacional de papa durante el año 2000 a 2014. 7
Figura 3: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade..... 37
Figura 4: Productividad kikuyo, finca ubicada en Julio Andrade, parte cima..... 132
Figura 5: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte cima..... 133
Figura 6: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte cima..... 134
Figura 7: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte cima..... 135
Figura 8: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte media..... 136
Figura 9: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte media..... 136
Figura 10: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte media.... 136
Figura 11: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte media.... 136
Figura 12: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte base de vertiente 136
Figura 13: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte base de vertiente 136

Figura 14: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte base de vertiente 136
Figura 15: Productividad kikuyo finca ubicada en Julio Andrade parte base de vertiente 136
Figura 16: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima..... 136
Figura 17: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima..... 136
Figura 18: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima..... 136
Figura 19: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima..... 136
Figura 20: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte base de vertiente..... 136
Figura 21: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte base de vertiente..... 136
Figura 22: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte base de vertiente..... 136
Figura 23: Productividad kikuyo finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte base de vertiente..... 136
Figura 24: Productividad kikuyo finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca parte cima 136
Figura 25: Productividad kikuyo finca Cuenca Huaca ubicada en huaca parte cima 136
Figura 26: Productividad kikuyo finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca parte cima 136
Figura 27: Productividad kikuyo finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca parte cima 136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Cultivo de arveja en finca Nuevo Amanecer, Tulcán (leyenda al final del cuadro) 38
Cuadro 2: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de arveja. 39
Cuadro 3: Cultivo de papa en finca detrás de la UPEC ubicada en Huaca (1), y finca El Capulí ubicada en Montufar (2), (leyenda al final del cuadro). 40
Cuadro 4: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de papa .. 42
Cuadro 5: Cultivo de cebolla ubicada en Tulcán (1), y Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade (2), (leyenda al final del cuadro)..... 43
Cuadro 6: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de cebolla. 45
Cuadro 7: Cultivo de maíz en finca Nuevo Amanecer ubicada en Tulcán (1) finca UPEC ubicada en Huaca (2), (leyenda al final del cuadro). 46
Cuadro 8: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de maíz... 48
Cuadro 9: Cultivo de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, (leyenda al final del cuadro) 49
Cuadro 10: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de tomate de árbol 50
Cuadro 11: Cultivo de quinua en finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca (1), finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade (2), (leyenda al final del cuadro) 51
Cuadro 12: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de quinua. 52
Cuadro 13: Cultivo de chochos en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro) 53
Cuadro 14: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de chocho. 54
Cuadro 15: Cultivo de habas en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro) 55
Cuadro 16: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de haba. 56
Cuadro 17: Cultivo de hortalizas en finca el capulí ubicada en Montufar (leyenda al final del cuadro)..... 57

Cuadro 18: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de hortalizas. 58
Cuadro 19: Cultivo de kikuyo en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro) 59
Cuadro 20: Resultados de procesamiento de la información del cultivo pasto kikuyo. 60
Cuadro 21: Catálogo de tipos de suelos 61
Cuadro 22: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo 117
Cuadro 23: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima segunda muestra lugares donde no hay kikuyo 118
Cuadro 24: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo 118
Cuadro 25: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kykuyo 119
Cuadro 26: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media primera muestra lugares donde no hay kikuyo 120
Cuadro 27: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media segunda muestra lugares donde no hay kikuyo 120
Cuadro 28: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media tercera muestra lugares donde no hay kikuyo 121
Cuadro 29: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo 121
Cuadro 30: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente primera muestra lugares donde no hay kikuyo 122
Cuadro 31: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente segunda muestra lugares donde no hay kikuyo 123
Cuadro 32: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente tercera muestra lugares donde no hay kikuyo 123
Cuadro 33: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo 124
Cuadro 34: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo 125

Cuadro 35: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima segunda muestra lugares donde no hay kikuyo 125
Cuadro 36: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo..... 126
Cuadro 37: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo 126
Cuadro 38: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente primera muestra lugares donde no hay kikuyo 127
Cuadro 39: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente segunda muestra lugares donde no hay kikuyo 128
Cuadro 40: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente tercera muestra lugares donde no hay kikuyo 128
Cuadro 41: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo 129
Cuadro 42: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo..... 130
Cuadro 43: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima segunda muestra áreas descubiertas (sin cobertura de pasto)..... 130
Cuadro 44: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo..... 131
Cuadro 45: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo..... 131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Delimitación de contenido. 2
Tabla 2: Delimitación espacial. 3
Tabla 3: Profundidades características de la raíz, cuando no existen barreras para su penetración en el suelo 9
Tabla 4: Operacionalización de variables 23
Tabla 5: Fincas estudiadas 26
Tabla 6: Materiales de campo utilizados en la investigación. 28
Tabla 7: Materiales de oficina utilizados en la investigación 28
Tabla 8: Materiales de laboratorio utilizados en la investigación 29
Tabla 12: Descripción de perfil de suelo finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo arveja parte cima. 75
Tabla 13: Descripción de perfil de suelo finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo arveja parte media 76
Tabla 14: Descripción de perfil de suelo finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo arveja parte base 77
Tabla 15: Descripción de perfil de suelo finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte cima 78
Tabla 16: Descripción de perfil de suelo finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte media. 79
Tabla 17: Descripción de perfil de suelo finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte base 80
Tabla 18: Descripción de perfil de suelo finca el capulí ubicada en Montufar cultivo papa parte cima 81
Tabla 19: Descripción de perfil de suelo finca el capulí ubicada en Montufar cultivo papa parte zona plana entre dos vertientes 82
Tabla 20: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo cebolla larga parte cima 83
Tabla 21: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo cebolla larga parte base. 84
Tabla 22: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo cebolla larga parte cima 85

Tabla 23: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo cebolla larga parte base. 86
Tabla 24: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte cima. ... 87
Tabla 25: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte media. . 88
Tabla 26: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte base. ... 89
Tabla 27: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte cima. 90
Tabla 28: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte media. 91
Tabla 29: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte base. 92
Tabla 30: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, cultivo tomate de árbol parte cima..... 93
Tabla 31: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, cultivo tomate de árbol parte base. 94
Tabla 32: Finca de Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo quinua parte cima. . 95
Tabla 33: Finca de Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo quinua parte media. 96
Tabla 34: Finca de Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo quinua parte base. . 97
Tabla 35: Finca de Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo quinua parte cima..... 98
Tabla 36: Finca de Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo quinua parte base. 99
Tabla 37: Finca ubicada en Huaca, cultivo chochos parte cima..... 100
Tabla 38: Finca ubicada en Huaca, cultivo chochos parte media..... 101
Tabla 39: Finca ubicada en Huaca, cultivo chochos parte base..... 102
Tabla 40: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo haba parte cima..... 103
Tabla 41: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo haba parte media. 104
Tabla 42: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo haba parte base. 105
Tabla 43: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo haba parte cima..... 106
Tabla 44: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo haba parte media. 107
Tabla 45: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo haba parte base. 108
Tabla 46: Finca el capulí ubicada en Montufar, cultivo hortalizas parte cima..... 109
Tabla 47: Finca el capulí ubicada en Montufar, cultivo hortalizas parte base. ... 110
Tabla 48: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte cima. 111
Tabla 49: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte media 112
Tabla 50: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte base. 113

Tabla 51: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, cultivo kikuyo parte cima. 114
Tabla 52: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, cultivo kikuyo parte base. 115
Tabla 53: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca, cultivo kikuyo parte cima. .. 116

RESUMEN

El Ecuador ha sido y sigue siendo un país de alta potencialidad agrícola, fundamentado en su diversidad de climas y la bondad de sus suelos, mayormente derivados de materiales de origen volcánico. Sin embargo, asegurar el buen carácter agrícola del Ecuador, especialmente de provincias como Carchi, implica la superación de los retos que impone alcanzar la sostenibilidad del sector agrario, hoy amenazada por la creciente degradación de los suelos y los recursos hídricos, y la pérdida de biodiversidad (Franco, 2015).

Ante esta situación, es necesario avanzar en el proceso de diagnóstico de las tierras agrícolas y en el mejoramiento de los sistemas agroproductivos, a los fines de detener los procesos degradantes y, por el contrario, proceder con las tareas de restauración. En ese contexto, se realizó este estudio exploratorio sobre la relación existente entre el nivel de degradación/conservación del suelo y el desarrollo de los cultivos, en varias fincas de los cantones Huaca, Tulcán y Montufar. Para ello se hizo uso del Catálogo de Clasificación Interpretativa de Suelos desarrollado en la Finca Experimental San Francisco de la UPEC, siguiendo los lineamientos de Franco et al (2015).

Se evaluaron un total de 10 cultivos, incluyendo los suelos, en 17 fincas. La evaluación comparativa de los cultivos (aun en pleno desarrollo), se hizo en base a la altura y el diámetro del cuello tallo-raíz de las plantas. (Plantas de papa ya al final del ciclo, fueron cosechadas y comparados los tubérculos promedio). Los rubros evaluados fueron papa, chocho, haba, arveja, quinua, cebolla, maíz, hortalizas, tomate de árbol y pasto kikuyo.

La aplicación de la clasificación interpretativa de suelos en campo fue relativamente práctica y simple, y del mismo modo, la identificación de los tipos de suelo.

Los cultivos evaluados mostraron diferentes respuestas a las variaciones en los parámetros de relieve y suelos, expresadas en los valores de altura y diámetro promedio del cuello de la raíz (y cobertura del suelo en caso de pastos). Así, la posición topográfica, el grado de pendiente, el espesor del horizonte A1, el contenido de carbono y el pH mostraron efecto significativo sobre el desarrollo de la mayor parte de los cultivos evaluados.

La alta uniformidad del contenido de Carbono en los suelos agrícolas más frecuentes (Tipos 1, 2a y 3b), e igualmente del pH, pudiera disminuir el impacto de la reducción del espesor del horizonte A1 sobre los cultivos, especialmente de aquellos con enraizamiento superficial (menos de 50 cm de profundidad).

Se recomienda continuar esta línea de investigaciones, usando la cosecha de los cultivos como índice de la capacidad productiva de los Tipos de suelo.

ABSTRACT

Ecuador has been and should continue as a country of high agriculture productivity, based on climate diversity and high soil fertility, related to its volcanic origin. However, to make such good agrarian character to endure, especially in provinces like Carchi, it is necessary to ensure agriculture sustainability (Franco, 2015).

However, ensure the good agricultural character of Ecuador, especially in provinces such as Carchi, involves overcoming the challenges of achieving sustainability in agriculture, today threatened by increasing soil and water resources degradation, and loss of biodiversity. Aware of this situation, it is necessary to advance with land assessment and agricultural systems improvement, in order to stop land and water degradation, and initiate restoration actions. In this context, we made this introductory study on the relationship between soil degradation/conservation balance and crop development in some farms located in Huaca, Tulcan and Tufiño, some of Carchi´s counties.

For this purpose, the soils Interpretative classification catalogue was applied, after been developed in the UPEC San Francisco experimental farm located in Huaca County

Ten different crops in 17 farms, including soil profiles, were evaluated. Plant high and root collar diameter were measured to compare young crops development. (Potato plants were harvested when mature). Evaluated crops were potato, lupinus beans, habas, peas, quinoa, onion, maize, vegetables, tomato tree and kikuyu pastures.

The interpretative soil classification methodology was easy and practical to apply in the field, and similarly the soil type identification.

Evaluated crops showed different response to variations in topography and soils, following plant high and root collar diameter (and plant soil coverage in case of pastures). Thus, topographic position, slope inclination, horizon A1 thickness, carbon content and pH showed significant effect on the development of most crops.

The relative high uniformity of carbon content in the most frequent agricultural soils (Types 1, 2a and 3b), and also pH, could lessen the impact of the significant

reduction in the thickness of horizon A1 on crops, especially those with shallow rooting (less than 50 cm depth).

We recommend to continue this research line, using the value of the harvest of crops as site productivity indicator.

INTRODUCCIÓN

Ecuador ha sido y sigue siendo un país de alta potencialidad agrícola, fundamentada en la capacidad de trabajo de sus agricultores, la diversidad de climas y la bondad de sus suelos, mayormente derivados de materiales de origen volcánico. La necesidad mundial de incrementar la producción de alimentos en al menos 40% (FAO, 2009), para mediados de siglo, cuando la población mundial se estabilice en 9.000 millones de personas, ofrece oportunidades a países, que como Ecuador posee fortalezas evidentes en el sector agrícola: a) Agricultores, pues cerca del 25% de la población vive en el medio rural y está relacionado con la economía agrícola; b) Multiplicidad de rubros agrícolas, propios de climas templados y tropicales, de tierras bajas y tierras altas; y, como ya se mencionó, multiplicidad de climas y suelos productivos. Tales fortalezas incluso abren perspectivas para abordar en forma creciente, el exigente y lucrativo mercado mundial de productos orgánicos (Franco, 2016).

Sin embargo, aparte de los diversos y complejos retos que involucra el producir, procesar y comercializar productos agrícolas y sus derivados, existe uno básico y fundamental como es asegurar la sostenibilidad de la producción vegetal y animal primaria. La agricultura actual difiere enormemente de la practicada por nuestros padres y abuelos, fundamentalmente en su autonomía. (Altieri, 2000), afirma que, a nivel de los países en desarrollo, la agricultura tradicional posee y mantiene sus semillas y genera sus propios insumos, mientras que la gran agricultura comercial debe importar semillas, maquinaria y agroquímicos, dependiendo riesgosamente de proveedores externos.

Por otra parte, el abandono de la agrodiversidad local ha generado un proceso de perdida de germoplasma que debe ser detenido, y el uso indiscriminado de maquinaria y agroquímicos en las últimas tres décadas ha acelerado los procesos de degradación de suelos y aguas a tal nivel, que aun en regiones de abundantes lluvias y suelos fértiles, la escasez de agua para riego y la creciente necesidad de aplicar agroquímicos ha colocado en situación de riesgo e incertidumbre el futuro de la agricultura. Ecuador, y especialmente el Carchi, no son ajenos a esta realidad global. La agricultura carchense requiere políticas, estrategias y acciones encaminadas a asegurar su sostenibilidad. La producción agrícola actual depende

hoy más que nunca de insumos importados y las monoculturas mecanizadas en terrenos de fuertes pendientes han degradado los suelos y las aguas, aun en las cuencas más altas, en extensión e intensidad aun no evaluadas suficientemente. Y ello es básico para emprender su restauración, a la par que se transforman los sistemas agroproductivos hacia formas de producción más amigables con el entorno, mediante sistemas y técnicas agroecológicas (Franco, 2015).

En ese contexto, es necesario ensayar nuevos enfoques en la evaluación de las tierras y los cultivos, buscando especialmente técnicas de bajo costo, fácil implementación y amplia cobertura. Y que puedan incluso asociarse al uso de nuevas tecnologías de teledetección como lo es el uso de los drones en la agricultura.

Con esas ideas, se formuló este trabajo, cuyo objetivo fue evaluar los suelos y los cultivos existentes al momento de la evaluación, en forma integrada. Se trató de cubrir una amplia gama de rubros, buscando sin embargo la mayor homogeneidad climática. Se trabajó en fincas de los cantones Huaca, Tulcán y Montufar, provincia del Carchi, región de clima de montaña húmedo y frio. En la evaluación de los suelos se aplicó un nuevo instrumento de clasificación interpretativa, desarrollado en la finca experimental San Francisco de la UPEC: Catálogo de Suelos según Nivel de Degradación/Conservación.

Basado en la guía de descripción de suelos (FAO, 2009).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aparición creciente de zonas de “arenas blancas”, o de color pardo, aflorando en las pendientes cultivadas de suelos de intenso color negro en el Valle Interandino al Norte del Carchi, es señal inequívoca de procesos de erosión severa, puesto que horizontes de ese color deberían subyacer cerca de un metro debajo de un horizonte A1, evolucionado en cenizas volcánicas. Por otra parte, se ha reportado el creciente uso intenso e indiscriminado de agroquímicos (fertilizantes sintéticos, fungicidas e insecticidas) en las últimas décadas, tendencia que debe estar relacionada con la reducción de la capacidad de los suelos para satisfacer las demandas nutricionales de los cultivos y la mayor frecuencia de plagas y enfermedades, especialmente en papa, el principal rubro de la región. Ello contrasta con la agricultura libre de tales insumos que solía practicarse 3 o 4 décadas atrás en la región, lo que sugiere tanto la pérdida de fertilidad de los suelos como su contaminación por patógenos. Suquilanda (2009), se refiere a esta problemática, con énfasis en el fenómeno erosivo a escala nacional, señalando que en el Ecuador, cerca del 12% de los suelos ya ha sido severa o moderadamente degradado, especialmente en la Sierra ecuatoriana.

Pese a ello, existe poca información, especialmente a nivel de detalle, sobre la relación existente entre los niveles de degradación de los suelos y la posible afectación del desarrollo de los cultivos y su rendimiento.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción agropecuaria en los cantones Huaca, Tulcán y Montufar, se viene realizando en forma aparentemente exitosa y sostenible en rubros tradicionales, como papa, habas, maíz, y ganadería. Incluso, es común que las tierras sean preparadas y colocadas bajo producción sin consideraciones, por ejemplo, sobre las limitaciones por alta pendiente y erosión del suelo. Ello es una realidad digna de estudio. De esta forma, progresivamente la erosión ha venido avanzando lo que

debe estar afectando la capacidad productiva de los suelos agrícolas. En forma general, este aspecto ha sido descuidado por el hombre principalmente a partir de la conquista hispánica, sea por despreocupación frente a la abundancia de los recursos naturales, sea por la falta de experiencia en materia de conservación de los suelos (Trujillo, 2010).

Que dimensión ha alcanzado la degradación de los suelos y a qué nivel está afectando la producción agrícola? Que metodologías podrían implementarse para avanzar en un diagnóstico rápido y económico de la situación con alto nivel de detalle? Son preguntas que pese a los estudios realizados, aun requieren profundización o ampliación en las respuestas. Sobre ello se focaliza este trabajo.

1.3. DELIMITACIÓN

Delimitación de contenido:

Esta investigación estará enmarcada en los siguientes términos:

Tabla 1: delimitación de contenido.

Campo	**Agropecuario**
Área	Agrícola
Aspecto	Evaluación del uso productivo de los suelos

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

Delimitación espacial:

La investigación se la llevara a cabo en las fincas de los cantones de Huaca Montufar y Tulcán. Provincia del Carchi.

Tabla 2: delimitación espacial.

País	**Ecuador**
Provincia	Carchi
Cantones	Huaca, Montufar y Tulcán.
Unidades de observación	Fincas

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

Delimitación temporal:

Se realiza la presente investigación durante el periodo 2015 y 2016.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Es evidente la importancia de la producción agropecuaria para el Carchi y los Cantones, Huaca, Tulcán, y Montufar, y que tanto la demanda de alimentos, como la producción, han venido aumentando con el crecimiento demográfico y el crecimiento económico de la región. En Carchi, la producción bruta se concentra en el sector de servicios y en la actividad primaria agrícola (MCPEC, 2011). Y en el futuro discernible no se avizoran alternativas económicas que puedan suplantarlos.

Por lo tanto, es necesario asegurar la sustentabilidad del uso productivo de los suelos a mediano y largo plazo, para lo cual deben hacerse innovaciones que permitan la conversión progresiva de la agricultura actual hacia sistemas agroecológicos, más amigables al ambiente y generadores de productos más sanos. En ese contexto, es necesario avanzar en el diagnóstico de las formas de producción y su impacto sobre los recursos suelo y agua, promoviendo los cambios

necesarios para reducir la degradación de los suelos y las aguas, e iniciar su restauración. Ello es esencial en la búsqueda de sostenibilidad de la producción agropecuaria.

En ese contexto el estudio de los usos productivos del suelo, considerando el estado de conservación del mismo, su posición topográfica y su pendiente, pudiera arrojar información básica útil sobre la situación actual y las tendencias de la producción agropecuaria en algunas áreas de los Cantones Huaca, Tulcán y Montufar. Por otra parte, el estudio, de evaluación, cumpliría el doble propósito de obtener un nivel de información, además enfoques y formas de evaluación. Los resultados podrían orientar el diseño de proyectos de investigación e innovación en el futuro, en la búsqueda de solución a la compleja problemática descrita.

De hecho, es fácilmente observable la frecuencia de focos erosivos importantes en las fincas, posiblemente producto del intensivo laboreo mecanizado en áreas de alta pendiente. Se ha reportado la pérdida de más del 50% del espesor de la capa arable en suelos bajo uso agropecuario intensivo (Franco, 2015).

La dimensión de ese grave problema no es suficientemente conocida y este estudio permitirá avanzar en la obtención de información sobre ello. Por otra parte, la UPEC, como Universidad Regional que incluye la especialidad desarrollo integral agropecuario y ciencias ambientales, ha venido prestado creciente interés al tema de conservación de los suelos agrícolas y mejoramiento de los sistemas de producción. A ello se suma este modesto esfuerzo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Realizar una evaluación, a nivel exploratorio, sobre los suelos y el desarrollo de los cultivos más frecuentes, en un grupo de fincas de los Cantones Huaca, Tulcán y Montufar de la provincia del Carchi, con el fin de relacionar ambos parámetros.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el estado de los suelos aplicando el catálogo de tipos interpretativos de suelos desarrollado en la Finca Experimental San Francisco, basado en la posición topográfica, la clase de pendiente y el estado de conservación/degradación del suelo.
2. Obtener e interpretar información sobre el desarrollo de los cultivos.
3. Analizar e Interpretar la información de suelos y topografía.
4. Complementar el catálogo de tipos de suelos utilizado, adicionándole nuevos tipos, si fuera el caso.
5. Formular algunas medidas de conservación de los suelos frente al proceso de degradación por erosión y compactación.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Suelos volcánicos.

En estudios anteriores en la Región Sierra o zona andina del Ecuador (Cisneros, 2010). Concluyó que el orden de suelos predominante era Andosoles. Se les caracterizó por su extraordinaria capacidad para retener agua y también por su baja densidad aparente. Se desarrollan a partir de material piroclástico y su fracción coloidal está dominada por materiales de rango-corto (alófana) o complejos órgano-metálicos (aluminio-humus) (Ranst, 1997).

Por otra parte, estudios sugieren que son suelos muy susceptibles al laboreo mecanizado (arado y rastra). (Córdova,Valverde, 2002). Realizaron experimentos para evaluar el impacto del laboreo con rastra y discos sobre el estado del suelo y el proceso erosivo en suelos del Carchi, encontrando que el mayor flujo de suelo se produce con el arado; los autores reportan que en pendientes con 25º se produce un flujo de 776 kg/m y con 1º de pendiente 132.8 kg /m. Considerando una longitud del

terreno de 100 m, el flujo de suelo variaría de 77.6 a 13.28 t/ha, respectivamente. Los mismos autores concluyeron que:

a) La reducción de labranza primaria en las tres localidades no afectó a los rendimientos, ni a la tasa de extracción de tubérculo semilla.

b) Al trabajar con altas densidades de siembra, existe un alto porcentaje de extracción de tubérculo semilla, que fluctúa entre 66 – 78 %.

c) Económicamente es más rentable la labranza reducida. En Carchi con una tasa de retorno marginal (TRM) de 3669 %, en Chimborazo con TRM de 195 % y en Cañar con TRM de 365 %.

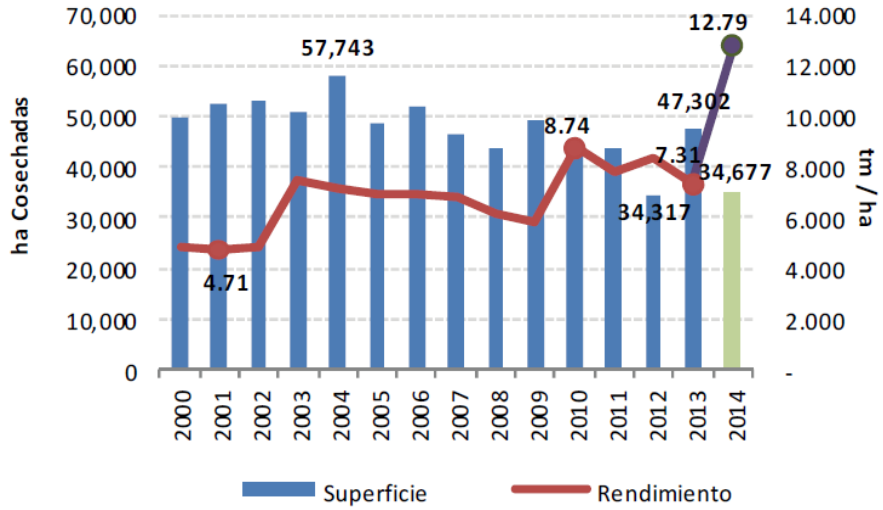
d) Los sistemas de labranza reducida y mínima, son alternativas viables para la producción de papa (comercial y semilla) y conservación de los suelos, especialmente en suelos de textura franca.

Los autores finalizan recomendando apoyar el uso de estos sistemas con el fin de reducir la erosión del suelo causada por labranzas primarias de preparación. Según estos resultados es factible hacer cambios en las técnicas de preparación del terreno, a los fines de disminuir los procesos de degradación de los suelos. Para ello, se requiere capacitar a los productores y realizar investigaciones en esta línea de trabajo.

Superficie y rendimiento del cultivo de papa

Para el año 2014 la producción a nivel nacional incrementó en 28.17% respecto al año 2013. A pesar del descenso de la superficie cosechada en 26.69%, este comportamiento se debió al aumento notable de los niveles de rendimiento en 74.83% pasando de 7.31 t/ha en el 2013 a 12.79 t/ha en el 2014. En la figura 1 se observa que la superficie cosechada tiene una tendencia variable durante el periodo analizado. La disminución de la superficie cosechada para el año 2014 (-26.69%%) es superior a la tasa promedio interanual registrada en los últimos 13 años (0.62%). Con respecto al rendimiento, se observa una tendencia variable. (MAGAP, 2014).

Figura 1: Superficie y rendimiento nacional de papa durante el año 2000 a 2014.



Fuente: ESPAC

Las principales provincias productoras en el año 2014 fueron: Carchi con el 34.99% de la producción y con el rendimiento más alto a nivel nacional (22.52 t/ha), seguido de Chimborazo con el 19.14% de la producción y con un rendimiento de 13.80 t/ha. (MAGAP, 2014).

Pese al incremento observado en 2014, el rendimiento de 22,52 t/ha, está muy lejos, por ejemplo, de los rendimientos en Colombia y Perú, y ni que decir de Estados Unidos.

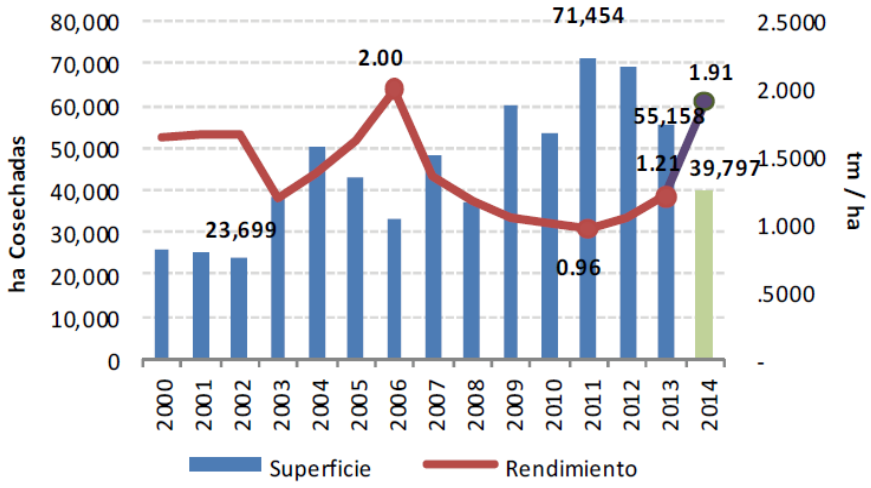
Superficie y rendimiento del cultivo de maíz

Para el año 2014 la producción a nivel nacional aumentó 14.07% respecto al año 2013, a pesar del descenso de la superficie cosechada en 27.85% con respecto al mismo periodo. Este comportamiento se debió al aumento de los niveles de rendimiento en 58.10% respecto al año 2013. (MAGAP, 2014)

En la figura 2 se observa que la superficie cosechada tiene una tendencia variable. El año donde se registró la mayor cantidad de superficie cosechada del periodo analizado fue el 2011 (71,454 ha). Para descender en los siguientes años. La disminución de la superficie para el año 2014 (-27.85%) es superior a la tasa

promedio interanual registrada en los últimos 13 años (9.87%). Con respecto al rendimiento, se observa un comportamiento al alza a partir del 2011. El aumento obtenido en el último año es superior a la tasa interanual del periodo 2004-2013 (-0.90%) (MAGAP, 2014).

Figura 2: Superficie y rendimiento nacional de maíz durante el año 2000 A 2014.



Fuente: ESPAC.

Nuevamente puede afirmarse que el rendimiento obtenido de 1,91 t/ha en el cultivo de maíz está muy lejos de los valores deseables.

Al igual que con los rubros papa y maíz, la mayor parte de los cultivos en el Ecuador tiene un amplio espacio para mejorar.

Profundidad de enraizamiento

Las plantas en general, y los cultivos agrícolas específicamente tienen diferentes magnitudes de desarrollo, por supuesto, tal desarrollo depende, además de la genética, de las condiciones edafoclimaticas y la competencia con plantas vecinas. La profundidad de la raíz resulta influenciada por el perfil del suelo. Si existe una capa de arcilla, una capa dura, un estrato compactado u otras formaciones densas, las raíces no pueden desarrollarse en su profundidad normal. Las raíces pueden extraer la humedad de las capas más profundas del suelo, pero si se repone el

suplemento de agua sólo en la capa más superficial del mismo, el sistema radicular no se desarrollará a la profundidad normal.

Tabla 3: Profundidades características de la raíz, cuando no existen barreras para su penetración en el suelo.

Superficie (45 a 60 cm)	Moderadamente profunda (90 a 120 cm)	Profunda (más de 120 cm)
Ajo	Arveja	Alcaucil
Brócoli	Berenjena	Batata
Apio	Acelga	Esparrago
Cebolla	Poroto	Pastinaca
Coliflor	Pepino	Poroto manteca
Escarola	Remolacha	Zapallo tardío
Perejil	Pimiento	Tomate
Papa	Zapallos tempranos	Sandia
Maíz	Nabo	
Lechuga	Zanahoria	
Puerro	Melón	
Rabanito		
Espinaca		

Fuente: Knott (2008).

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Dentro de la Constitución de la República del Ecuador (2008), encontramos dos artículos el 409 y el 410 que manifiestan lo siguiente:

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de

forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

2.3. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El factor fundamental para el desarrollo agrícola y un nivel óptimo de productividad de las tierras con sostenibilidad es el agricultor. Su esfuerzo, sobre la base del conocimiento y experiencia, es garantía de productividad. Sin embargo, el agricultor puede ser presa fácil del oportunismo comercial de empresas interesadas en colocar sus maquinarias, agroquímicos y semillas. Posiblemente esa situación es parte del estado actual de la agricultura ecuatoriana. Es necesario crear contrapesos, y el más efectivo debe ser la capacitación del agricultor y una sana asesoría técnica. Obviamente, el Estado está obligado a jugar un rol protagónico en la búsqueda de una agricultura productiva y sostenible, afianzando y ampliando las fortalezas de los productores, especialmente los pequeños y medianos. Las Universidades, por su parte, deben hacer los esfuerzos en investigación y formación de recursos humanos especializados para contribuir con la meta, que es de todos, de avanzar hacia la sostenibilidad agrícola y alimentaria, pues ello es la base de una población bien alimentada y saludable. Este trabajo, de carácter académico, pretende aportar un granito de arena en el esfuerzo que lleva adelante la UPEC y la Universidad ecuatoriana, en general, por mejorar el sector Agrario.

2.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

2.4.1. El horizonte A1 y el Ap en el perfil de suelo

La capa u horizonte más productivo del suelo es el horizonte A1, gracias a su contenido en materia orgánica y nutriente. La pérdida o degradación de este horizonte conlleva a reducciones, que pueden ser muy significativas, de la

productividad. Mediante el pase de rastra y arado el horizonte A1 puede mezclarse con el horizonte subyacente y sufrir compactación y perdida de materia orgánica y nutriente; igualmente el pastoreo ocasiona degradación del suelo por compactación. Este horizonte alterado es el Ap o capa arable (Franco, 2015).

2.4.2. Fertilidad y productividad

Es la medida de la capacidad que tiene un suelo para contener, en forma asequible para las plantas, todo aquello que estas necesitan para su crecimiento y desarrollo. Un índice de productividad representa la capacidad de producir cierta cantidad de biomasa por hectárea y por año, expresada como porcentaje respecto de la productividad óptima que proporcionaría un suelo ideal en su primer año de cultivo, o bajo determinado escenario de manejo (Álvarez, 2013).

La fertilidad del suelo, está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan la capacidad de este para sostener el desarrollo de la vegetación. Aunque depende de muchos factores, la fertilidad está muy asociada al contenido de materia orgánica. La materia orgánica se puede definir como el total de compuestos orgánicos en el suelo con excepción de los tejidos de plantas y animales sin descomponer, sus productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo (Suquilanda, 2008).

El concepto de fertilidad tiene un carácter cuantitativo, expresándose en términos relativos en función del grado de satisfacción de las necesidades del cultivo (Alvarado, 2009).

2.4.3. Necesidades vitales de las plantas, provistas por el suelo:

Agua, aire, nutrientes, sostén y calor. La disponibilidad en el suelo de todo aquello que es imprescindible para el crecimiento y desarrollo de las plantas, está en dependencia de las propiedades del suelo, sobre las cuales influyen los factores naturales y la actividad del hombre (Izquierdo, 2007).

2.4.4. Características del suelo que afectan el crecimiento de las plantas

Entre las principales características del suelo que afectan el crecimiento de las plantas según (Méndez, 2010), son las siguientes:

a) Estructura del suelo. Es el ordenamiento de las partículas del suelo, entendiéndose como tales, no sólo los elementos mecánicos individuales como arena, limo y arcilla, sino también los agregados que se han formado en fracciones más pequeñas por acción mecánica. La productividad de un suelo, depende en gran medida de su estructura, por lo tanto, el primer objetivo de todas las operaciones primarias de labranza es modificarla para obtener una porosidad que permita una buena circulación del gas y aireen el suelo, facilitando el crecimiento y penetración de las raíces.

b) Aireación del suelo. Es importante para decidir la fineza de la labranza. Los cultivos sólo pueden desarrollarse en forma vigorosa en un ambiente de buena aireación, vale decir, donde la concentración de anhídrido carbónico alrededor de sus raíces es baja y la del oxígeno es alta.

c) Compactación. La compactación es un problema que ocurre en aquellos suelos cuya estructura es propensa a la destrucción por efectos de labranza y/o la acción del agua (lluvia o riego). Un cierto grado de compactación puede ser beneficioso, pero cuando éste es excesivo, puede dar como resultado efectos perjudiciales para los suelos y para el crecimiento de las plantas cultivadas.

d) Materia orgánica. La materia orgánica aumenta la agregación y mejora la estructura de los suelos. Se ha demostrado que la práctica continua de labranza destruye la agregación y deteriora la estructura de éste, reduciendo paralelamente su contenido de materia orgánica.

e) Humedad del suelo. Es uno de los factores que tiene mayor incidencia en las labores de preparación de suelo, tanto en la aradura como en los rastrojes. La humedad hace que el suelo presente mayor o menor resistencia la penetración de los implementos, también le confiere características de plasticidad que le permiten adherirse a los implementos de labranza, dificultando su acción. En suelos muy

húmedos se afecta la tracción al aumentar el patinaje y aumentar los requerimientos de potencia, debido a la gran resistencia que ofrece al desplazamiento del arado.

2.4.5. Propiedades del suelo

Propiedades físicas
Propiedades químicas
Propiedades físico-químicas
Propiedades biológicas

2.4.5.1. Principales propiedades físicas del suelo

La textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición. Porosidad del suelo dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macro poros y micro poros. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo. Estructura del suelo se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto partícula se designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural) (Rucks, 2004).

Consistencia del suelo es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. Estas manifestaciones incluyen:

a) el comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.

b) la tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.

c) las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

Esta definición implica que el concepto de consistencia del suelo incluye algunas propiedades del suelo, como resistencia a la compresión, friabilidad, plasticidad, viscosidad. (Rucks, 2004).

2.4.5.2. Propiedades químicas del suelo

Las más importantes son el contenido de carbono orgánico, indicativo del contenido de sustancias húmicas, favorecedoras de las condiciones físicas y la fertilidad del suelo, el pH, indicativo de la acidez o alcalinidad del suelo y la Capacidad de Intercambio Catiónico, dependiente de las sustancias húmicas y los minerales arcillosos. En el caso de suelos volcánicos jóvenes, donde no ha habido tiempo para la formación de arcillas, el contenido de Carbono es determinante para esta propiedad y la fertilidad. Luego siguen las concentraciones de macro y micronutrientes, decisivas para la productividad del suelo (Thompson, 1965).

2.4.5.3. Propiedades físico - químicas del suelo

El intercambio de iones entre la superficie de las partículas y la solución del suelo, y entre ésta y las raíces de las plantas. Principalmente el intercambio es de cationes, por lo que esta propiedad se conoce como capacidad de intercambio catiónico (CIC). Entre los cationes están las bases del suelo (Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+} y K^{+}) y cationes que generan acidez, como el Al^{+++} y el H^{+}. El intercambio de cationes puede producirse en el medio suelo, debido a la alta dispersión de este, de donde deriva la alta superficie específica. Esto es un ejemplo de interrelación entre las propiedades físicas y las físico-químicas (Izquierdo, 2007)

2.4.5.4. Propiedades biológicas del suelo

Existencia de macro y microorganismos vivos que cumplen, como función principal, descomponer la materia orgánica y convertirla en humus, el cual se combina con la parte mineral del suelo y forma los compuestos órgano- minerales, de alta actividad química y físico-química.

Los organismos vivos del suelo necesitan de aire, agua y calor, los cuales son proporcionados, en dependencia de las propiedades físicas (Izquierdo, 2007).

Importancia de los microorganismos. Los microorganismos del suelo, aparte de suministrarle una buena cantidad de biomasa al mismo y de causar, en algunos casos, problemas fitosanitarios en los cultivos, intervienen activa y directamente en ciclos geoquímicos como el del C, el del N, el del P y el del S, que son los más conocidos. También toman parte en una buena cantidad de procesos y reacciones que tiene que ver con la nutrición vegetal (Izquierdo, 2007).

2.4.6. Degradación y conservación de suelos

La degradación de la estructura del suelo, muchas veces llamada compactación del suelo, es considerada la forma más seria de degradación de la tierra causada por las prácticas de labranza convencional. Paradójicamente, de todos los tipos de degradación de tierras, la degradación de la estructura del suelo es reversible y su ocurrencia es previsible o al menos controlable. La degradación de la estructura del suelo es un problema mundial que ocurre en todos los suelos y niveles de producción agrícola. A diferencia de la erosión y la salinización que dan una fuerte evidencia superficial del fenómeno, la degradación de la estructura del suelo requiere análisis físicos antes de ser revelada e identificadas su extensión, naturaleza y causa. La degradación de la estructura del suelo es una reducción del espacio poroso entre los agregados. El suelo compactado no proporciona espacio adecuado para el almacenamiento o movimiento del aire y el agua del suelo. Más importante aún es que los grandes poros continuos del suelo se pierden o se reducen en sus dimensiones conduciendo a un movimiento lento del agua y a una aireación reducida. El crecimiento de las raíces y de la fauna del suelo también se

reduce. Las principales causas de la degradación de la estructura del suelo son las fuerzas de las ruedas de la maquinaria y los implementos agrícolas, especialmente cuando el suelo está húmedo o saturado, momento en que suelo es más propenso a la deformación. Hay un potencial máximo para la compactación del suelo en los sistemas de cultivo convencional debido a que la mayoría de los cultivos se hacen en suelo húmedo. Esto es o bien para combatir las malezas o para preparar la tierra para la siembra después del período de barbecho. En ambos casos hay un fuerte riesgo de compactación del suelo, ya que el suelo húmedo es débil y fácilmente degradable. (Fray, 2010).

Métodos para la conservación de los suelos.

Métodos naturales: Mantener la cobertura Vegetal (Bosques, Pastos y Matorrales) en las orillas de los ríos y en las Laderas. Esto implica el evitar la quema de la Vegetación de cualquier tipo en laderas. El incendiar la vegetación es un acto criminal, que va en contra de la fertilidad del Suelo; deteriora el hábitat de la Fauna, y deteriora la disponibilidad del recurso Agua. Reforestar las laderas empinadas y las Orillas de ríos y quebradas. Cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, porque favorece la Erosión. Combinar las actividades agrícolas, pecuarias y forestales (agroforestería), y sembrar árboles como cercos, en laderas, como rompe vientos, etc. Rotar Cultivos, leguminosas con otros, para no empobrecer el suelo. Integrar Materia orgánica al suelo, como los residuos de las Cosechas (Hernandez G. , 1997).

Métodos artificiales: Construir Zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente. Construir defensas en las orillas de ríos y quebradas para evitar la erosión. Abonar el suelo adecuadamente para restituir los nutrientes extraídos por las cosechas. El abonamiento debe evitar el uso exagerado de Fertilizantes químicos, de lo contrario se mermará la Micro flora y Micro fauna del suelo y se pueden producir procesos de intoxicación de los suelos. Antes es conveniente hacer un análisis para determinar las deficiencias y según ello aplicar un programa de fertilización (Hernandez G. , 1997).

Rotación de cultivos: Cada tipo de cultivo tiene sus necesidades y muchas veces lo que falta para uno sobra para el otro. Así, un manejo adecuado de los cultivos resulta en menor necesidad de abonos y de protecciones. Como regla general, es muy beneficioso intercalar leguminosas y gramíneas en un ciclo productivo. (Hernandez G. , 1997).

Abono verde: Consiste básicamente en sembrar un [cultivo]], sin el objetivo de aprovechamiento económico y única o principalmente para mantener el suelo cubierto y disminuir la erosión entre los períodos de cultivos comerciales, o entre las filas de los cultivos permanentes. Como normalmente se plantan especies que aumentan la fertilidad del suelo, como las leguminosas, que fijan el nitrógeno directamente o con la ayuda de bacterias, el resultado es una mayor productividad en el siguiente período. Existen también plantas que reducen la compactación del suelo con sus raíces profundas (Hernandez G. , 1997).

Siembra Directa: Es probado que es una de las mejores técnicas de conservación de suelos. Se entiende por Siembra Directa a la siembra del cultivo sobre los restos del cultivo anterior, sin laborear el suelo, de manera que por ejemplo, se abre apenas haciendo una micro labranza en un surco para la semilla y el fertilizante. Se usan sembradoras especiales (de directa) con una batería de discos y cuchillas que realizan la operación en el suelo. Con esta técnica se promueve la conservación del suelo y de su actividad biológica. Una de las principales ventajas es la presencia de cobertura sobre el terreno y la reducción significativa de la compactación de las capas más profundas del suelo, es decir que evita los pisos de arado. Su principal desventaja es un aumento inicial del uso de herbicidas para controlar malezas. Por ello la asesoría de un agrónomo o técnico especializado es fundamental en el proceso. Sin embargo, las ventajas se incrementan cosecha a cosecha, son acumulativas y se trata de un proceso virtuoso. (Hernandez G. , 1997).

2.4.7. Uso del suelo, y el desarrollo de cultivos

Cultivo arveja (*Pisum sativum*): La arveja es una leguminosa de la familia de las fabáceas, zonas donde se desarrolla el cultivo
Enana: Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar y Cañar.
Decumbente: Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Cañar. Azuay
Requiere una altitud de 2000 a 3300 msnm, con un tipo de suelo Franco, Arenosos, con buen drenaje con Ph de 6.0 a 7.5 el ciclo del cultivo es de 85 a 100 días, el cultivo de arveja es de temporal o secano. No resiste el exceso de precipitación. En áreas con disponibilidad de riego, el volumen de entrada de agua no debe ser abundante (Peralta, 2010).

El kikuyo (*Pennisetum clandestinum*): Es una gramínea perenne de origen africano, que ha invadido las tierras andinas especialmente de Ecuador y Colombia, donde existen grandes extensiones con hierba, entre los 1800 y 3200 m.s.n.m. Es la gramínea más común y mejor adaptada de clima frío. No prospera bien en suelos pobres, pero si en suelos fértiles; es tolerante a la sequía pero muy susceptible a las heladas, por esta razón en zonas que presentan frecuentes heladas durante el año, es recomendable sustituirlo por otras especies resistentes a este fenómeno natural. Este pasto forma una masa de follaje baja y compacta. Los rizomas hasta de cinco metros de largo, llevan dos clases de tallos: estériles, de entrenudos cortos y hojas largas, y fértiles, las inflorescencias crecen en las axilas de las hojas. Las espiguillas tienen dos flores: una inferior y estéril, la superior fértil, en la cual se destacan los filamentos de los estambres, que miden hasta cinco centímetros de largo y sobresalen del follaje. El kikuyo forma semillas, probablemente apomícticas, pero se propagan vegetativamente. No exige en cuanto a la humedad, siempre y cuando la precipitación pluvial supere los 1000 mm anuales. Sus raíces pueden alcanzar los 2 m de longitud lo que le permite extraer agua del suelo con facilidad. Prefiere los suelos de textura liviana, buen drenaje, y alta fertilidad (Hernandez, 2004).

El tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*): También conocido como tomate de palo, tomate cimarrón, y contragallinazo, pertenece a la familia de las solanáceas.

Es una planta originaria de los Andes Peruanos, dispersa en otros países de la región andina como Chile, Ecuador, Bolivia, Brasil y Colombia. También se cultiva en las zonas montañosas de África, India y Australia. Los frutos del tomate de árbol se han hecho tan populares que en Nueva Zelanda han desplazado al kiwi fruit, lo que demuestra el potencial internacional de esta fruta. Es una planta de climas templados y fríos. Su temperatura está entre los 14 º y 20 ºC, siendo la óptima entre 16º y 19ºC. No necesita gran humedad relativa (zonas altas de clima seco). Esta planta se desarrolla en altitudes que varían de 1000 a 3000 msnm. En altitudes inferiores a los 1000 m la fructificación es menor, ya que durante la noche la temperatura no es lo suficientemente baja. No tolera vientos fuertes porque produce la caída de las flores, rotura de las ramas y destrucción de las hojas (Villegas, 2009).

El maíz (*Zea mays L*.): Pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea, Tripsacum y Euchlaena,* cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género Zea. El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas. En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz en general crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrimentos (Flores, 2010).

Cultivo de papa (*Solanum tuberosum*): La mayor diversidad genética de papa cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”,

primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. La producción de papa en Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por las relaciones entre clima, fisiografía y altura. En general, el cultivo de la papa en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2.400 a 3.800 m.s.n.m. en los pisos interandinos y suban dinos. Una fracción importante del cultivo se desarrolla en condiciones de sub páramo, particularmente en el sub páramo húmedo. Aunque el cultivo se encuentra en los valles bajos, debido a presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas. El tipo de suelo predominante en la sierra es de origen volcánico con alto contenido en aluminio activo, extractable con oxalato ácido de amonio. El suelo denominado negro andino se ha desarrollado de ceniza volcánica fina que forma un complejo químico entre la materia orgánica y los minerales. Este tipo de suelo es comúnmente profundo en el país y rico en materia orgánica (8 a 16% por volumen). Posee una alta capacidad de retención de agua, alta estabilidad estructural, baja densidad aparente, deshidratación reversible, buena permeabilidad, y es de consistencia untosa. Por ello, los suelos negros andinos son muy aptos para el cultivo de papa. (Sherwood, 2002).

Cebolla larga: ***(Allium fistulosum Linnaeus):*** Su óptimo desarrollo lo alcanza en climas fríos sobre los 3000 a 3400 m.s.n.m donde no predomine la neblina, la cebolla larga obtiene un sabor más picante y agradable para la sazón en cuanto a gastronomía se refiere. Las raíces se producen en la base del tallo, son fasciculadas y poco abundantes; verticalmente miden hasta 30-45 cm y horizontalmente unos 30 cm. Cada hoja tiene una base larga y carnosa, que se une estrechamente con la base de las demás hojas, formando un seudo tallo, envuelto por láminas finas o túnicas, y la exterior es seco. Las hojas son tubulares de 2 5- 35 cm de largo y 5-7 mm de diámetro. El tallo verdadero es un disco comprimido, de donde parten las raíces y la base de las hojas. (Lopez, 2015).

2.5. IDEA A DEFENDER

EL uso productivo de los suelos en el sector de estudio se realiza sobre diversidad de condiciones edáficas y topográficas con respuestas de los cultivos igualmente diversas. Suelos y cultivos pueden ser evaluados y relacionados, mediante la aplicación de un sistema de identificación y clasificación interpretativa de suelos (Catálogo de Suelos) basado en el estado de conservación del mismo, la posición topográfica y la pendiente.

2.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Independiente: estado de conservación/degradación de los suelos.
Dependiente: uso del suelo, cultivo y desarrollo.

III. METODOLOGIA

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es una investigación de tipo exploratoria, a manera de introducción de nuevas metodologías en el estudio de una compleja problemática. Se trata de un estudio descriptivo de los suelos, que evaluara cualitativa y cuantitativamente sus propiedades y su relación con el desarrollo de los cultivos, en fincas de los Cantones Huaca, Tulcán y Montufar. Para ello se procesaran los resultados en relación a una herramienta de clasificación interpretativa de los suelos, buscando la comprobación estadística de diferencias y similaridades, entre los parámetros evaluados de suelo y cultivo.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo es eminentemente práctico (de campo), siendo complementado con análisis de suelo en laboratorio (materia orgánica y pH). Dicha investigación de

campo y laboratorio se apoyó en información de tesis de grado, sitios web y artículos científicos detallados en la bibliografía.

Los análisis de suelo se realizaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi**.**

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

POBLACIÓN: 17 fincas con 10 cultivos en total en los cantones, Huaca, Tulcán y Montufar.

MUESTRA: se hicieron evaluaciones en los cultivos y los suelos de 17 fincas, atendiendo a las posiciones topográficas de cima, media ladera y base de ladera. Para ello se muestrearon las características morfológicas y de desarrollo de 30 plantas por cultivo, y un barrenamiento para descripción del perfil de suelo en cada posición topográfica evaluada.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4: Operacionalización de variables

Hipótesis	variables	Definición	dimensión	indicadores	técnicas	instrumentos	informante
EL uso productivo de los suelos en el sector de estudio se realiza sobre diversidad de condiciones edáficas y topográficas con respuestas de los cultivos igualmente diversas. Suelos y cultivos pueden ser evaluados y relacionados, mediante la aplicación de un sistema de identificación y clasificación interpretativa de suelos (Catálogo de Suelos) basado en el estado de conservación del mismo, la posición topográfica y la pendiente.	V. I Estado de conservación/degradación de los suelos	Se definirá el grado de conservación o deterioro del suelo en las fincas, mediante la medición de parámetros edáficos en el campo y el laboratorio. Se utilizara un catálogo sobre el estado de conservación de los suelos, previamente realizado, a los fines de estandarizar el enfoque del estudio.	Condiciones de los suelos.	Espesor del Horizonte A1 (o Ap), color y estructura, estimación del % de materia orgánica. Descripción del perfil de suelo.	Observación y descripción.	Libro de campo, tabla de colores, Cinta métrica	Oscar Quintero
			Condiciones topográficas	Determinación de la posición topográfica y pendiente del terreno	Observación y medición	Clisímetro o Teodolito, Libro de campo	Oscar Quintero
			Formulación de medidas de conservación de los suelos frente al proceso de degradación por erosión y compactación.	Identificación y recomendación de buenas prácticas agrícolas	Revisión de literatura y Observación directa en el campo	Libro de campo, cámara fotográfica	Oscar Quintero

	V.D Uso del suelo, cultivo y desarrollo.	Se evaluara y recabara información sobre productividad de las unidades de suelo evaluadas.	Ampliación del Catálogo de suelos, añadiendo usos y productividad según las unidades de suelo identificadas en las fincas.	Evaluación de la Producción agropecuaria (rubro, calidad y cantidad) En diversos cultivos y en diferentes condiciones de suelo. Ampliación del catálogo de suelos	Inclusión de nuevas unidades de suelo, usos y productividad según rubros	Levantamiento de parcelas en fincas bajo cultivo	Oscar Quintero

Elaborado Por: Oscar Quintero (2016)

3.5. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para obtener la información sobre suelos y cultivos, en las fincas seleccionadas, se establecieron transectas a través de diferentes formas y pendientes del terreno y diferentes cultivos. Se tomaron y analizaron muestras de suelo en laboratorio.
Para cada finca se levantó información básica recabada directamente del propietario o cuidador, que incluyó:
Nombre de la finca, ubicación, cultivo, pendientes de cada posición topográfica, textura del suelo y profundidad del horizonte A1.

3.5.1.INFORMACIÓN PROCEDIMENTAL

Se realizó las siguientes actividades:
a) Una vez establecidas las transectas, se definieron tramos de las mismas en función de la posición topográfica y la pendiente. Luego, en los tramos definidos se describió el perfil de suelo haciendo énfasis en las propiedades físicas demostrativas del estado de conservación o degradación; las observaciones se correlacionaron con la topografía;
b) Para cada suelo evaluado se obtuvo información directa o a través del agricultor sobre cultivos;
c) Con la información obtenida se describió cada unidad de suelos y se interpretó en relación a su formación, desarrollo y uso;
d) Con todo ello se amplió el catálogo de suelos y se complementó cada unidad edáfica con la información sobre productividad.

- **Observación general de las fincas seleccionadas**

Se realizó el recorrido general de la finca a ser evaluada con el permiso del propietario pertinente, a continuación se realizó la toma de datos de campo.

Tabla 5: Fincas estudiadas

Número de fincas visitadas	Nombre de la finca (ubicación)	Cultivo	Posición topográfica de la finca	Observaciones y procedimiento
1	Finca de la UPEC ubicada en Huaca	Maíz	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
2	Finca del Sr Jorge Revelo Ubicada en Huaca	Quinua	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro, recolección de 5 plantas por cada parte: alta, media y baja.
3	Finca Ubicada en la salida de Tulcán	Arveja	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro.
4	Finca detrás de UPEC dueña Sra. Aida Mejía Ubicada en Huaca	Papas	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, recolectamos productividad de una planta de las tres partes
5	Finca nuevo amanecer Ubicada en Tulcán	Maíz	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
6	Finca nuevo amanecer Ubicada en Tulcán	Cebolla larga	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
7	Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo	Kikuyo	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo
8	Finca cuenca Huaca Ubicada en Huaca	Kikuyo	Parte alta	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo

9	Finca de habas ubicada en Julio Andrade	Haba	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro, (no se tomó las vainas porque el cultivo tiene 3 meses)
10	Finca de chochos ubicada en Huaca	Chochos	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro, (no se tomó las vainas porque el cultivo tiene 3 meses)
11	Finca de papas ubicada en San Gabriel	Papas	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, recolectamos la productividad de una planta de cada parte : alta y baja en este caso
12	Finca de hortalizas ubicada en San Gabriel	Hortalizas	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
13	Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel	Tomate de árbol	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
14	Finca Sr. Segundo Manuel Vela Ortega ubicada en Julio Andrade	Quinua	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro, recolección de 5 plantas por cada parte alta, y baja
15	Finca ubicada en Julio Andrade	Kikuyo	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo.
16	Finca Sr. Segundo Manuel Vela Ortega ubicada en Julio Andrade	Cebolla larga	Parte alta Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro
17	Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca	Haba	Parte alta Parte media Parte baja	Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, medida de altura, diámetro, (no se tomó las vainas porque el cultivo tiene menos de 3 meses aproximadamente)

Elaborado Por: Oscar Quintero (2016)

➢ Materiales utilizados en la recolección de información

Tabla 6: Materiales de campo utilizados en la investigación.

Materiales de Campo
Clisímetro
Cinta métrica(metro)
Azadón
Barreno
Botas
Overol
Fundas plásticas medianas y pequeñas
Libro de Musell (tabla de colores)
Cámara
Libreta de apunte

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

Tabla 7: Materiales de oficina utilizados en la investigación

Materiales de Oficina
Computador
Impresora
Papel
Esferos
Marcadores

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

Tabla 8: Materiales de laboratorio utilizados en la investigación

Materiales de Laboratorio
Balanza analítica
Crisoles
Vasos de metal
Vasos de precipitación
Estufa
Mufla
Mandil

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

➢ Levantamiento de información de campo

Se establecieron transectas de estudio, considerando los cultivos, desde las cimas hasta las bases de ladera. Se midió la pendiente en % y se diferenciaron tramos uniformes en cada transecta, definiéndose las posiciones topográficas (cima, media ladera y base de ladera), y procediéndose a la descripción de los perfiles de suelo en los sitios de estudio de los cultivos.

➢ Estudio de perfiles de suelos

Se realizaron barrenamientos o aperturas de calicata para descripción de perfiles de suelo, según el manual de la FAO (FAO 2009). De cada horizonte se tomaron muestras de suelo para análisis de laboratorio.

Se realizo un barrenado en un cultivo de quinua ubicado en el canton Huaca en la finca de propiedad del Sr. Jorge Revelo, se realizo la medición de profundidad del horizonte A1 para su respectiva descripcion.

Ilustración 1: Realización de barrenado en un cultivo de Quinua.

Realización de una calicata en cultivo de pasto kikuyo y medición de profundidad del horizonte A1 tanto en la parte cima, media y base de ladera.

Ilustración 2: Realización de calicata en cultivo de pasto en Julio Andrade.

➢ Descripción del suelo y toma de muestras

La descripción del perfil de suelo se hizo mediante barrenamientos de 0-120 cm de profundidad. Se tomaron muestras del horizonte A1 (tope y base del horizonte), registrando la profundidad y las principales características: color, estructura, textura,

frecuencia de raíces, compacidad, etc. Basado en el manual de la FAO (FAO 2009). Para el color se utilizó la tabla de colores de Munsell.

Descripción de suelo en el cultivo de pasto kikuyo se está tomando la profundidad del horizonte A1, la presencia de raíces, el color del horizonte A1 etc.

Ilustración 3: Descripción de suelo en el cultivo de pasto kikuyo

Realización del barrenado en un cultivo de cebolla y descripción del suelo se determinó la textura, el color de suelo y la profundidad del horizonte A1.

Ilustración 4: Descripción de suelo en un cultivo de cebolla

Se está realizando la descripción de suelo en un cultivo de papa, textura, color, profundidad del horizonte, y recolección de muestras para llevar al laboratorio.

Ilustración 5: Descripción de suelo identificación según el color en cultivo de papa.

Se tomó muestras de suelo de un cultivo de papa con el fin de llevar al laboratorio para hacer el análisis respectivo el cual es determinación de carbono orgánico, pH, % de humedad.

Ilustración 6: Toma de muestras del cultivo de papa parte cima

Muestras de suelo de cultivo de arveja listas para proceder a determinar el pH, % de carbono, % de humedad.

Ilustración 7: Muestras de cultivo de arveja parte cima, media y baja

Muestras de suelo de cultivo de quinua listas para proceder a determinar el pH, % de carbono, % de humedad.

Ilustración 8: Muestras de cultivo de quinua parte cima, media y baja

- **Análisis de suelo en el laboratorio**

Con las muestras obtenidas se procedió a realizar la determinación de pH (AGROCALIDAD, 2015), el % de humedad y la determinación del % de carbono orgánico (Davies, 1974).

Determinación de pH: Se realizó en una mezcla de suelo en agua, agitada a una temperatura de 25°C, mediante un pH-metro electrónico con electrodo de vidrio.

Ilustración 9: Determinación de pH en muestras de suelo del cultivo de maíz parte cima

Determinación del % de humedad: Se colocó 40 gr de suelo en cada vaso de metal, en la balanza analítica se obtuvo el peso húmedo del suelo para posteriormente llevarlos a la estufa durante 24 horas a una temperatura de 100°C para obtener el peso seco (AGROCALIDAD, 2015).

Ilustración 10: Colocación de las muestras de suelo en vasos de metal para el pesado para determinar la humedad

Determinación del % de carbono orgánico

Se determinó por el proceso de combustión seca, en muestras de 5 gr de suelo, en una mufla a 425°C durante 24 horas.

Colocación de 5 gr de muestra de suelo de cultivo de quinua en un crisol, se lleva a la mufla a 425°C durante 24 horas para la determinación de % de carbono.

Ilustración 11: Colocación de suelo en el crisol para determinación de % de carbono orgánico.

➢ Definición de los tipos de suelo

Una vez descritos los perfiles de suelo se procedió a identificar el tipo correspondiente según el Catálogo de Suelos (Cuadro 21). El referido catálogo fue ampliado en función de las variaciones encontradas en los perfiles estudiados.

➢ Levantamiento de Información sobre los cultivos

En las fincas de estudio se tomaron datos de los cultivos en proceso de desarrollo, básicamente diámetro y altura de las plantas, en las tres posiciones topográficas: cima, media ladera y base. Para ello se escogió 10 plantas al azar y se midió su altura y diámetro en el cuello de la raíz.

En las fincas que tenían el cultivo de papa ya a punto de cosechar se cosechó los tubérculos de una planta de la cima, media ladera y base de ladera, para el pesado y la medición del diámetro del tubérculo.

En las fincas con pastizales (pasto kikuyo) se procedió de la siguiente manera:

Se seleccionaron al azar tres puntos en posición de cima, en media ladera y en base de ladera; en cada uno se marcó un cuadrado de 1 metro por lado, en donde se procedió a determinar la cobertura del pasto y de las superficies libres de pasto; se obtuvo las dimensiones (largo y ancho) de las partes que no estaban cubiertas por pasto, y se calculó el área respectiva, luego se sumaron y, por diferencia, se obtuvo el % correspondiente a cobertura. Se hicieron cuatro muestreos por posición topográfica, como se indica a continuación.

Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade parte cima (primera muestra)

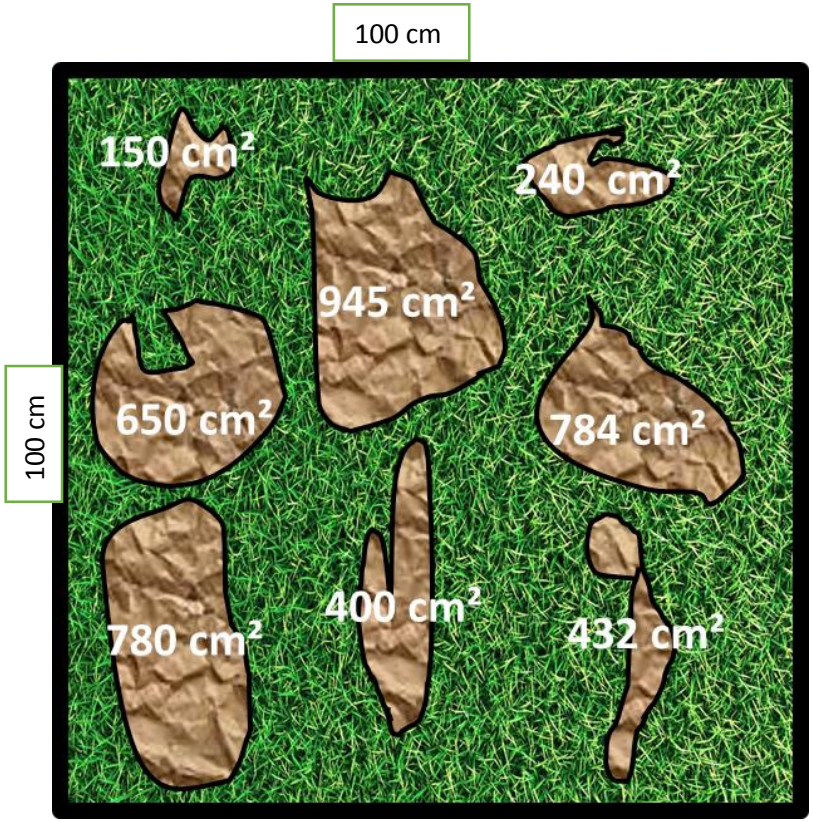


Figura 2: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade.

Se suman las areas de los lugares donde no hay pasto y se calcula el porcentaje del area sin cobertura:

10000 cm²	→	100%
4381 cm²	→	X

X= 43,81%

100% - 43,81%

Cobertura (como índice de productividad)	56,19%

El área total donde no hay cobertura de pasto es 43,81%, resultando 56,19% la cobertura del pasto. El procedimiento se replicó 4 veces en las diferentes posiciones (cima, media y base).

3.6. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan los datos recabados en las diferentes fincas y cultivos.

CULTIVO ARVEJA (finca en Tulcán)

Cuadro 1: Cultivo de arveja en finca Nuevo Amanecer, Tulcán (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	carbono%	Ph	Finca No.	Promedio 10 plantas, diámetro cuello plantas (cm)	Promedio 10 plantas, altura plantas (m)
				1	9,13	5.82			
1	1	15	90	2	8,20	6.28		1,9	1,05
2	1	20	60	1	6,67	6.04	1	1,75	0,79
				2	15,33	6.12			
3	1	2	165	1	11,40	5.79		2,6	1,09
				2	8	5.25			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 1 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	**1= arveja (Nuevo Amanecer)**	
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	1= 1a 1= 1b	
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima 2= media ladera 3= base de vertiente	
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-20 cm 2= 20-90 cm
	Prof. Media	1= 0-20 cm 2= 25-60 cm
	Prof. base	1= 0-40 cm 2= 125-165 cm

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

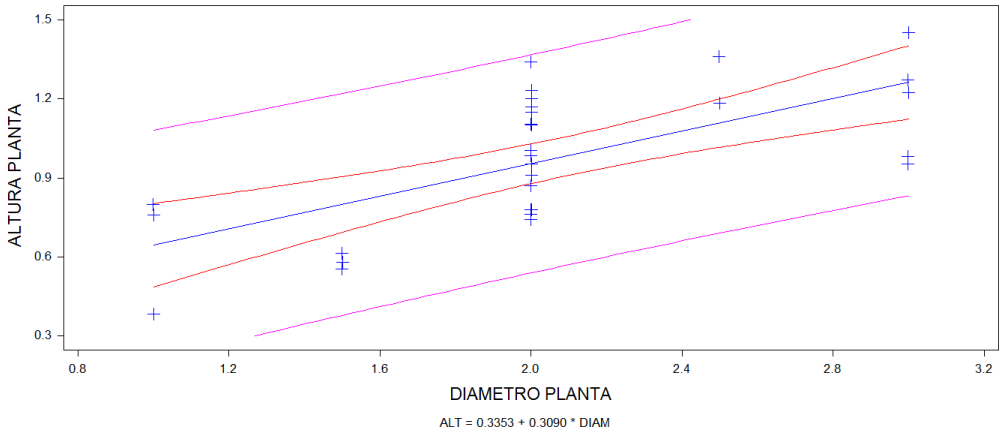
CULTIVO ARVEJA (finca en Tulcán)

El cuadro 2 muestra los resultados de comparación de los parámetros edáficos % carbono, espesor del horizonte A1 y pH según las posiciones de cima, media ladera y base de ladera, por una parte, y de los parámetros del cultivo altura y diámetro del cuello de la planta. Los parámetros edáficos no muestran diferencias significativas al compararlos en función de la pendiente, que va de 2 a 20%, relativamente poco inclinada. Tan solo el pH muestra media unidad más ácido en la zona más plana (2%). Y el espesor del A1 es mayor en pendientes de menor inclinación. El desarrollo del cultivo en altura y diámetro del cuello de las plantas, resulto mayor y significativamente diferente en la pendiente más plana (2%). Vale destacar que los tres perfiles de suelo corresponden al mismo Tipo 1 de suelo (variantes a y b, serie textura fina, ver catálogo de suelos Cuadro 21).

Cuadro 2: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de arveja.

PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE		
CARBONO %			ALTURA m		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
2	9,70	A	2	1,09	A
15	8,66	A	15	1,05	AB
20	11,00	A	20	0,79	B
CV	31,15		CV	24,4	
	ESPESOR cm			DIAMETRO cm	
	MEDIA	TUKEY			
2	165	B		MEDIA	TUKEY
15	90	A	2	2,60	A
20	60	A	15	1,90	B
CV	36,51		20	1,75	B
			CV	22,4	
	Ph				
2	MEDIA	TUKEY			
15	5,52	B			
20	6,05	A			
CV	6,08	A			
	3,84				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)



Como resultado complementario se encontró, como era de esperar, una asociación lineal positiva entre altura de la planta y diámetro (altura = 0,33533 + 0,30896 diámetro) con una bondad de ajuste (r^2 de 46%). La función definida explica el 46% de la variabilidad existente.

CULTIVO PAPA (finca 1 detrás de la UPEC ubicada en Huaca, y finca 2, El Capulí ubicada en Montufar)**.**

Cuadro 3: Cultivo de papa en finca detrás de la UPEC ubicada en Huaca (1), y finca El Capulí ubicada en Montufar (2), (leyenda al final del cuadro).

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	Carbono %	Ph	Finca No.	Promedio tubérculo, diámetro (cm)	Promedio tubérculo, peso (gr)
1	2	12	38	1	25,27	6,2	1	15,88	81,49
				2	23,27	6,06			
1	1	2	60	3	21,73	5,86			
				4	19,20	6,06	2	10,87	38,29
2	3	39	30	1	25,67	6,25	1	11	36,92
				2	13,60	6,2			
3	5	10	110	1	25,40	6,22	1	14,95	57,66
				2	17,67	6.28			
3	5	1,5	80	3	23,20	5,92	2	10,35	49,06
				4	20,13	6,01			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 3, (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca Detrás de la UPEC ubicada en Huaca 2= Finca el capulí ubicada en Montufar		
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	2= 2a 3= 2b 5=3b 1= 1a		
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima 2=media ladera 3=base de vertiente		
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-20 cm 2= 20-38 cm	3= 0-37 cm 4= 37-60 cm
	Prof. Media	1= 0-18 cm 2=18-30 cm	
	Prof. Base	1= 0-25 cm 2= 70-110 cm FINCA 1	3= 0-15 cm 4= 15-80 cm FINCA 2

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO PAPA (finca 1 detrás de la UPEC ubicada en Huaca, y finca 2, El Capulí ubicada en Montufar)**.**

Se evaluaron dos fincas con cultivo de papa, con un total de 5 posiciones topográficas. Se encontró que el contenido de carbono no muestra diferencia en relación a la pendiente, posición topográfica y tipo de suelo, pero si se observa una diferencia significativa entre los contenidos de carbono en el tope y la base del horizonte A1, si bien no acentuada. El pH del horizonte A1 varía muy poco en el rango 5,89 y 6,23, por lo que las diferencias, aunque significativas, son irrelevantes.
El peso del tubérculo promedio por planta muestra el máximo valor en pendiente 12%, perfil de textura franco limosa en posición de cima, superando ampliamente el peso promedio de media ladera (39%), de suelo franco arenoso, y solapándose en la variación con el peso de la base de pendiente (10%), franco limosa. Los resultados sugieren que una textura media combinada con altos contenidos de carbono (más de 20%) en pendientes que permitan alta infiltración, pero sin alcanzar saturación (caso de cimas convexas de pendientes entre 10 y 20%, son más favorables para el

desarrollo de más peso y tamaño en los tubérculos, que bases de laderas de pendientes inferiores a 10% (con posibilidad de cortos eventos de saturación) y, por supuesto, que en media laderas de altas pendientes (mayores a 30%), donde pueden presentarse déficit hídricos acentuados con cierta frecuencia.

Cuadro 4: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de papa

PAPA					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PESO TUBERCULO PROM/PLANTA POR PENDIENTE PESO tubérculo gr		
Pend %	MEDIA	TUKEY	Pend %	MEDIA	TUKEY
1	21,66	A	1	49,06	AB
2	20,46	A	2	38,29	B
10	21,53	A	10	57,66	AB
12	24,26	A	12	81,49	A
39	19,63	A	39	36,92	B
CV	18,14		CV	85,03	
Ph			DIAMETRO tubérculo cm		
1	5,96	C	1	10,35	B
2	5,96	C	2	10,87	B
10	6,25	A	10	14,95	B
12	6,13	B	12	15,88	A
39	6,22	AB	39	11,00	A
CV	1.09		CV	34,08	
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO					
	MEDIA	TUKEY			
1	25,44	A			
2	18,17	C			
3	22,46	AB			
4	19,66	BC			
CV	12,54				
Ph					
1	6,22	A			
2	6,18	A			
3	5,89	C			
4	6,03	B			
CV	0,95				
PRUEBAS PARA SUELO POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA CARBONO			PRUEBAS PARA PESO TUBERCULO PROM/PLANTA POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA PESO tubérculo gr		
1	MEDIA	TUKEY	POS.TOP.	MEDIA	TUKEY
2	22,36	A	1	65,04	A
3	19,63	A	2	36,92	B
CV	21,60	A	3	55,18	AB
	18,42		CV	87,30	

pH			DIAMETRO tubérculo cm		
1	6,04	B	1	13,97	A
2	6,22	A	2	11,00	B
3	6,10	AB	3	13,62	A
CV	2,09		CV	36,80	
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO			PRUEBAS PARA PESO TUBERCULO PROM/PLANTA POR TIPO DE SUELO PESO tubérculo gr		
1	20,467	A	1	38,299	B
2	24,267	A	2	81,498	A
3	19,633	A	3	35,923	B
5	21,600	A	5	55,186	AB
CV	17,79		CV	84,87	
pH			DIAMETRO tubérculo cm		
1	5,96	B	1	10,875	
2	6,13	AB	2	15,885	
3	6,22	A	3	11,000	
5	6,11	AB	5	13,627	
CV	1,91		CV	35,50	

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO CEBOLLA (finca nuevo amanecer ubicado en Tulcán, Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade).

Cuadro 5: Cultivo de cebolla ubicada en Tulcán (1), y Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade (2), (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	Carbono %	Ph	Finca No.	Promedio altura de 10 plantas, (cm)
				1	13,87	5,87		
1	2	4	57	2	15,60	5,94	1	37,16
1	5	1,5	146	3	24,00	5,98		
				4	19,47	5,87	2	43,2
3	1	2	60	1	14,20	5,97	1	39,62
3	5	1	170	2	17,53	5,99		
				3	22,07	5,76	2	45,12
				4	22,53	5,98		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 5, (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca nuevo amanecer Ubicada en Tulcán		
	2= Finca Sr. Segundo Manuel Vela Ortega ubicada en Julio Andrade		
	2= 2a		
Tipo suelo	1= 1a		
(ver Cuadro 21)	5=3b		
Pos top	1= parte cima		
(Posición	2=media ladera		
topográfica)	3=base de vertiente		
	Prof. Cima	1= 0-20 cm	3= 0-28 cm
Profundidad		2= 39-57 cm	4=80-146cm
muestreo		1= 0-30 cm	3= 0-30 cm
Horizonte A1	Prof. Base	2= 40-60 cm	4= 60-170 cm
		FINCA 1	FINCA 2

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO CEBOLLA (finca nuevo amanecer ubicado en Tulcán, Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade).

El cuadro 6 muestra los resultados de comparación del contenido de C% entre las diferentes pendientes, espesores del horizonte A1, posiciones topográficas y tipos de suelo. El C% resulto mayor y significativamente diferente en la pendiente de 1% que las otras dos. En relación al espesor del A1, el contenido de C% resulto similar en los espesores 1 y 2 (57cm y 60cm) y 3 y 4, (146cm y 170cm) diferenciándose ambos pares de valores. No hubo diferencia para las posiciones topográficas y en cuanto al tipo de suelo solo el tipo 2 se diferenció de los otros dos. En cuanto a la altura del cultivo alcanzo mayor valor en la pendiente 1% y menor en la pendiente 4%, siendo diferentes significativamente; a 2% no hubo diferenciación con las otras dos pendientes. El espesor del A1, la posición topográfica y el tipo de suelo no muestran diferencias en cuanto a la altura del cultivo.

Cuadro 6: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de cebolla.

CEBOLLA					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALTURA cm		
1	MEDIA	TUKEY	1	MEDIA	TUKEY
2	21,58	A	2	44,15	A
4	16,16	B	4	39,50	AB
CV	13,38	B	CV	37,10	B
	9,29			13,85	
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY	1	40,15	A
1	14,333	B	2	45,10	A
2	15,667	B	5	39,50	A
3	22,66	A	CV	14,78	
4	20,50	A			
CV	9,27				
PRUEBAS PARA SUELO POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA CARBONO			PRUEBAS PARA PLANTAS POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	|TUKEY
1	17,58	A	1	40,15	A
2	19,00	A	3	42,30	A
CV	21,01		CV	15,40	
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO					
1	17,583	B			
2	21,833	A			
5	16,167	B			
CV	18,04				
pH= 5 para todos los casos					

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO MAIZ (finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, finca UPEC ubicada en Huaca).

Cuadro 7: Cultivo de maíz en finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán (1) Finca UPEC ubicada en Huaca (2), (leyenda al final del cuadro).

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	carbono %	Ph	Finca No.	Promedio 10 plantas, diámetro cuello plantas (cm)	Promedio 10 plantas, altura plantas (m)
1	1	42	94	1	11,00	5,71	1	5,1	1,87
				2	26,13	5,9			
1	1	20	60	3	9,80	6,28	2	1,79	0,73
				4	27,73	5,82			
2	1	26	80	1	12,67	5,93	1	7	2,41
				2	13,73	5,84			
2	1	30	70	3	19,33	6,03	2	1,83	1,07
				4	20,33	5,82			
3	1	8	90	1	34,00	6,1	1	7,1	2,27
				2	31,00	5,98			
3	1	15	85	3	19,47	6,23	2	2,75	2,36
				4	20,60	5,87			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 7, (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán 2= Finca UPEC ubicada en Huaca		
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	1= 1 1= 1b		
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima 2=media ladera 3=base de vertiente		
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-38 cm 2= 38-94 cm	3= 0-20 cm 4= 40-60 cm
	Prof. media	1= 0 -22cm 2= 22- 80 cm	3= 0-20 cm 4= 40-70 cm
	Prof. base	1= 0-28 cm 2= 28-90cm	3= 0-20 cm 4= 20-85 cm
		FINCA 1	FINCA 2

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO MAIZ (finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, finca UPEC ubicada en Huaca).

El cuadro 8 muestra los resultados de comparación del contenido de C% y pH entre las diferentes pendientes, espesores del horizonte A1, posiciones topográficas y tipos de suelo. No hay diferencias para estos parámetros en las diferentes condiciones, tan solo el pH muestra ligeras diferencias en relación al espesor del A1 y al tipo de suelo.

En cuanto a los resultados de comparación de la altura y diámetro entre las diferentes pendientes, espesores del horizonte A1, posiciones topográficas y tipos de suelo. Si hay diferencias significativas en pendientes de 15%, 8% y 26% existe mayor altura y mayor diámetro de plantas de maíz y en pendientes de 20% menor altura y menor diámetro, hay diferencias significativas en cuanto al espesor del horizonte A1 en el espesor 1 (94 cm de horizonte A1) hay mayor altura y diámetro que en el espesor 3 (60 cm de horizonte A1).

En la posición topográfica existe diferencia en la parte baja existe mayor altura y mayor diámetro y en la parte cima menor altura como menor diámetro, existe diferencia entre los tipos de suelo siendo el tipo 1 (1) con mayor altura como diámetro y el tipo de suelo 1 (1b) con menor altura y diámetro.

Cuadro 8: **Resultados de procesamiento de la información del cultivo de maíz.**

MAIZ					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALT m		
8	MEDIA	TUKEY	8	MEDIA	TUKEY
15	32,5	A	15	2,27	AB
20	51,2	A	20	2,33	A
26	18,8	A	26	0,73	D
30	13,2	A	30	2,42	A
42	19,8	A	42	1,07	C
CV	18,6	A	CV	1,87	B
	124,2			21,99	
pH			DIAMETRO cm		
8	6,04	A	8	7,1	B
15	6,05	A	15	2,7	A
20	6,05	A	20	1,8	A
26	5,88	A	26	7,0	B
30	5,92	A	30	1,8	A
42	5,80	A	42	5,1	B
CV	2,50		CV	22,81	
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO ALT m		
1	MEDIA	TUKEY	1	0,73	C
2	19,2	A	1	1,87	AB
3	23,6	A	1	1,52	B
4	16,2	A	1	2,31	A
CV	63,7	A	CV	31,48	
	123,73				
pH			DIAMETRO cm		
1	5,9	B	1	1,78	B
2	5,9	B	1	5,10	A
3	6,2	A	1	3,55	A
4	5,8	B	1	4,20	A
CV	1,8		CV	57,62	
PRUEBAS PARA SUELO POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR POSICIÓN TOPOGRÁFICA ALT m		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
1	18,67	A	1	1,10	C
2	16,52	A	2	1,52	B
3	41,87	A	3	2,31	A
CV	120,7		CV		
pH			DIAMETRO cm		
1	5,93	A	1	2,89	A
2	5,90	A	2	3,55	A
3	6,04	A	3	4,20	A
CV	2,69		CV	62,85	
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO %					
1	18,76	A			
1	18,57	A			
1	16,52	A			
1	41,87	A			
CV	122,57				
pH					
1	6,05	A			
1	5,80	B			
1	5,90	AB			
1	6,04	A			
CV	2,43				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO TOMATE DE ARBOL (Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel).

Cuadro 9: Cultivo de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	Carbono %	Ph	Finca No.	Promedio diámetro de 10 plantas, (cm)	Promedio altura de 10 plantas, (cm)
1	2	35	52	1	22,33	5,99	1	7,12	69,75
				2	20,87	6,5			
3	5	22	120	1	15,27	6,23		7,9	87
				2	21,80	6,24			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 9 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel	
Tipo suelo	2= 2a	
(ver Cuadro 21)	5=3b	
Pos top	1= parte cima	
(Posición topográfica)	2=media ladera	
	3=base de vertiente	
	Prof. cima	1= 0-30 cm
Profundidad muestreo		2=30-52 cm
Horizonte A1	Prof. base	1= 0-30cm
		2= 70-120cm

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO TOMATE DE ARBOL (Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel).

El cuadro 10 muestra los resultados de comparación del contenido de C%, pH, altura y diámetro entre las diferentes pendientes, El C% y pH no muestran diferencias con relación a las pendientes. En cuanto a la altura el cultivo alcanzo mayor valor en la pendiente de 22% y menor en la pendiente de 35%, siendo diferentes significativamente; el diámetro no tuvo diferencias en las diferentes pendientes.

Cuadro 10: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de tomate de árbol

TOMATE DE ARBOL					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALTURA cm		
22	MEDIA	TUKEY	22	MEDIA	TUKEY
35	18,53	A	35	88,75	A
CV	21,60	A	CV	69,75	B
	14,66			12,77	
pH			DIAMETRO cm		
22	MEDIA	TUKEY	22	MEDIA	TUKEY
35	6,23	A	35	7,87	A
CV	6,24	A	CV	7,12	A
	3,17			20,08	
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO %					
2	MEDIA	TUKEY			
1	21,33	A			
CV	18,80	A			
	1,78				
pH					
2	MEDIA	TUKEY			
1	6,37	B			
CV	6,11	B			
	0,07				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO QUINUA (finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca, finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade).

Cuadro 11: Cultivo de quinua en finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca (1), Finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade (2), (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1	carbono %	Ph	Finca No.	Promedio 5 plantas, diámetro cuello	Promedio 5 plantas, altura plantas
1	5	4	98	1	29,80	6,28	1	6,80	1,67
				2	10,53	5,87			
1	1	2	95	3	20,67	5,75	2	5,6	1,16
				4	22,87	5,98			
2	2	10	76	1	24,20	6,26	1	5,9	1,53
				2	18,13	5,73			
3	5	5	120	1	19,73	6,04	1	6,8	1,42
				2	13,73	6,21			
3	1	4	85	3	23,20	5,86	2	8,5	1,88
				4	21,27	5,88			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 11, (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca del Sr Jorge Revelo Ubicada en Huaca		
	2= Finca Sr. Segundo Manuel Vela Ortega ubicada en Julio Andrade		
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	2= 2a	1= 1b	
	5=3b	1= 1a	
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima		
	2=media ladera		
	3=base de vertiente		
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-30 cm 2=70-98 cm	3= 0-20 cm 4= 60-95 cm
	Prof. Media	1= 0-25 cm 2= 35-76 cm	3= 0-30 cm 4= 55-85 cm
	Prof. Base	1= 0-15cm 2= 35-120cm	
		FINCA 1	FINCA 2

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO QUINUA (finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca, finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade).

El cuadro 12 muestra los resultados de comparación del contenido de C% y pH, entre las diferentes pendientes, El C% y pH no muestran diferencias con relación a las pendientes. El C% puede resultar significativamente inferior en la base del A1 al comparar con el tope. En cuanto a la altura y diámetro, el cultivo alcanzo mayor valor en la pendiente de 4% y menor en la pendiente de 2%, siendo diferentes significativamente. El cultivo alcanza un desarrollo en altura y diámetro significativamente mayor en el tipo de suelo 3b, y menor en el tipo 1.

Cuadro 12: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de quinua.

QUINUA					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALTURA m		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
2	21,76	A	2	1,22	B
4	21,20	A	4	1,78	A
5	16,73	A	5	1,42	AB
10	21,17	A	10	1,52	AB
CV	26,35		CV	15,97	
Ph			DIAMETRO		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
2	5,86	A	2	5,50	B
4	5,97	A	4	7,65	A
5	6,12	A	5	6,80	AB
10	5,99	A	10	6,12	AB
CV	3,15		CV	17,94	
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO ALTURA m		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
2	21,16	A	5	1,65	A
1	20,96	A	2	1,52	A
5	19,48	A	1	1,43	B
CV			CV		
pH			DIAMETRO cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
5	5,99	B	5	7,65	B
2	5,99	B	2	6,12	AB
1	5,97	B	1	6,09	A
CV			CV		
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO %					
1	MEDIA	TUKEY			
4	24,57	A			
3	22,06	A			
2	21,93	A			
CV	14,13	B			
pH					
1	MEDIA				
2	6,19				
4	5,93				
3	5,93				
CV	5,80				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO CHOCHO (Finca ubicada en Huaca).

Cuadro 13: Cultivo de chochos en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	carbono%	Ph	Finca No.	Promedio 10 plantas, diámetro cuello plantas (cm)	Promedio 10 plantas, altura plantas (cm)
1	1	15	90	1	10,80	6,16			
				2	17,13	6,1		0,34	24,70
2	7	10	80	1	12,67	6,23			
				2	15,67	6,4	1	0,55	33,90
3	5	4	120	1	13,27	6,26			
				2	18,33	6,31		1,25	54,50

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 13 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca ubicada en Huaca	
Tipo suelo	1= 1	
(ver Cuadro 21)	5=3b	
	1= 1a	
Pos top	1= parte cima	
(Posición topográfica)	2=media ladera	
	3=base de vertiente	
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-30 cm 2=50-90 cm
	Prof. Media	1= 0-40cm 2= 40-80 cm
	Prof. Base	1= 0-60cm 2= 60-120cm

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO CHOCHO (Finca ubicada en Huaca).

En esta evaluación, el contenido de C% no muestra variación en relación a la pendiente y al tipo de suelo, pero si resulto significativamente superior en la base del horizonte A1 en relación al tope. El pH nuevamente muestra muy poca variación entre 6,13 y 6,31. La altura y diámetro de las plantas resultó significativamente mayor a menor pendiente, en suelo Tipo 3b, el de horizonte A1 más profundo.

Cuadro 14: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de chocho.

CHOCHO					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
4	15,80	A	4	54,5	A
10	14,15	A	10	33,9	B
15	13,95	A	15	24,7	B
CV	1,67		CV	4.97	
pH			DIAMETRO cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
10	6,31	A	4	1,25	A
4	6,28	B	10	0,55	B
15	6.13	B	15	0,34	B
CV	0,03		CV	0.43	
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
5	15,80	A	5	54,50	A
1	14,05	A	1	29,30	B
CV			CV		
pH			DIAMETRO cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
5	6,28	B	5	1,25	A
1	6,22	B	1	0,44	B
CV			CV		
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO %					
	MEDIA	TUKEY			
2	17,02	A			
1	12,24	B			
CV	0,71				
Ph					
	MEDIA	TUKEY			
2	6,27	B			
1	6,21	B			
CV	0,04				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO HABA (finca ubicada en Julio Andrade, finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca)

Cuadro 15: Cultivo de habas en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro)

pos	tipo suelo	pendiente	Espesor A1	Prof. muestreo A1	carbono%	Ph	Finca No.	Promedio 10 plantas, diámetro	Promedio 10 plantas, altura
1	1	25	80	1	21,73	6,05			
				2	25,67	5,95	1	1,03	28,20
1	2	6	60	3	21,53	6,82			
				4	20,13	6,51	2	2,14	81,50
2	2	18	60	1	25,07	6,01			
				2	25,20	6,03	1	1,35	24,10
2	3	9	26	3	20,07	6,13			
				4	20,2	6,06	2	1,83	84,80
3	5	5	80	1	18,87	6,06			
				2	17,27	6,38	1	1,58	35,20
3	5	11	35	3	19,60	6,12			
				4	19,20	5,91	2	2,07	94,50

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 15 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca ubicada en Julio Andrade		
	2= Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca		
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	2= 2a	5=3b	
	3= 2b	1= 1ª	
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima		
	2=media ladera		
	3=base de vertiente		
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-30 cm	3= 0-14 cm
		2= 54-80 cm	4= 30-60 cm
	Prof. Media		
		1= 0-25 cm	3= 0-20 cm
	Prof. Base	2= 40-60 cm	4= 20-26cm
		1= 0-35 cm	3= 0-35 cm
		2= 50-80 cm	4= 35-40 cm
		FINCA 1	FINCA 2

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO HABA (finca ubicada en Julio Andrade, finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca)

En los cultivos de haba evaluados, el contenido de C% muestra variabilidad en relación a la pendiente y al tipo de suelo, pero no así al comparar el tope y la base del horizonte A1; en todo caso los valores van desde 18,03 a 25,13; ante valores tan altos difícilmente habrá variación en su impacto sobre los cultivos. El pH mantiene coeficientes de variación muy bajos y un rango entre 6,0 y 6,66. La haba alcanzo mucho mayor desarrollo sobre suelos tipo 1, con pendientes de 6 y 9%, resultando muy inferior el desarrollo en suelos moderadamente degradados (Tipo 2a).

Cuadro 16: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de haba.

HABA					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
18	25,13	A	9	84,80	A
25	23,70	AB	6	81,50	A
6	20,83	AC	11	46,24	B
9	20,13	C	5	35,20	B
11	19,40	C	25	28,20	B
5	18,06	C	18	24,10	B
CV	1,10		CV	9,46	
pH			DIAMETRO cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
6	6,66	B	6	2,14	
5	6,22	B	11	2,07	B
9	6,09	AC	9	1,83	A
18	6,02	C	5	1,58	AB
11	6,01	C	18	1,35	AC
25	6,00	C	25	1,03	AC
CV	0,06		CV	0,19	C
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO ALTURA cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
2	24,41	A	1	81,50	A
1	20,83	B	5	55,41	B
5	19,20	B	2	26,15	C
CV			CV		
pH			DIAMETRO cm		
	MEDIA	TUKEY		MEDIA	TUKEY
1	6,66	B	1	2,14	B
5	6,11	B	5	1,82	B
2	6,01	B	2	1,19	B
CV			CV		
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO %					
	MEDIA	TUKEY			
2	22,71	A			
1	21,88	A			
3	20,40	A			
4	19,84	A			
CV	1,39				
pH					
	MEDIA	TUKEY			
3	6,35	B			
4	6,16	AB			
2	6,12	AB			
1	6,04	B			
CV	0,11				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO HORTALIZAS (finca el capulí ubicado en Montufar).

Cuadro 17: Cultivo de hortalizas en finca el capulí ubicada en Montufar (leyenda al final del cuadro)

pos top	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1 (cm)	carbono%	Ph	Finca No.	Promedio 10 plantas, diámetro cuello plantas (cm)	Promedio 10 plantas, altura plantas (cm)
1	1	5	28	1	19,33	6,13			
				2	18,73	6,18	1	5,80	63,15
3	5	3	20	1	20,13	6,37	1	8,09	55,14
				2	17,47	6,18			

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 17 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca el capulí ubicada en Montufar	
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	1= 1 5=3b	
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima 2=media ladera 3=base de vertiente	
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-28 cm 2= 28+ cm
	Prof. Base	1= 0-20 cm 2= 20+ cm

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO HORTALIZAS (finca el capulí ubicado en Montufar)

Los sitios evaluados resultaron tan similares que la respuesta del cultivo no mostró diferencia alguna.

Cuadro 18: Resultados de procesamiento de la información del cultivo de hortalizas.

HORTALIZAS					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE		
CARBONO %			ALTURA cm		
5	MEDIA	TUKEY	5	MEDIA	TUKEY
3	19,01	A	3	63,15	A
CV	18,80	A	CV	55,13	A
	1,34			15,15	
Ph			DIAMETRO cm		
3	MEDIA	TUKEY	3	MEDIA	TUKEY
5	6,27	B	5	8,09	B
CV	6,15	B	CV	5,80	B
	0,04			0,59	
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1					
CARBONO					
1	MEDIA	TUKEY			
2	19,71	A			
CV	18,10	A			
	1,24				
pH					
1	MEDIA	TUKEY			
2	6,25	B			
CV	6,18	B			
	0,05				

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

CULTIVO PASTO KIKUYO (finca ubicada en Julio Andrade, finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca).

Cuadro 19: Cultivo de kikuyo en finca ubicada en Huaca (leyenda al final del cuadro)

pos [illegible]	tipo suelo	pendiente %	Espesor A1 (cm)	Prof. muestreo A1	carbono%	Ph	Finca No.	Promedio 4 muestras de productividad en %
1	1	8	94	1	22,13	5,89		
1	2	32	60	2	15,00	5,97	1	63,90
1	1	15	120	3	17,2	5,94	2	61,74
				4	30,07	6,08	3	71,45
				5	27,67	6,04		
2	1	22	71	1	26,67	6,23		
				2	22,13	6,4	1	77,01
3	1	6	70	1	25,93	6,26		
3	6	6	85	2	16,13	6,31	1	83,11
				3	20,2	5,88	2	90,26
				4	31,20	5,62		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Leyenda Cuadro 19 (utilizada en el análisis estadístico)

Finca	1= Finca ubicada en Julio Andrade 2= Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo 3= Finca Cuenca huaca ubicada en huaca			
Tipo suelo (ver Cuadro 21)	1= 1 2= 2a 6=4			
Pos top (Posición topográfica)	1= parte cima 2=media ladera 3=base de vertiente			
Profundidad muestreo Horizonte A1	Prof. Cima	1= 0-10 cm 2= 68-94 cm	3= 0-34 cm 4= 34-60 cm	5= 0-120 cm
	Prof. Media	1= 0-15 cm 2= 52-71 cm	3= 0-26 cm 4= 70- 85cm	
	Prof. Base	1= 0-20 cm 2= 30-70 cm		
		FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

CULTIVO PASTO KIKUYO (finca ubicada en Julio Andrade, finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca).

Bajo pasto kikuyo, en un clima frio y húmedo, el contenido de C% no varía en relación a la pendiente y al tipo d suelo, pero al comparar los valores del tope y la base del A1 aparecen diferencias significativas e inversas entre parcelas. En un terreno La cobertura del pasto fue mayor en suelos en depresiones, con abundante humedad.

Cuadro 20: Resultados de procesamiento de la información del cultivo pasto kikuyo.

PASTO KIKUYO					
PRUEBAS PARA SUELO POR PENDIENTE CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR PENDIENTE COBERTURA %		
15	MEDIA	TUKEY	6	MEDIA	TUKEY
22	27,66	A	22	86,68	A
32	24,40	A	15	77,01	B
6	23,63	A	8	71,45	AC
8	23,36	A	32	63,90	CD
CV	18,56	A	CV	61,73	D
PRUEBAS PARA SUELO POR TIPO DE SUELO CARBONO %			PRUEBAS PARA PLANTAS POR TIPO DE SUELO COBERTURA %		
	MEDIA	TUKEY	6	MEDIA	TUKEY
6	25,70	A	5	90,26	A
2	24,01	A	2	83,11	A
1	21,60	A	1	69,37	B
5	21,03	A	CV	67,67	B
CV					
pH					
	MEDIA	TUKEY			
5	6,28	B			
2	6,16	B			
1	5,97	B			
6	5,75	C			
CV					
PRUEBAS PARA SUELO POR TOPE Y BASE DEL A1 CARBONO					
	MEDIA	TUKEY			
4	30,63	A			
5	27,66	AB			
1	24,91	B			
3	18,70	C			
2	17,75	C			
CV					
pH					
2	MEDIA	TUKEY			
1	6,22	B			
5	6,12	AB			
3	6,04	AB			
4	5,91	BC			
CV	5,85	C			

Elaborado por: Oscar Quintero (2016)

AMPLIACIÓN CATÁLOGO DE TIPOS DE SUELOS.

(Catálogo de Tipos de Suelos: Clasificación Interpretativa según Nivel de Degradación en la Finca Experimental. San Francisco de la UPEC, Huaca, Carchi) La aplicación de los Tipos de suelos en la evaluación realizada se cumplió satisfactoriamente, y de forma fácil y práctica. El proceso se realiza en el campo en un 90%, y al ganar experiencia puede cumplirse 100% en el campo. Ello se debe a que se basa en parámetros fáciles de determinar en el campo (perfil de suelo y relieve), requiriéndose solo la descripción del perfil de suelo y un clinómetro para medir la pendiente. En este caso, al incluir suelos del cantón Tulcán se encontró un contenido mayor de arcilla (textura franco arcillo limosa), al que existe en los suelos derivados de cenizas volcánicas recientes en el cantón Huaca, donde predomina la fracción arena muy fina, fina y media (textura franco arenosa). Dada la significancia del cambio de textura para el régimen hídrico del suelo, se decidió incluir un nuevo subtipo de suelo, dividiendo el Tipo 1 original en Tipos 1a y 1b (comentario personal Dr. Wilfredo Franco).

Cuadro 21: Catálogo de tipos de suelos ampliado.

Tipo de Suelo	Posición topográfica	Pendiente (%)	Espesor del horizonte A1 y textura	Da A1 (g/cc)	Propiedades y limitaciones
1a	Cimas convexas, poco uso. Suelo “modal”, poco alterado.	≤ 20% (13%)	60-90 cm Franco arenoso fino a FL.	0,80	Conservado, máxima productividad, riesgo a déficit hídrico moderado, alta exposición vientos
1b	Cimas convexas, laderas de poca pendiente y bases de vertiente.	≤ 20%	60-90 cm Franco arcillo-limoso a Franco arcillo-arenoso fino.	ND	Conservado, máxima productividad, riesgo a déficit hídrico moderado.
2 a	Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreuso. Degradación media.	15-32% (21%)	40-60 cm Franco arenoso a aF	0,90	Erosión moderada a fuerte, riesgo a déficit hídrico acentuado
2 b	Cimas y parte alta de vertientes, pérdida por solifluxion y erosión laminar. Fuerte degradación.	20-40% (29%)	0-20 cm. Arenoso Franco (Mezcla con IIC)	0,72	Erosión severa, mezcla del A1 con lapilli desde la superficie. Riesgo a acentuado déficit hídrico. .
3 a	Media vertiente, acumulación por solifluxion y erosión desde partes altas.	35-80% (56%)	90-130 cm Franco arenoso fino a FL	0,74	Erosión ligera, moderadamente conservado. Riesgo a déficit hídrico moderado.
3 b	Base de vertiente, acumulación por solifluxion y erosión desde partes altas. Saturación ocasional a ± 1 m profundidad.	3-40% (17%)	100-200 cm Franco limoso	0,75	Conservado, sin riesgo a déficit hídrico, máxima productividad
4	Fondo de valle, márgenes de ríos con saturación frecuente (pseudogley).	≤ 10%	≤ 40 cm Franco arcillo-limoso	0,68	Saturado frecuentemente, vegetación natural o pastizal

3.6.1. DISCUSION DE RESULTADOS

El enfoque de propiedades del horizonte A1, como criterio de evaluación de suelos en forma general de todos los cultivos.

La aplicación de una clasificación interpretativa de suelos, basada en las propiedades del horizonte A1, fue relativamente práctica y simple, y del mismo modo, la identificación de los tipos de suelo resultantes, según el catálogo de tipos de suelo. Otra ventaja de la clasificación propuesta es su factibilidad de implementación directamente en campo, pues utiliza como base principal el espesor y la textura del horizonte A1, la posición topográfica y el grado de pendiente, parámetros todos determinados fácilmente en campo. El pH resultó, en nuestro caso, irrelevante, dada la uniformidad de los valores obtenidos, todos los suelos evaluados tienen un pH entre 5,9 y 6,6. El contenido de Carbono % varió significativamente según el grado de degradación de los suelos, siendo un buen indicador del estado del suelo. Coadyuva en la interpretación del estado conservación/degradación del suelo. Es de suponer que al ir ampliando el uso de la clasificación podrían surgir variantes nuevas de los tipos de suelo, e incluso, la necesidad de ampliar los parámetros a considerar. La mayor parte de los cultivos, como era de esperarse, están en los mejores suelos, los cuales corresponden al Tipo 3b y Tipo 1 (a y b), en primer lugar, seguidos por Tipo 3a, 2a y 4.

Evaluación de los cultivos

La mayoría de los cultivos evaluados estaban en crecimiento vegetativo, en diferentes fases de desarrollo, lo que determinó el uso de la altura media y diámetro medio (cuello de la raíz-tallo) de las plantas como parámetro de evaluación de la condición de desarrollo.

Pruebas para carbono y pH por pendiente

En los perfiles estudiados no hubo diferencia de %C, a excepción de los correspondientes a cultivos de cebolla y haba, donde el carbono resulto mayor y significativamente diferente en la pendiente del 1%. En cuanto al pH, las diferencias evidenciadas son irrelevantes, el pH mantiene coeficientes de variación muy bajos y un rango entre 6,0 y 6,66.

Pruebas para altura, peso promedio del tubérculo, cobertura y diámetro, peso por pendiente

En los perfiles estudiados, arverja, cebolla, quinua, haba y chocho existe mayor altura en pendientes poco inclinadas (menor de 6%) a diferencia del resto de cultivos que tienen mayor altura en pendientes entre 10 y 26%, con relación al peso del tubérculo se obtuvo un peso y diámetro de papa mayor en pendientes de 12%, la cobertura de pasto resulta mayor en pendientes poco inclinadas.

Pruebas para carbono y pH por posición topográfica

La posición topográfica no influye significativamente en el contenido de % de carbono y el pH se mantiene constante en las tres posiciones cima media ladera y base de ladera.

Pruebas para altura, peso promedio de tubérculo y diámetro por posición topográfica

En el estudio realizado en los perfiles estudiados no existe diferencia significativamente a excepción delo cultivo, de maíz que en la parte base obtiene mayor altura como mayor diámetro, el peso del tubérculo al igual que el diámetro se obtuvo en la parte cima.

Pruebas para carbono y pH por tipo de suelo

De acuerdo al análisis realizado se obtuvo mayor cantidad de % carbono en el tipo de suelo 2 a en el cultivo de cebolla y en el cultivo de haba, con relación al pH no existe diferencia significativamente.

Pruebas para altura, peso promedio de tubérculo y diámetro por tipo de suelo

En los perfiles estudiados el mayor peso del tubérculo y diámetro se obtuvo en el tipo de suelo 2 a, para el cultivo de maíz en el tipo de suelo (1a) se registró la mayor altura al igual que el diámetro, y en el tipo de suelo (1b) totalmente lo contrario, la quinua se desarrolla mejor en el tipo de suelo (3b) y el cultivo de haba en el tipo de suelo 1a.

Pruebas para carbono y pH por tope y base del A1

El resultado obtenido en el cultivo de papa presenta diferencia entre los contenidos de carbono en tope y la base del horizonte A1 y el pH varía muy poco en el rango 5,89 y 6,23, por lo que las diferencias evidenciadas son irrelevantes.
En la cebolla el contenido de C% resulto similar en los espesores 1 y 2 (57cm y 60cm) y 3 y 4, (146cm y 170cm) diferenciándose ambos pares de valores.
En la quinua y el chocho el C% puede resultar significativamente inferior en la base del A1 al comparar con el tope.
En los demás cultivos no existe diferencia significativamente.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La determinación de la profundidad y otras propiedades del horizonte A1 para la clasificación interpretativa de los suelos, enmarcada en el desarrollo progresivo de un catálogo de tipos de suelos, resultó de fácil instrumentación en campo y permite una adecuada interpretación del estado de conservación/degradación de los suelos.
- Los cultivos evaluados mostraron en los parámetros medidos (altura y diámetro promedio de planta y cobertura del suelo en caso de pastos) diferente grados de respuesta de los cultivos a las variaciones en los parámetros que utiliza el catalogo para definir los tipos de suelo. Así, la posición topográfica, el grado de pendiente, el espesor del horizonte A1, el contenido de carbono y el pH mostraron efecto significativo sobre el desarrollo de la mayor parte de los cultivos evaluados.
- La alta uniformidad del contenido de Carbono en los suelos agrícolas más frecuentes, e igualmente del pH, pudiera ser determinante para que la reducción del espesor del horizonte A1 no muestre un mayor impacto sobre los cultivos de enraizamiento superficial (menos de 40 cm de profundidad). Para estos cultivos tendría el mismo efecto un espesor del A1 de 40 cm y uno de 180 cm. Quizás en ello influye la presencia casi común de una capa de lapilli subyacente al A1, la que no impide la percolación del agua y por tanto evita la saturación del A1 aunque se haya reducido su espesor.
- La situación tiende a cambiar en cultivos de mayor profundidad de raíces, como tomate de árbol.

4.2. RECOMENDACIONES

- Diseñar experimentos y ensayos de evaluación de cultivos y su productividad, aplicando el Catálogo de Tipos de suelos según nivel de conservación /degradación.

- Cartografiar los Tipos de Suelos por su nivel de conservación/ degradación en las fincas estudiadas y otras vecinas, y formular planes de manejo que contemplen establecer ensayos de restauración de suelos en los Tipos 2a y 2b, de conservación en los tipos 1, 3a y 3b, y permitir el restablecimiento de la biodiversidad nativa en los tipos 2b y 4 (áreas de conservación de la biodiversidad).
- Establecer políticas de Estado que estimulen a los productores a realizar el esfuerzo de cartografiar sus fincas y planificar el uso de la tierra adoptando prácticas agroecológicas de producción, especialmente dirigidas a la restauración de los suelos degradados.
- Estimular el establecimiento de prácticas agroecológicas basadas en el uso combinado de la tierra, empleando especies leguminosas según el clima y los suelos.

V. PROPUESTA

5.1. TÍTULO

Métodos de conservación para tipos de suelos degradados existentes en las fincas de los cantones Huaca, Tulcán, y Montufar, utilizando el catálogo de clasificación interpretativa de suelos.

5.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El uso productivo y el manejo de los suelos en los cantones mencionados se realizan sobre diversidad de condiciones edáficas y topográficas y debería tener resultados igualmente diversos. Sin embargo, el agricultor trata de elevar la productividad mediante el uso indiscriminado de agroquímicos, sin tener en cuenta la conservación de suelos. Por ejemplo, lo errático de las lluvias puede generar pérdidas cuantiosas por déficit hídrico en suelos degradados. Si el clima es favorable, puede lograrse la nivelación de la producción, elevándola en sitios degradados.

El resultado de esta situación es incertidumbre y tiene altos costos para el agricultor, y además, contaminación de suelos y aguas. En síntesis, la agricultura resulta un proceso productivo no sostenible.

Para cambiar esta situación se hace necesario avanzar hacia la transformación de la agricultura, lo que a su vez, exige

a) Evaluar el nivel de degradación alcanzado en los suelos y la respuesta de los cultivos.

b) Experimentar nuevos sistemas de producción que incorporen los conceptos y las técnicas agroecológicas, especialmente en suelos degradados.

5.3. JUSTIFICACIÓN

La producción agrícola del Carchi se viene realizando aparentemente exitosa sin ponerse analizar las condiciones topográficas, condiciones edáficas y sobre todo la

erosión debido al mal uso del arado, desperdiciando la parte económica de los agricultores y la degradación indiscriminada del suelo ya que para una mejor producción ellos aplican más fertilizantes químicos con tal de que les aumente la producción sin tomar en cuenta el daño que se le está haciendo al suelo y al ambiente. Se buscara técnicas y tecnologías adecuadas para brindar un manejo a las pendientes pronunciadas, realizando prácticas de conservación de suelos para los terrenos con este tipo de pendientes.

La demanda, cada vez mayor, de alimentos para la población ha conducido a la explotación intensiva de las tierras agrícolas; generalmente basada en la mecanización con tractores y arados inadecuados para una u otra condición de suelo. Lo que ha generado un agudo proceso de degradación, en las pérdida de nutrientes y suelo, originado por el golpeteo de las gotas de lluvia y la escorrentía, causa fundamental de la pérdida de capacidad productiva de los suelos cultivados.

La FAO (1994), señala que una de las causas principales de la degradación de los suelos en América Latina es, sin dudas, la aplicación de técnicas de labranzas inadecuadas, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la disminución de los rendimientos agrícolas y, más importante aún, el deterioro del medio ambiente.

5.4. OBJETIVOS

5.4.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar métodos y medidas de conservación de suelos con el fin de restaurar suelos degradados para obtener un mayor aprovechamiento de este recurso

5.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ensayar técnicas agroecológicas de restauración de suelos en áreas degradadas.
- Recomendar según la aptitud del suelo técnicas de manejo y conservación más adecuadas.

5.5. FUNDAMENTACIÓN

MÉTODOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS.

a). Métodos naturales. No es más que mantener la cobertura vegetal en algún terreno, evitando la quema de la vegetación, ya que va en contra de la fertilidad del suelo deteriorando el hábitat de especies, haciendo que el agua se disminuya. Dentro de los métodos naturales está en combinar actividades agrícolas, pecuarias y forestales. Sembrar árboles como cercos, en laderas, como rompe vientos, así como también rotar cultivos, leguminosas con otros, para no empobrecer el suelo.

b). Métodos artificiales. Son la construcción de diques de contención, zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente.

LA DEGRADACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO

Muchas veces llamada compactación del suelo, es considerada la forma más seria de degradación de la tierra causada por las prácticas de labranza convencional. Paradójicamente, de todos los tipos de degradación de tierras, la degradación de la estructura del suelo es reversible y su ocurrencia es previsible o al menos controlable.

La degradación de la estructura del suelo es un problema mundial que ocurre en todos los suelos y niveles de producción agrícola.

El relieve afecta la productividad natural de las áreas al controlar el balance hídrico, ello se hace más importante en regiones agrícolas carentes de riego. El relieve puede considerarse, de una manera simple, como el conjunto de formas que se presentan en la superficie de la tierra. Su estudio compete a la Geomorfología e implica establecer las relaciones que se den entre las formas de la superficie terrestre (geoformas), los materiales asociados a dichas formas y el efecto que tienen sobre ellas y los procesos que les han dado origen y que las han remodelado a través del tiempo (Arias, 2001). De acuerdo con este autor, las formas y la dinámica del relieve se definen en un entorno donde confluyen influencias climáticas y geológicas y la intensidad con la cual han actuado estas influencias es utilizada, frecuentemente, para clasificar los tipos de relieve. En la clasificación de los tipos de

relieve se presentan diversas escalas espaciales de aplicación: hay desde relieves globales y de escala continental, relieves regionales, relieves locales y microrrelieve (Arias, 2001). En el Valle Interandino, el relieve va de ligeramente ondulado hacia el centro del valle hasta escarpado en las vertientes de las cordilleras Oriental y occidental. En el centro del valle, la zona agrícola por excelencia, el relieve ondulado hasta colinado permite diferenciar las posiciones de cima, media ladera y base de ladera, y en ocasiones fondo de valle.

Los procesos de erosión están determinados en la zona de estudio por tres factores: a) el relieve, b) la textura del material superficial, y c) el laboreo.

5.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Incentivar y capacitar a los agricultores sobre el uso del suelo mediante la aplicación de medidas de conservación. Con métodos naturales como la rotación de cultivos se va a evitar el empobrecimiento del suelo, la siembra de árboles como barreras rompe vientos va evitar la degradación del suelo, en zonas con alta pendiente se recomienda la construcción de diques de contención, zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión. En pendientes de mayor grado se recomienda la utilización de terrazas ya que es un método de conservación de suelos.

Con la ayuda de este catálogo de clasificación interpretativa de suelos se podrá dar un mejor manejo y uso de suelo ayudando a la conservación de este recurso, la aplicación de los Tipos de suelos en la evaluación realizada se cumplió satisfactoriamente, y de forma fácil y práctica. El proceso se realiza en el campo en un 90%, y al ganar experiencia puede cumplirse 100% en el campo. Ello se debe a que se basa en parámetros fáciles de determinar en el campo (perfil de suelo y relieve), requiriéndose solo la descripción del perfil de suelo y un clinómetro para medir la pendiente. En este caso, al incluir suelos del cantón Tulcán cuyo material originario fue sedimento fluvioglaciar, se encontró un contenido mayor de arcilla, al que existe en los suelos derivados de cenizas volcánicas recientes en el cantón Huaca, donde predomina la fracción arena muy fina, fina y media. En razón de ello se decidió incluir un nuevo Tipo de suelo, dividiendo el Tipo 1 en Tipos 1a y 1b (comentario personal Dr. Wilfredo Franco).

Catálogo de tipos de suelos ampliado.

Tipo de Suelo	Posición topográfica	Pendiente (%)	Espesor del horizonte A1 y textura	Da A1 (g/cc)	Propiedades y limitaciones
1a	Cimas convexas, poco uso. Suelo "modal", poco alterado.	≤ 20% (13%)	60-90 cm Franco arenoso fino a FL.	0,80	Conservado, máxima productividad, riesgo a déficit hídrico moderado, alta exposición vientos
1b	Cimas convexas, laderas de poca pendiente y bases de vertiente.	≤ 20%	60-90 cm Franco arcillo-limoso a Franco arcillo-arenoso fino.	ND	Conservado, máxima productividad, riesgo a déficit hídrico moderado.
2 a	Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreuso. Degradación media.	15-32% (21%)	40-60 cm Franco arenoso a aF	0,90	Erosión moderada a fuerte, riesgo a déficit hídrico acentuado
2 b	Cimas y parte alta de vertientes, pérdida por solifluxion y erosión laminar. Fuerte degradación.	20-40% (29%)	0-20 cm. Arenoso Franco (Mezcla con IIC)	0,72	Erosión severa, mezcla del A1 con lapilli desde la superficie. Riesgo a acentuado déficit hídrico. .
3 a	Media vertiente, acumulación por solifluxion y erosión desde partes altas.	35-80% (56%)	90-130 cm Franco arenoso fino a FL	0,74	Erosión ligera, moderadamente conservado. Riesgo a déficit hídrico moderado.
3 b	Base de vertiente, acumulación por solifluxion y erosión desde partes altas. Saturación ocasional a ± 1 m profundidad.	3-40% (17%)	100-200 cm Franco limoso	0,75	Conservado, sin riesgo a déficit hídrico, máxima productividad
4	Fondo de valle, márgenes de ríos con saturación frecuente (pseudogley).	≤ 10%	≤ 40 cm Franco arcillo-limoso	0,68	Saturado frecuentemente, vegetación natural o pastizal

VI. BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. y. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. En Agroecologia. (pág. 238). Mexico D.F: PNUMA 1a edicion.

Alvarado. (2009). Metodologia de Analisis Fisico Quimico de Suelos, Tejido Vegetal y aguas. Quito.

Álvarez, J. L. (2013). Desarrollo de un índice de productividad de suelo regional. Buenos Aires.

Ambiente, M. d. (2012). productividad del suelo. Quito.

Arias, L. (2001). Evolución del Suelo y el Relieve. medellín.

Borroto, I. O. (s.f.). Medidas de Conservación para suelos potencialmente. Cuba.

Cisneros, J. C. (2010). Estudios para establecer la linea base de suelos. xii congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo, 1-3.

Córdova, J. y F. Valverde. 2002. Evaluación de la erosión causada por labranza con arado y rastra en la provincia del Carchi, Ecuador. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Manabí, Septiembre 2002. Separata 1-9 p. www.secs.ec. Consultado 24.10.2015.

Daniel Geissert Kientz, M. R. (2000). Propiedades físicas y químicas de un suelo volcánico bajo bosque y cultivo en Veracruz, México. Foresta Veracruzana, 33.

Franco. W. 2015. Propuestas para la innovación en los sistemas agroproductivos y el desarrollo sostenible del valle interandino en Carchi, Ecuador. Tierra infinita, no. 5.

Franco, W. Suelos Volcánicos y Riesgos y Oportunidades en la Vía al Desarrollo

Franco, W., J. Peña, J.P. Rosero y O. Quintero. 2015. Clasificación Interpretativa de Suelos para Cultivo de papa y pastizales. In: Memorias del VI Congreso Nacional de la Papa, Ibarra, Julio 2015. www.researchgate.net/publication. Recuperado 14.06.2016.

FAO. (1998). ftp.fao.org//. Consultado el 2 de julio de 2016

FAO. (2009). Guia para la descripcion de suelos. Roma.

FAO, U. (2011). Clasificacion mundial de los Suelos . Roma.

Flores, I. H. (2010). Guia tecnica el cultivo de maiz. El Salvador: IICA.

Fray, P. (2010). Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible. Australia .

Grandullo. (1985). Fertilidad de los suelos.

Hernandez. (2004). pasto kikuyo. Manual de Pastos, 5-10.

Hernandez, G. (1997). Degradacion de suelos y sus efectos sobre la productividad. 25-30.

Izquierdo. (2007). Física de suelos. su impacto en la productividad agrícola. Cuba.

Izquierdo. (2007). Física de suelos. su impacto en la productividad agrícola. 2-3.

Lopez. (2015). Icono de la Agricultura y medio ambiente. Agrotech de Colombia sas, 5-7.

MAGAP. (2014). Boletín Situacional Maiz. Quito.

MAGAP. (2014). Boletín Situacional Papa. Quito.

MCPEC. (2011). Agendas para la transformaciion .

Méndez, I. (2010). Preparacion de suelo. INIA Carillanca, 29-32.

Naturales, A. d. (2004). Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo.

Peralta, E. A. (2010). Manual Agricola de frejol y otras leguminosas. cultivos, variedades y costos de produccion. Quito: Publicacion Miscelanea No. 135.

Rucks, I. A. (2004). Propiedades fisicas del suelo. Montevideo.

Sherwood, M. P. (2002). El cultivo de la papa. Quito.

Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en el Ecuador y el. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 1.

Thompson. (1965). el suelo y su fertilidad Zaragoza España, reverte,.

Trujillo, G. D. (2010). Degradación del suelo en el Ecuador. Quito.

Villegas, I. I. (2009). Cultivo de tomate de arbol (Cyphomandra betaceae), Area: Manejo integrado de cultivos / frutales de altura. En Proyecto Microcuenca Plantón - Pacayas (págs. 2-3). San Jose, Costa Rica.

VII. ANEXOS

Descripciones de los perfiles:
Perfil: Finca Ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer) Cultivo: Arveja Textura: Franco arenoso
Profundidad de horizonte A1: 0-90 cm Pendiente: 15% Localización: Cima

Tabla 9: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo Alverja parte cima**.**

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-20 cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/3), textura franco arenoso fino con 10% de arcilla, estructura granular, fino, fuerte, friable, poroso, moderadamente húmedo.	24%	9,13%	5.82	
A12 20-90 cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/2), textura franco arcillo limoso, sin grava, poco friable, ligeramente compacto, muy húmedo.	29%	8,20%	6.28	Serie textura fina 1 b
IIAC 90-120 cm	Color pardo (7.5YR 5/4), franco arcilloso sin grava, suelo muy húmedo, masivo.				
C 120+cm	Alterita, (andesita), Color pardo amarillento oscuro 60% (10YR 4/4) y pardo amarillento 40% (10YR 5/4), textura franco arcillo limoso, sin grava, tendencia a masivo saturado.				

Perfil: Finca Ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer) Cultivo: Arveja Textura: Franco arcilloso.

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 20% Localización: Media de vertiente

NOTA: Suelo entre hileras de alverjas cubierto por trébol, hierbas y maravilla.

Tabla 10: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo Alverja parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de Carbono Orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-20 cm	Color pardo oscuro (10 YR 3/3); textura franco arcillo arenoso medio, friable, abundantes raicillas.	24%	6,67%	6.04	
A12 20-25 cm	Transición				1a Serie textura fina
IIA13 (FOSIL) 25-60 cm	Color negro, (10YR 2/1), textura franco limoso, (18% de arcilla), estructura granular, fina, fuerte, ligeramente compacto, húmedo, raicillas abundantes	18%	15,33%	6.12	

Perfil: Finca Ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer) Cultivo: Arveja Textura: Franco arenoso
Profundidad de horizonte A1: 0-165 cm Pendiente: 2% Localización: Basé de vertiente
N0TA: Suelo con abundante lengua de vaca y hierbas de hojas opuestas alternas y floración apical.

Tabla 11: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada en la salida de Tulcán (Nuevo Amanecer), cultivo Alverja parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-40 cm	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco arenoso (8% de arcilla, 60% de arena fina y media, 32% de limo 8% de grava fina cuarcitica, muy meteorizada, malla de raicillas 0-4 cm, estructura granular muy fina débil	32%	11,40%	5.79	1a Serie textura fina
A12 40-70 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso (15% arcilla), estructura blocosa subangular fina moderada, friable.				
II A13 (FOSIL) 70-125 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso fino y medio, estructura granular fina fuerte, ligeramente compacto, gránulos brillantes de mica negra,				
III A14 (FOSIL II) 125-165 cm	Color negro intenso (10YR 2/1) (era glacial?), textura franco arcillo arenoso fino y medio, (18 a 20% de arcilla), abundantes gránulos brillantes, muy húmedo.	27%	8,00%	5.25	
III ABg 165+ cm	Color pardo oscuro (10YR 3/3), 30% de moteo ocre y pardo rojizo amarillento, franco arenoso muy fino, estructura blocosa subangular fina y débil, moderadamente compacto , abundantes nódulos finos y blandos de Mn, y Fe				

Perfil: Finca Detrás de la UPEC ubicada en Huaca Cultivo: Papa Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-38 cm Pendiente: 12% Localización: Cima

Tabla 12: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte cima

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-20 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco limoso, estructura granular, fina, fuerte, abundantes raicillas	29%	25,27%	6.20	
A12 20-38 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura débil, granular cerrada, ligeramente compacto, (incremento de fracción de arena a media).	20%	23,27%	6.06	
AC 38-80 cm	Color pardo amarillento (10YR 5/6), textura areno francosa gruesa gravosa, estructura arena gruesa gravosa, Lapilli Pardo				2a Nota: A pesar de pendiente menor a 20% ha perdido parte del A1
AC 80-120 cm	lapilli blanca				
	DESCRIPCION GUACHO CAMELLON PARTE CIMA				
AP 0-35 cm	Color gris muy oscuro (7.5YR 3/1),textura franco arenoso, 30 % de limo ,estructura granular porosa, muy fino				

Perfil: Finca Detrás de la UPEC ubicada en Huaca Cultivo: Papa Textura: Franco arenoso.

Profundidad de horizonte A1: 0-30 cm Pendiente: 39% Localización: Media de vertiente

Tabla 13: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1 0-18 cm	Mezcla de material A1 (60%) y IIAC (40%) color negro (60%) (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso medio a fino, 30% de limo, estructura granular, con raíces hasta 20 cm muy abundantes	23%	25,67%	6.25	2b Suelo areno francoso grueso Varia la textura(franco arenoso medio a fino)
II AC 18- 30 cm Lapilli pardo	Color (pardo amarillento 50%) (25% 10YR 5/6), (25% rosado 7.5YR 7/3) textura arenoso grueso.	17%	13,60%	6.20	
II C 30-90 cm Lapilli blanca	Color gris claro (10YR 7/1) estructura con flujo lateral, pocas raíces hasta 80 cm muy finas, granulosa brillantes abundantes (mica)				
III A1 FOSIL 90+cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso moderadamente compacto, con saturación masiva saturado.				
	DESCRIPCION GUACHO CAMELLON PARTE MEDIA				
AP 0-30 cm	Mezcla de 60 a 40% de A1 con lapilli especialmente de 18 cm hacia abajo				

Perfil: Finca Detrás de la UPEC ubicada en Huaca Cultivo: Papa Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-110 cm Pendiente: 8-10% Localización: Base de vertiente

NOTA: Presencia de lengua de vaca con gran desarrollo

Tabla 14: Descripción de perfil de suelo Finca ubicada detrás de la UPEC ubicada en Huaca cultivo papa parte base

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-25 cm	Color pardo oscuro (10YR 2/2), textura franco arenoso muy fino, 40% de limo, 8% de arcilla.	23%	25,40%	6.22	
A12 25-70 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso muy fino, 15% de arcilla y 40% de limo, ligeramente compacto.				3b Varia la profundidad de 0 a 30 cm
II A13 Fósil 70-110 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1) con textura franco arenoso muy fino a media, 15% arcilla, 30% limo, estructura muy poroso, friable, moderadamente húmedo.	15%	17,67%	6.28	
C 110+ cm	Lapilli con color pardo oscuro				
	DESCRIPCION GUACHO CAMELLON PARTE BAJA				
AP 0-25 cm	Color negro (7.5YR 2/1) textura franco arenoso, 40 % de limo, estructura granular, más húmedo.				

Perfil: Finca el capulí ubicada en Montufar Cultivo: papa Textura: Franco arenoso.

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 2% Localización: Cima

Tabla 15: Descripción de perfil de suelo Finca el capulí ubicada en Montufar cultivo papa parte cima

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1 0-37 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco arenoso (60% arena, 25% limo, 15% arcilla) estructura granular, fina, débil; 5% de grava muy dura, suelo seco, malla de raicillas medias y pequeñas,	11 %	21,73 %	5.86	
A12 37-60 cm	Color pardo oscuro (10YR 2/2), franco arenoso medio, (10% arcilla, 30% limo y 60% arena fina y media, 10% grava fina más meteorizada que horizonte sobre yacente) estructura granular débil, fina; suelo poco friable, algo compactado, raicillas pocas medias, pedotubulos de raíces, cuarzo lavado, húmedo en la base, poco moteo pardo (óxido de hierro). Sigue horizonte muy compacto.	12 %	19,20 %	6.06	Tipo de suelo 1a

Perfil: Finca el capulí ubicada en Montufar Cultivo: papa Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-80 cm Pendiente: 1.5 % Localización: Zona plana entre dos vertientes

Tabla 16: Descripción de perfil de suelo Finca el capulí ubicada en Montufar cultivo papa parte Zona plana entre dos vertientes

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1 0-20 cm	Color negro intenso (10YR 2/1) textura franco arenoso fino, (8% arcilla, 32% limo y 60% arena, 5% de grava fina, estructura granular fina, débil, parcialmente compactada; raicillas abundantes, gránulos de cuarzo lavado.	14 %	23,20 %	5.92	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material.
A12 20-80 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) textura franco arenoso fino y medio (5% arcilla, 25% limo y 68% arena fina y media, 2% de grava), estructura compacta, raíces finas y muy finas; moteo pardo de óxido de hierro, poco.	16 %	20,13 %	6.01	Saturación ocasional a ± 1 m Prof. Perfil A1-IIAC1-

Perfil: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán Cultivo: cebolla larga Textura: Variable Franco arenoso a franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-57 cm Pendiente: 4% Localización: Cima

Tabla 17: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo cebolla larga parte cima

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color negro (10 YR 2/1); textura franco arenoso, (arena fina a media), 8% de grava; estructura granular, malla de raicillas abundantes,	23%	13,87%	5.87	
A11 20-39 cm	Color negro (10 YR 2/1); textura franco arcilloso; estructura blocosa subangular, fina, fuerte; moderadamente compacto; gránulos de mica negra y cuarzo visibles y limpios; pocas raíces				2 a Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreutilización. Perfil Ap-IIAC-IIC
A1 FOSIL 39-57cm	Color negro (10YR 2/1); textura franco limoso (arena fina); estructura blocosa subangular, fina, moderada, moderadamente compacto.	22%	15,60%	5.94	
Lapilli Pardo 57- 77 cm Lapilli Blanca 77+ cm					

Perfil: nuevo amanecer ubicada en Tulcán Cultivo: cebolla larga Textura: Franco arenoso, franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 2% Localización: Base de vertiente

Tabla 18: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo cebolla larga parte base.

horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-30 cm	Color negro (10YR 2/1), textura suelo franco arenoso, 40% de arena fina a media estructura granular friable, raicillas abundantes.	27%	14,20%	5.97	
A11 30-40 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2), estructura débil, cuarzo, mica, arena fina muy fina, friable				1 a
A12 40-60 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura moderadamente compacto cuarzo, mica negra.	29 %	17,53%	5.99	
Lapilli Pardo 60-90 cm					
Lapilli Blanca 90+ cm					

Perfil: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade Cultivo: cebolla larga Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-146 cm Pendiente: 1.5% Localización: Cima

Tabla 19: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo cebolla larga parte cima

horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-28 cm	Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura franco arenoso granulado, estructura (arena media fina 50%, limo 30%), con raíces pocas.	16 %	24,00 %	5.98	3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A12 28-80 cm	Color gris muy oscuro (7.5 YR 3/1), textura franco limoso, 45% de limo, estructura blocosa granular, precipitado friable, cuarzo lavado, mica negra.				
A13 80-146 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura (65% arena fina)	25 %	19,47 %	5.87	
Lapilli Parda 146+ cm					

Perfil: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade Cultivo: cebolla larga Textura: Franco arenoso, Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-170 cm Pendiente: 1% Localización: Base de vertiente

Tabla 20: Finca del Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo cebolla larga parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-30 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco limoso, estructura granular, 20% de arena fina a media friable, malla de raicillas.	17 %	22,07 %	5.76	
A12 30-60 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1) textura franco arenoso, estructura friable débil, cuarzo, mica, arena fina muy fina.				3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A13 60-170 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura moderadamente compacto, cuarzo, mica negra.	24 %	22,53 %	5.98	
Lapilli Blanca 170+ cm					

Perfil: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán Cultivo: maíz Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-94 + cm Pendiente: 42% Localización: Cima

Tabla 21: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-38 cm	Color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/3), textura franco arenoso fino y muy fino (16% arcilla, 30% limo, 54% arena fina y muy fina); estructura granular fina y muy fina; muy friable y poroso; abundantes raicillas.	31%	11,00 %	5.71	1b
A12 38-94 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso fino y medio, (14% arcilla, 32% limo, 54% arena fina y media); estructura granular fina, material muy friable, 5% grava muy meteorizada.	25%	26,13 %	5.90	
II A13 Fósil 94+ cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco limoso, estructura blocosa subangular, fina, moderada; moderadamente compacto, húmedo, gránulos de cuarzo y mica negra.				

Perfil: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán Cultivo: maíz Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-80 + cm Pendiente: 26% Localización: Media de vertiente

NOTA: Abundante pasto, y maravilla

Tabla 22: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-22 cm	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/2), textura franco arenoso fino (10% arcilla, 35% limo, 55% arena fina), estructura granular fina y muy fina; muy friable y poroso; abundantes raicillas, grava 6%, raicillas abundantes, finas y muy finas, creando franja con incremento de materia orgánica.	36%	12,67 %	5.93	1b
A12 22-80 cm	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/2), textura franco arenoso fino; estructura granular fina; friable y ligeramente compactado, gránulos de mica negra y cuarzo lavado.	27%	13,73 %	5.84	
A13 80+ cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 5/6), franco arenoso fino; franjas amarillentas de 1 cm de espesor; material moderadamente compactado, gránulos de mica negra , cuarzo lavado				

Perfil: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán Cultivo: maíz Textura: Franco

Profundidad de horizonte A1: 0-90 + cm Pendiente: 8% Localización: Base de vertiente

NOTA: Descripción de suelo Parte baja con pasto abundante

Tabla 23: Finca nuevo amanecer ubicada en Tulcán, cultivo maíz parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-28 cm	Color pardo oscuro (7.5YR 3/2), textura franco, (18% arcilla, 40% limo, 42% arena fina y muy fina), 10% grava fina muy meteorizada; estructura granular fina y muy fina; malla de raicillas, material muy poroso.	33%	34,00 %	6.10	1b
A12 28-90 cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 5/6), con moteado amarillento (10%); textura franco, estructura blocosa subangular fina, fuerte, material friable, raicillas moderadamente abundantes.	37%	31,00 %	5.98	
II A13 Fósil 90+ cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), franco limoso, estructura blocosa subangular, fina, moderada, moderadamente compactado, poco friable.				

Perfil: Finca UPEC ubicada en Huaca Cultivo: maíz Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 20% Localización: Cima

NOTA: levantamiento del maíz en finca san francisco 18 de junio 2015.

Tabla 24: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, (arena media fina 60%, 25% de limo, 15% de arcilla, 3% de grava); estructura granular, fina, fuerte, friable; suelo seco, Abundantes raicillas finas y muy finas.	21%	9,80%	5,54	Tipo 1
A1 40 -60cm	Color pardo oscuro (7.5YR 2.5/2); franco arenoso, grava 5%,(arena media y fina abundante rica en mica negra), friable.	20%	27,73%	5,7	(degradación moderada del Tipo 1)
IIAC 60+ cm	Lapilli, color pardo, areno francosa gruesa, gravosa; grano suelto.				

Perfil: Finca UPEC ubicada en Huaca Cultivo: maíz Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-70 cm Pendiente: 30 % Localización: Media de vertiente

Tabla 25: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color de suelo negro (10YR 2/1), suelo franco arenoso, contiene mica negra y cuarzo y grava, raicillas abundantes finas y muy finas moderadamente precipitado.	28%	19,33%	5,7	Tipo 1 Vertiente media
A1 40 -70cm	Color pardo oscuro, (7.5YR 2.5/2), textura franco arenoso friable, abundante mica negra, con grava 5%, arena media y fina abundante.	34%	20,33%	5,74	
IIAC 70+	Lapilli pardo, areno francoso grueso, gravoso; suelto.				

Perfil: Finca UPEC ubicada en Huaca Cultivo: maíz Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0 - 85cm Pendiente: 15 % Localización: Base de vertiente

Tabla 26: Finca UPEC ubicada en Huaca, cultivo maíz parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color pardo oscuro (10 YR 2/2); textura franco arenoso, (60 % de arena fina y media, 35% de limo y 5% de arcilla, 3% de grava fina) estructura granular, fina, fuerte; malla de raicillas abundantes.	20%	19,47%	5,45	Tipo 1 Base de vertiente, cultivo de maíz para ensilaje (2015)
A1 20 -85cm	Color pardo oscuro (10YR 2/2); textura franco, arena media, grava rica en cuarzo y mica biotita; raíces finas abundantes.	19%	20,60%	5,68	
IIAC 85+	Lapilli pardo				

Perfil: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel Cultivo: tomate de árbol Textura: Franco arenoso.

Profundidad de horizonte A1: 0-52 cm Pendiente: 35% Localización: Parte alta de vertiente

Tabla 27: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, cultivo tomate de árbol parte cima.

horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-30 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, (8% arcilla, 30% limo y 62% arena), estructura granular, parcialmente miga josa; raíces finas y medias abundantes.	24%	22,33 %	5.99	Tipo de suelo 2a
A12 30-52 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, grava 10%, estructura miga josa, ligeramente compacto, con raicillas abundantes.	22%	20,87 %	6.50	Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreutilización.
IIAC 52+ cm	Lapilli Pardo				

Perfil: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel Cultivo: tomate de árbol Textura: franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-120 cm Pendiente: 22% Localización: Base de vertiente

Tabla 28: Finca de tomate de árbol ubicada en San Gabriel, cultivo tomate de árbol parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-30 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura granular, fina, fuerte; ligeramente compacto, 10% grava fina; raíces finas y muy finas.	21%	15,27 %	6.23	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A12 30-70 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura granular, fina, fuerte; moderadamente compacto, abundantes gránulos de cuarzo limpios.				
IIA13 70-120 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso muy fino; estructura blocosa angular fina, fuerte, coherente, moderadamente compacto.	29%	21,80 %	6.24	

Perfil: Finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca Cultivo: Quinua Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-98 cm Pendiente: 4% Localización: Base extendida de vertiente (cima)

NOTA: Maleza alrededor lengua de vaca a 5 metros de la carretera

Tabla 29: Finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo Quinua parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1-1 0-30 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, estructura granular, muy poroso, partículas de mica abundantes, raíces finas y muy finas abundantes.	29 %	29,80 %	6.28	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A1-2 30-70 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, estructura granular fina, malla de raíces finas muy finas abundantes.				
II A1 70-98 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) textura franco limoso, estructura granular, fina, friable; raíces finas y muy finas.	18 %	10,53 %	5.87	
Lapilli 98+ cm	Lapilli pardo				

Perfil: Finca Del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca Cultivo: Quinua Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-76 cm Pendiente: 10% Localización: Media de vertiente

Tabla 30: Finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo Quinua parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1-1 0-25 cm	Color gris muy oscuro (10YR 3/1) textura franco limoso, estructura moderadamente compacto friable, malla de raíces finas y muy finas.	29 %	24,20 %	6.26	Tipo de suelo 2 a Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreutilización.
A1-2 25-35 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, estructura débil moderadamente compacto con malla de raíces finas abundantes.				
A1-3 35-76 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, estructura compactado, friable, pocas raíces, mica, cuarzo.	18 %	18,13 %	5.73	
Lapilli 76+ cm					

Perfil: Finca Del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca Cultivo: Quinua Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-120 cm Pendiente: 5% Localización: Base de vertiente

Tabla 31: Finca del Sr. Jorge Revelo ubicada en Huaca, cultivo Quinua parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1-1 0-15 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) textura franco limoso, estructura compactado (25% de grava fina y muy fina), malla de raíces abundantes finas y medias.	25 %	19,73 %	6.04	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A1-2 15-35 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) textura franco limoso, estructura friable, (grava 2%, arena 10%), raíces pocas.				
A1-3 35-120 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, estructura blocosa angular ligeramente coherente, compacto, raíces pocas (malla de raicillas).	17 %	13,73 %	6.21	
Lapilli 120+ cm					

Perfil: Finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade Cultivo: Quinua Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-95 cm Pendiente: 2% Localización: Cima

Tabla 32: Finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo Quinua parte cima.

horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1-1 0-20 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2) textura franco arenoso, estructura ligeramente compacto, blocosa subangular (20% de grava), con malla de raicillas.	18 %	20,67 %	5.75	
A1-2 20-60 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco arenoso, estructura compacto, con raíces finas muy finas abundantes, estructura blocosa subangular fina moderada (5% de grava con gránulos de cuarzo limpios abundantes).				Tipo de suelo 1 a
A1-3 60-95 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco arenoso, estructura moderadamente compacto, (8% de grava meteorizada, friable).	20 %	22,87 %	5.98	
Lapilli 95+ cm					

Perfil: Finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade Cultivo: Quinua Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-85 cm Pendiente: 4% Localización: Base de vertiente

Tabla 33: Finca Sr. Manuel Vela ubicada en Julio Andrade, cultivo Quinua parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1-1 0-30 cm	Color pardo muy oscuro (7.5YR 2.5/2) textura franco arenoso, estructura moderadamente compacto blocosa subangular fina media moderada, con malla de raíces finas muy finas abundantes.	19 %	23,20 %	5.86	Tipo de suelo 1b
A1-2 30-55 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso, estructura débil medio compactado, moderadamente friable, malla de raíces pocas, gránulos de cuarzo lavado, mica negra.				
A1-3 55-85 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, con estructura blocosa angular moderadamente fina coherente.	16 %	21,27 %	5.88	
Lapilli 85+ cm					

Perfil: Finca ubicada en Huaca Cultivo: Chochos Textura: Franco arenoso, franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-90 cm Pendiente: 15% Localización: Cima

NOTA: Tres meses

Tabla 34: Finca ubicada en Huaca, cultivo Chochos parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1 0-30 cm	Color negro (10 YR 2/1), textura areno francoso fino (4% arcilla, 20% limo, 76% arena); grano suelto, tendencia a granular muy fina; friable; malla de raíces finas y muy finas.	19 %	10,80 %	6.16	1 cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado
A12 30-50 cm	Color negro (10 YR 2/1), textura franco arenoso fino, grano suelto con tendencia a granular, moderadamente friable, gránulos de mica y cuarzo visibles.				
A13 50-90 cm	Color negro (10 YR 2/1), textura franco limoso, estructura blocosa angular fina, moderada, poco friable, con partículas de mica negra y blanca.	25 %	17,13 %	6.11	
Lapilli 90+ cm	lapilli meteorizada (drenaje)				

Perfil: Finca ubicada en Huaca Cultivo: Chochos Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-80 cm Pendiente: 10% Localización: Media vertiente

Tabla 35: Finca ubicada en Huaca, cultivo Chochos parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-40 cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 2.5/2), textura franco arenoso, fino y medio; estructura granular, fina, fuerte, friable, abundantes raíces finas y medias, abundantes puntos brillantes (cuarzo y mica negra).	27%	12,67 %	6.23	tipo 1a
A12 40-80 cm	Color negro (10YR 2/1) estructura granular, (arena 40%, limo 10%), mica negra, y cuarzo.	21 %	15,67 %	6.40	
Lapilli 80+ cm					

Perfil: Finca ubicada en Huaca Cultivo: Chochos Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-120+cm Pendiente: 4% Localización: Base de vertiente

Tabla 36: Finca ubicada en Huaca, cultivo Chochos parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-60 cm	Color negro (10 YR 2/1) textura franco limoso, estructura (arena 30%, limo 50%), friable, mica negra, abundante cuarzo lavado.	23 %	13,27 %	6.26	3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m de profundidad
A12 60-120 cm	Color pardo muy oscuro (10 YR 2/2) textura franco limoso, estructura abundantes puntos brillantes (mica negra) poco friable.	27 %	18,33 %	6.31	
A13 120+ cm	Color negro (10 YR 2/1) textura franco limoso, estructura (limo 20%, mica, cuarzo lavado).				

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: Haba Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-80 cm Pendiente: 25% Localización: Cima

NOTA: Suelo con abundante maleza, cultivo anterior maíz, tiempo del cultivo cinco meses

Tabla 37: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo Haba parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-30 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco arenoso, (60% de arena, cuarzo, mica negra), malla de raíces fina muy finas, poco friable.	21 %	21,73 %	6.05	
A12 30-54 cm	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/2), estructura poco friable con bastantes partículas brillantes mica negra, poco friable con bastantes partículas brillantes mica negra, raicillas pocas.				1 a
A13 54-80 cm	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/2) textura franco arenoso, (limo en un 40%, arcilla 5%, mica negra, y cuarzo lavado), estructura poco friable más compacto.	29 %	25,67 %	5.95	
Lapilli 80+ cm					

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: Haba Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 18% Localización: Media de vertiente

Tabla 38: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo Haba parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-25 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1), textura franco arenoso, estructura granular fina fuerte poco friable, con pocas raicillas.	30 %	25,07 %	6.01	
A12 25-40 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, (20% arena fina y muy fina), estructura ligeramente compacto, débil, mica negra, cuarzo.				2a Cimas y parte alta de vertientes afectadas por sobreutilización
A13 40-60 cm	Color negro (7.5YR 2.5/1) textura suelo franco arenoso, (limo 10%, grava 2%), estructura compacta.	29 %	25,20 %	6.03	
Lapilli 60+ cm	Lapilli blanca				

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: Haba Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-80 cm Pendiente: 5% Localización: Base de vertiente

Tabla 39: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo Haba parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-35 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco arenoso, con estructura granular poroso húmedo, (arena 40%), malla de raicillas.	50 %	18,87 %	6.06	
A12 35-50 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco arenoso, (limo en un 30%), estructura poco friable con raíces medias.				3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m de profundidad
A13 50-80 cm	Color negro (10 YR 2/1), textura franco limoso, (limo en un 40%). con estructura compacta	31%	17,27 %	6.38	
Lapilli 80+ cm	Lapilli blanca				

Perfil: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca Cultivo: Habas Textura: Franco

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 6% Localización: Cima

Tabla 40: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo Haba parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-14 cm	Color gris muy oscuro, (10YR 3/1) textura franco, 2% de grava; estructura granular, fina, fuerte; friable, malla de raicillas.	40 %	21,53 %	6.82	
A12 14-32 cm	Color gris oscuro (10YR 4/1), textura franco, estructura poco friable, cuarzo, mica negra, pocas raíces.				Tipo 2a (erosión por corte de carretera)
A13 30-60 cm	Color gris oscuro (10YR 4/1), textura franco, estructura granular, fina, moderada; moderadamente compacto, friable, raíces finas y medias moderadamente abundantes.	20%	20,13 %	6.51	
Lapilli 60+ cm	Lapilli pardo				

Perfil: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca Cultivo: Habas Textura: franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-26 cm Pendiente: 9% Localización: Media de vertiente

Tabla 41: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo Haba parte media.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco arenoso, estructura friable, (2% de grava con raicillas pocas finas y muy finas, mica negra).	38 %	20,07 %	6.13	Tipo de suelo 2b Cimas y parte alta de vertientes con perdida por solifluxión y uso intensivo.
A1 20-26 cm	Color negro (7.5YR 2/1) textura franco arenoso, (10% de grava, mica negra).	19 %	20,2 %	6.06	
Lapilli 26+ cm					

Perfil: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca Cultivo: habas Textura: franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-35 cm Pendiente: 11% Localización: Base de vertiente

Tabla 42: Finca Sr. Gonzalo Ubicada en Huaca, cultivo Haba parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-35 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco arenoso, estructura friable, precipitado, (8% de grava, mica negra), raíces pocas finas muy finas.	34%	19,60 %	6.12	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
BC 35-40 cm	Color pardo (7.5YR 4/3), textura franco arenoso, (50% arcilla y 50% arena), estructura friable, precipitado, lapilli parda mezclado, cuarzo.	17%	19,20 %	5.91	
Lapilli 40-58 cm	Lapilli blanca húmedos.				
Fósil 58+ cm					

Perfil: Finca el capulí ubicada en Montufar Cultivo: Hortalizas Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-28+ cm Pendiente: 5% Localización: Cima

Tabla 43: Finca el capulí ubicada en Montufar, cultivo Hortalizas parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-28 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, (30% arena, 5% grava), estructura compactada, malla de raíces finas muy finas, cuarzo.	22 %	19,33 %	6.13	Tipo de suelo 1 Cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado.
A12 28+ cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco limoso, (2%grava), estructura compactada, pedotubulos, óxido de hierro, pocas raíces.	21 %	18,73 %	6.18	

Perfil: Finca el capulí ubicada en Montufar Cultivo: Hortalizas Textura: Franco limoso

Profundidad de horizonte A1: 0-20+ cm Pendiente: 3% Localización: Base de vertiente

Tabla 44: Finca el capulí ubicada en Montufar, cultivo Hortalizas parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-20 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco limoso, 5% de grava, estructura compactado, raíces finas muy finas, malezas, con incorporación de arena, (huecos por hormigas).	20 %	20,13 %	6.37	Tipo de suelo 3b Base de vertiente con acumulación de material. Saturación ocasional a ± 1 m Prof.
A1 20+ cm	Color gris muy oscuro (7.5 YR 3/1) textura franco limoso, estructura fuertemente compacto más húmedo, lombrices en huecos.	21 %	17,47 %	6.18	

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: kikuyo Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-94 cm Pendiente: 8% Localización: Cima

Tabla 45: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-10 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, estructura blocosa subangular, fina, fuerte; con malla de raicillas abundantes.	37%	22,13 %	5.89	
A12 10-44 cm	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/2), 10% moteo óxido de hierro; textura franco arenoso (65% de arena fina muy fina y media, 4% grava); estructura grano suelta, raíces abundantes finas y gruesas.				1 cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado
A13 44-68 cm	Color gris muy oscuro (7.5 YR 3/1), textura franco limoso, estructura blocosa subangular, fina, fuerte, 5% grava, cuarzo, y mica, raíces abundantes finas y medias.				
A14 68-94 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco limoso, estructura blocosa subangular, fina, fuerte, poco friable; raíces pocas, cuarzo, mica.	26%	15,00 %	5.97	
IIAC 94+ cm	Lapilli pardo				

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: kikuyo Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-71 cm Pendiente: 22% Localización: Media de vertiente

Tabla 46: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte media

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
AP 0-15 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso (arena fina y media), estructura granular, ligeramente compacto, poco friable; abundantes gránulos de mica negra, cuarzo, malla de raicillas.	31%	26,67%	6.06	1 Cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado.
A11 15-32 cm	Color pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura franco arenoso (arena media), 5% grava, estructura granular, ligeramente compacto, poco friable, malla de raicillas abundantes.				
A12 32-52 cm	Color pardo oscuro (10YR 3/6), moderadamente compacto, pocas raicillas.	21%	22,13%	5.98	
IIA13 (Fósil) 52-71 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco limoso, estructura blocosa subangular, fina, moderada; moderadamente compacto.				
IIIAC 71+ cm	Lapilli pardo				

Perfil: Finca ubicada en Julio Andrade Cultivo: kikuyo Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-70 cm Pendiente: 6% Localización: Base de vertiente

Tabla 47: Finca ubicada en Julio Andrade, cultivo kikuyo parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A1 0-20 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco arenoso (65% de arena); estructura granular, fina, fuerte, moderadamente compacto, friable, con malla de raíces finas.	38%	25,93%	6.67	1 a Cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado.
A12 20-30 cm	Color negro (10YR 2/1) textura franco arenoso (40% de limo), estructura granular, fina, fuerte, moderadamente compacto, friable, húmedo, raíces abundantes finas y medias.				
A13 30-70 cm	Color negro (10YR 2/1), textura franco arenoso, estructura granular, fina, fuerte, moderadamente compacto, friable; gránulos de cuarzo y mica negra; poco friable.	20 %	16,13 %	6.70	
IIAC 70+ cm	Lapilli pardo				

Perfil: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Cultivo: kikuyo Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm Pendiente: 32% Localización: Cima

NOTA: Ubicada a lado de la carretera, potrero en vertiente, kikuyo sin maleza, pisones de ganado.

Tabla 48: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, cultivo kikuyo parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A 1 0-34 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco arenoso, 10% de grava, arena fina a medio, estructura granular, 1-2 mm de cuarzo, malla de raicillas.	23 %	17,2 %	5.94	2a Cimas y parte alta de vertientes con perdida por solifluxión y uso intensivo. Perfil Ap-IIAC-IIC1
AC 34-60 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco arenoso, gravoso, (50% de grava).	31 %	30,07 %	6.08	
C 60-120 cm	Color gris (10 YR 6/1), lapilli arenoso grueso 80% grava, 3% de arcilla.				

Perfil: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Cultivo: kikuyo Textura: Franco Arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-85 cm Pendiente: 6% Localización: Base de vertiente

NOTA: suelo pseudogley, (lapilli esta meteorizado más rápido por la saturación se formó A1 en lapilli (drenaje))

Tabla 49: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo, cultivo kikuyo parte base.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A11 0-26 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1) textura franco arenoso fino, estructura presencia de grava, raicillas abundantes finas.	18 %	20,2 %	5.88	Tipo de suelo 4 Fondo de valle, márgenes de ríos.
A12 26-36 cm	Color negro (7.5 YR 2.5/1), textura franco arenoso, estructura, 40% moteo anaranjado en la base, arena fina moderada muy fina, raicillas abundantes.				
A13 36-70 cm	Color gris muy oscuro (10 YR 3/1), textura franco arenoso fino y medio, estructura con grava, mica negra, cuarzo.				
A1 II FOSIL 70-85 cm	Color pardo oscuro (10 YR 3/3), textura franco arenoso medio y grueso, estructura 2% de arcilla.	55%	31,20 %	5.62	
AC II 85 + cm	Color de suelo gris (10 YR 6/1) color pardo grisáceo más blanco (lapilli) saturado 10% de arena, 10% de limo, raíces pocas, tendencia a masivo.				

Perfil: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca Cultivo: kikuyo Textura: Franco Arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-120 cm Pendiente: 15% Localización: Cima

NOTA: Kikuyo 100%, poca maravilla, poca lengua de vaca, zona plana entre fuertes pendientes a 150 metros del rio Huaca.

Tabla 50: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca, cultivo kikuyo parte cima.

Horizonte	Propiedades	% de humedad del suelo (en base a peso seco)	% de carbono orgánico	pH	Tipo de suelo
A 11 0-30 cm	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/6), textura franco arenoso, estructura ligeramente compacto, medio gravoso, grava media a fina débil, con 2 % de moteo pardo rojizo, y raíces abundantes.	32 %	27,67 %	6.09	1 a Cimas y vertientes poco inclinadas, suelo poco alterado. Perfil A1-IIAC-IIC/IIIA1 fósil
A 12 30-60 cm	Color pardo oscuro (10 YR 4/3) textura franco arenoso, estructura medio gravoso, raíces abundantes.				
A 13 60-120 cm	Color pardo (10 YR 5/3) textura franco limoso, estructura granular (formado bajo selva nublado).				

Cultivo Pasto (kikuyo) (Finca ubicada en Julio Andrade).

Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo (4 muestras de cada sitio cima. media ladera y base)

Se realizó un cuadrado de 1 metro por 1 metro en donde se procedió a medir las superficies libres de pasto, se midió el largo y el ancho de las partes que no estaban cubiertas por pasto, y se obtuvo el área respectiva, luego se sumaron todas las áreas de los lugares que no existía cobertura de pasto.

Localización: Cima

Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-94 cm

Pendiente: 8%

Cuadro 22: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto				
largo cm	ancho cm	total					
15	10	150	10000	→		100%	
20	12	240	4381	→		X	
35	27	945					
25	26	650					
28	28	784			X=	43,81%	
39	20	780					
40	10	400		100% - 43,81%			
36	12	432					
suma de área		4381	cobertura		56,19%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 23: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima segunda muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total			
17	13	221	10000	→	100%
34	20	680	3338,42	→	X
12,4	33,8	419,12			
36	34	1224			
23,5	33,8	794,3		X=	33,38%
			100% - 33,38%		
suma de área		3338,42	cobertura	66,62%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 24: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total	10000	→	100%
25	27,8	695	3131	→	X
30	38	1140			
36	36	1296			
				X=	31,31%
			100% - 31,31%		
suma de área		3131	cobertura	68,69%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 25: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kykuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo cm	ancho cm	total				
22	20	440	10000	→		100%
24	16	384	3589	→		X
37	27	999				
28	23	644				
10	35	350			X=	35,89%
9	33	297				
25	15	375		100% - 35,89%		
10	10	100				
suma de area		3589	cobertura		64,11%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Localización: Media de vertiente

Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-71 cm

Pendiente: 22%

Cuadro 26: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total	10000	→	100%
15,7	20,6	323,42	2189,62	→	X
14	18,9	264,6			
26	38,9	1011,4			
26	22,7	590,2			X= 21,89%
				100% - 21,89%	
suma de area		2189,62	cobertura	78,11%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 27: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media segunda muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total	10000	→	100%
27,5	28,9	794,75	2440,14	→	X
38,5	28,9	1112,65			
16,8	16,8	282,24			
15	16,7	250,5			X= 24,40%
				100% - 24,40%	
suma de area		2440,14	cobertura	75,60%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 28: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total	10000	→	100%
15,6	20	312	2214,23	→	X
33,9	15,7	532,23			
21,4	35	749			
23	27	621		X=	22,14%
			100% - 22,14%		
suma de area		2214,23	cobertura	77,86%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 29: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte media cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total			
21	17	357	10000	→	100%
21	12,8	268,8	2353,74	→	X
35,7	13	464,1			
21,8	12,8	279,04			
13	15	195		X=	23,53%
9	12	108			
21	25,8	541,8	100% - 23,53%		
10	14	140			
suma de area		2353,74	cobertura	76,47%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Localización: Base de vertiente

Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-70 cm

Pendiente: 6%

Cuadro 30: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo cm	ancho cm	total	10000	→		100%
10	18,9	189	1793,19	→		X
12	14,7	176,4				
15,7	21,7	340,69				
12	14	168			X=	17,93%
38	10	380				
21	10,5	220,5		100% - 17,93%		
27	11,8	318,6				
suma de área		1793,19	cobertura	82,07%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 31: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente segunda muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo cm	ancho cm	total	10000	→	100%
22	30	660	1688,36	→	X
34,7	13,8	478,86			
35	15,7	549,5			
				X=	16,88%
			100% - 16,88%		
suma de área		1688,36	cobertura	83,12%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 32: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo	Ancho	total	10000	→	100%
15	10	150	1407	→	X
21	26,8	562,8			
17,8	39	694,2			
				X=	14,07%
			100% - 14,07%		
suma de área		1407	cobertura	85,93%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 33: Finca ubicada en Julio Andrade % de pasto, parte base de vertiente cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2				Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo		Ancho	total	10000	→	100%
	18	17,8	320,4	1868,16	→	X
	22,9	34,4	787,76			
	38	20	760			
					X=	18,68%
				100% - 18,68%		
suma de área		1868,16	cobertura	81,32%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cultivo Pasto (kikuyo) (Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo)

Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo (4 muestras de cada sitio cima y base)

Se realizó un cuadrado de 1 metro por 1 metro en donde se procedió a medir las superficies libres de pasto, se midió el largo y el ancho de las partes que no estaban cubiertas por pasto, y se obtuvo el área respectiva, luego se sumaron todas las áreas de los lugares que no existía cobertura de pasto.

Localización: Cima

Textura: Franco arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-60 cm

Pendiente: 32%

NOTA: Ubicada a lado de la carretera, potrero en vertiente, kikuyo sin maleza, pisones de ganado.

Cuadro 34: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo	ancho	total	10000	→	100%
16,8	10	168	3958,68	→	X
22,7	26	590,2			
18,8	31	582,8			
40,4	21	848,4		X=	39,58%
30,5	30	915			
37,8	22,6	854,28	100% - 39,58%		
suma de area		3958,68	cobertura	60,42%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 35: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima segunda muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo	ancho	total	10000	→	100%
27,9	30,5	850,95	3836,97	→	X
27,8	28,9	803,42			
35	33,8	1183			
28	35,7	999,6		X=	38,36%
			100% - 38,36%		
suma de area		3836,97	cobertura	61,64%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 36: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo	ancho	total				
15	18,9	283,5	10000	→		100%
25,7	14,7	377,79	3691,55	→		X
33,8	14,7	496,86				
21,8	22	479,6				
33	25	825			X=	36,91%
37,8	21	793,8				
17,8	15	267		100% - 36,91%		
10,5	16	168				
suma de area		3691,55	cobertura	63,09%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 37: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo	ancho	total	10000	→		100%
28,54	31,5	899,01	3821,72	→		X
34,9	18,9	659,61				
37	39	1443				
29,5	27,8	820,1			X=	38,21%
				100% - 38,21%		
suma de area		3821,72	cobertura	61,79%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Localización: Base de vertiente

Textura: Franco Arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-85 cm

Pendiente: 6%

NOTA: suelo pseudogley, (lapilli esta meteorizado más rápido por la saturación se formó A1 en lapilli (drenaje))

Cuadro 38: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo	Ancho	total	10000	→		100%
28	19	532	1027,2	→		X
12	12	144				
10,7	16	171,2				
12	15	180			X=	10,27%
				100% - 10,27%		
suma de area		1027,2	cobertura	89,73%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 39: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente segunda muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2				Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo		Ancho	total	10000	→	100%
	17	10	170	963,86	→	X
	34,7	13,8	478,86			
	21	15	315			
					X=	9,63%
				100% - 9,63%		
suma de area			963,86	cobertura	90,37%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 40: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2				Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo		Ancho	total	10000	→	100%
	10	14,6	146	966,2	→	X
	25,7	15	385,5			
	18,9	23	434,7			
					X=	9,66%
				100% - 9,66%		
suma de area			966,2	cobertura	90,34%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 41: Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo % de pasto, parte base de vertiente cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2				Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo		Ancho	total	10000	→		100%
	17,9	21	375,9	939,12	→		X
	18,9	17,8	336,42				
	21	10,8	226,8				
						X=	9,39%
					100% - 9,39%		
suma de area			939,12	cobertura		90,61%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cultivo Pasto (kikuyo) (Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca)

Se tomó muestras de suelo de la parte superior e inferior del perfil A1, porcentaje de cubrimiento del kikuyo (4 muestras de cada sitio cima)

Localización: Cima

Textura: Franco Arenoso

Profundidad de horizonte A1: 0-120 cm

Pendiente: 15%

NOTA: Kikuyo 100%, poca maravilla, poca lengua de vaca, zona plana entre fuertes pendientes a 150 metros del rio Huaca

Cuadro 42: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima primera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo	Ancho	total	10000	→		100%
12	33,2	398,4	3257,1	→		X
15	29	435				
27	22	594				
23,7	41	971,7			X=	32,57%
26	33	858				
				100% - 32,57%		
suma de area		3257,1	cobertura	67,43%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 43: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima segunda muestra áreas descubiertas (sin cobertura de pasto)

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto			
largo	Ancho	total	10000	→		100%
31	32	992	2895,6	→		X
28,9	37	1069,3				
19	27	513			X=	28,95%
17	18,9	321,3				
				100% - 28,95%		
suma de area		2895,6	Cobertura	71,05%		

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 44: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima tercera muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo	Ancho	total	10000	→	100%
25	18,9	472,5	3133,9	→	X
28	14,7	411,6			
36	17,8	640,8			
28	28	784		X=	31,33%
33	25	825			
			100% - 31,33%		
suma de area		3133,9	Cobertura	68,67%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Cuadro 45: Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca % de pasto, parte cima cuarta muestra lugares donde no hay kikuyo

áreas descubiertas cm2/m2			Calculo área cubierta (%) por el pasto		
largo	Ancho	total			
38,4	34	1305,6	10000	→	100%
35	23,7	829,5	2135,1	→	X
				X=	21,35%
			100% - 21,35%		
suma de area		2135,1	Cobertura	78,65%	

Elaborado por Oscar Quintero (2016)

Productividad de pasto interpretado en gráficos:

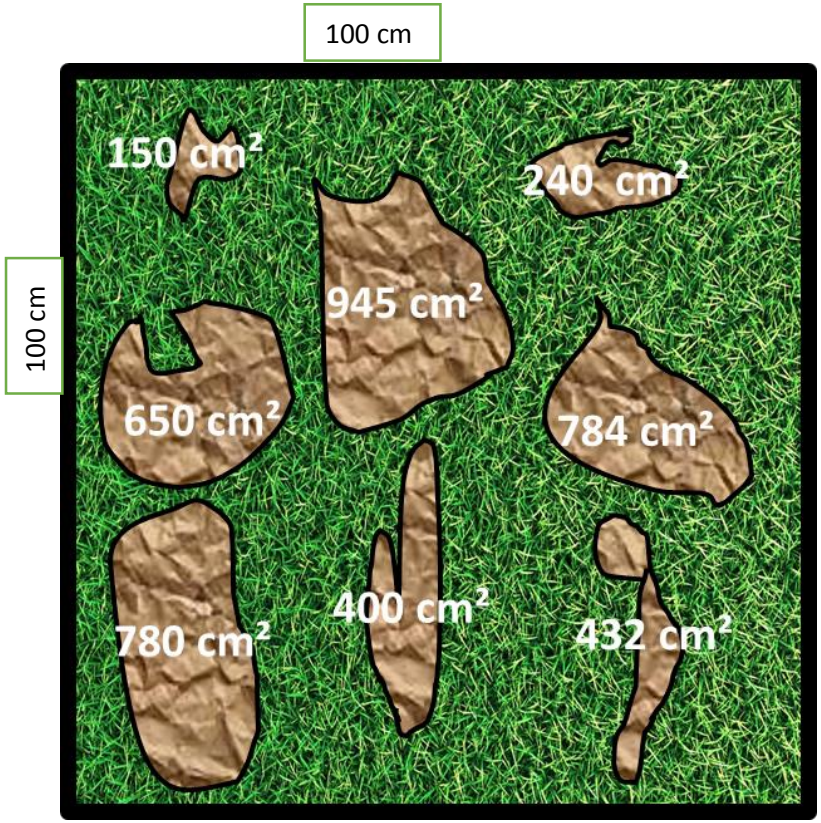
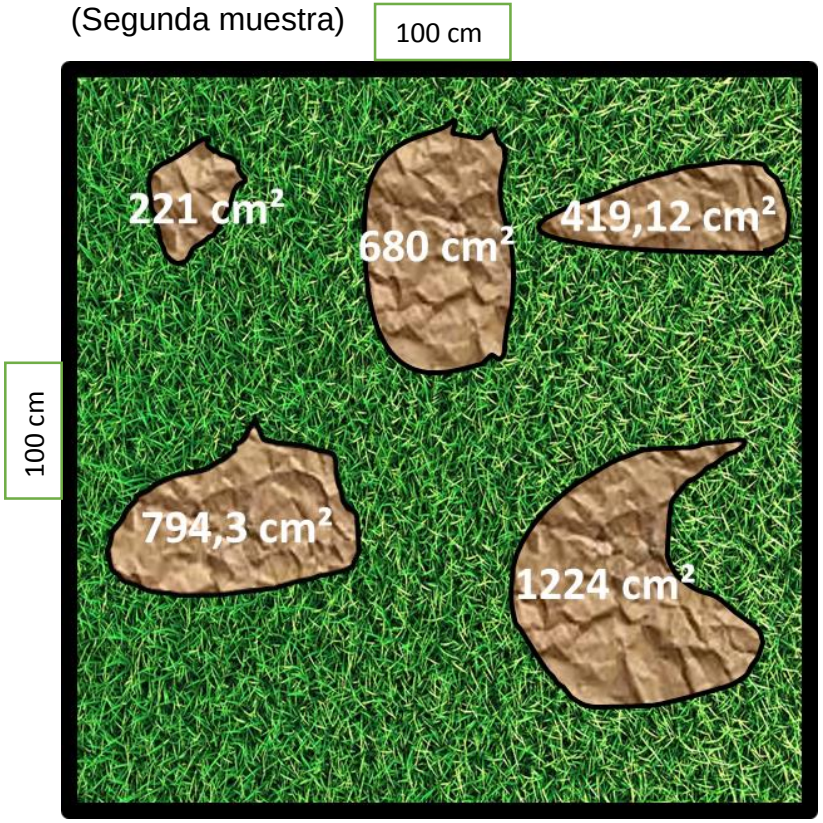


Figura 3: Productividad kikuyo, finca ubicada en Julio Andrade, parte cima (primera muestra)

10000 cm²	→	100%
4381 cm²	→	X
	X=	43,81%
	100% - 43,81%	
productividad	56,19%	

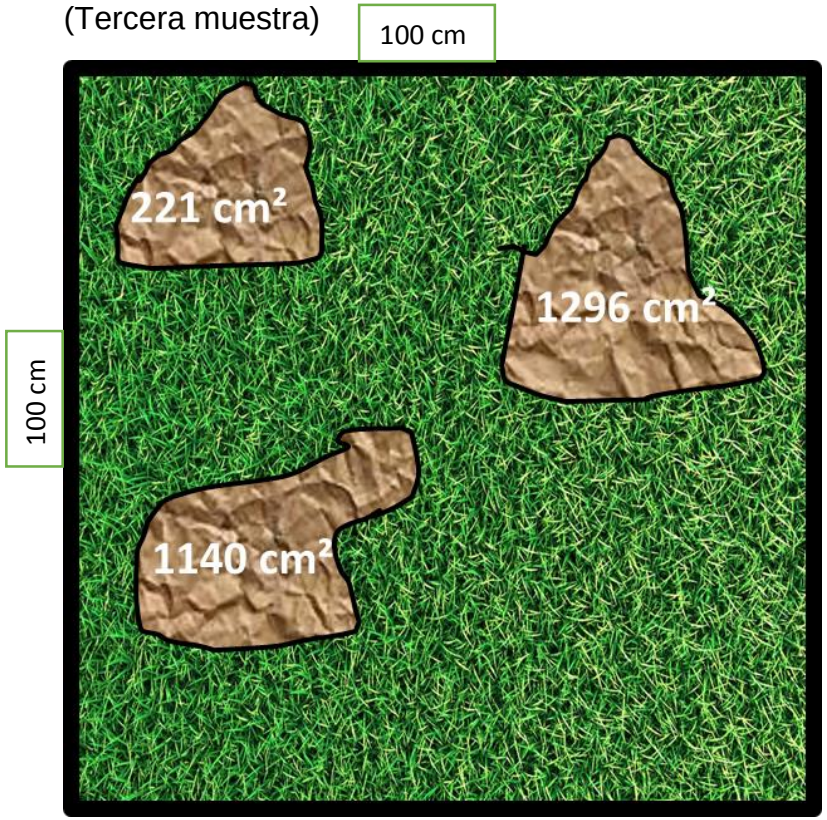
(Segunda muestra)



10000 cm²	→	100%
3338,42 cm²	→	X
	X=	33,38%
	100% -33,38%	
productividad	66,62%	

Figura 4: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Cima (Segunda Muestra)

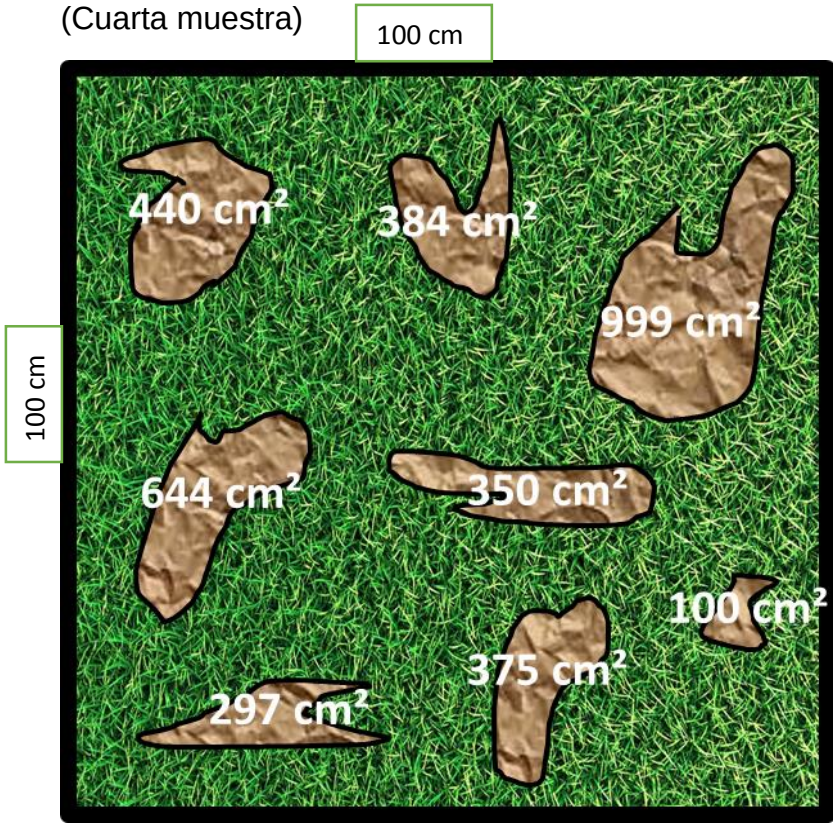
(Tercera muestra)



10000 cm²	→	100%
3131 cm²	→	X
	X=	31,31%
	100% - 31,31%	
productividad	68,69%	

Figura 5: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Cima (Tercera Muestra)

(Cuarta muestra)



10000	→	100%
3589	→	X
	X=	35,89%
	100% - 35,89%	
productividad	64,11%	

Figura 6: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Cima (Cuarta Muestra)

Parte media lugares donde no hay kikuyo, finca ubicada en Julio Andrade

(Primera muestra)

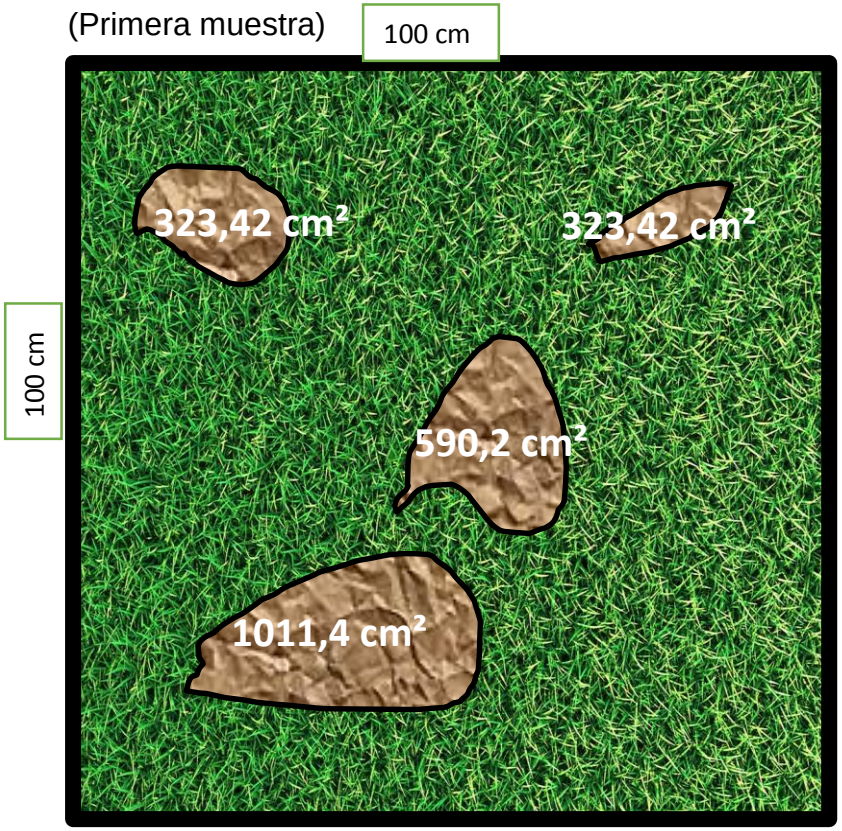


Figura 7: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Media (Primera Muestra)

10000	→	100%
2189,62	→	X
	X=	21,89%
	100% - 21,89%	
productividad	78,11%	

(Segunda muestra)

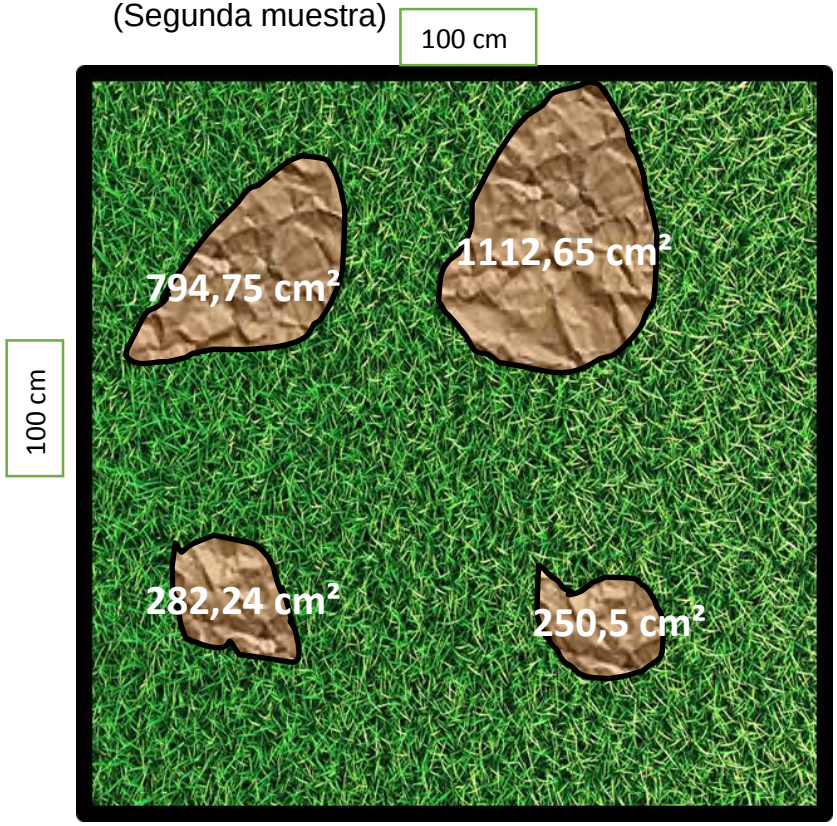


Figura 8: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Media (Segunda Muestra)

10000	→	100%
2440,14	→	X
	X=	24,40%
	100% - 24,40%	
productividad	75,60%	

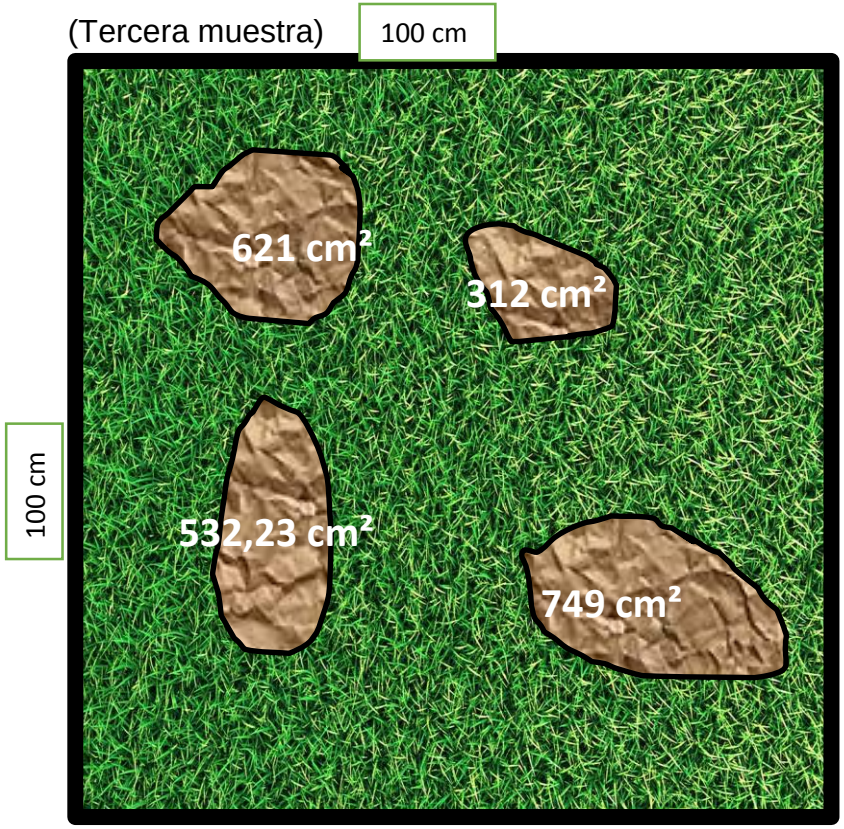


Figura 9: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Media (Tercera Muestra)

10000	→	100%
2214,23	→	X
	X=	22,14%
	100% - 22,14%	
productividad	77,86%	

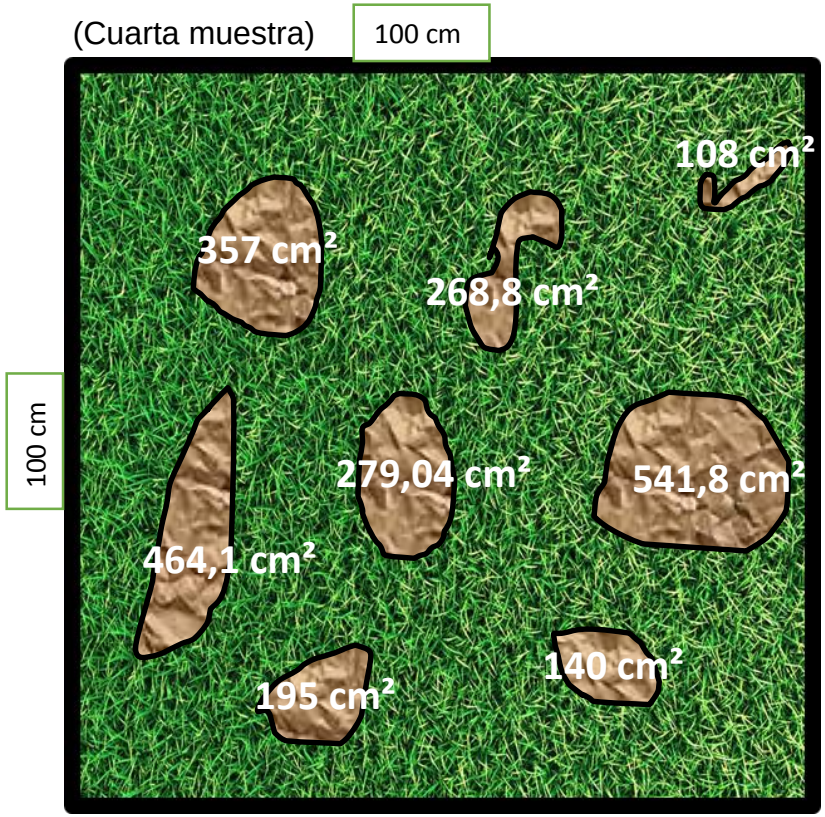


Figura 10: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Media (Cuarta Muestra)

10000	→	100%
2353,74	→	X
	X=	23,53%
	100% - 23,53%	
productividad	76,47%	

Parte base de vertiente lugares donde no hay kikuyo, finca ubicada en Julio Andrade

(Primera muestra)

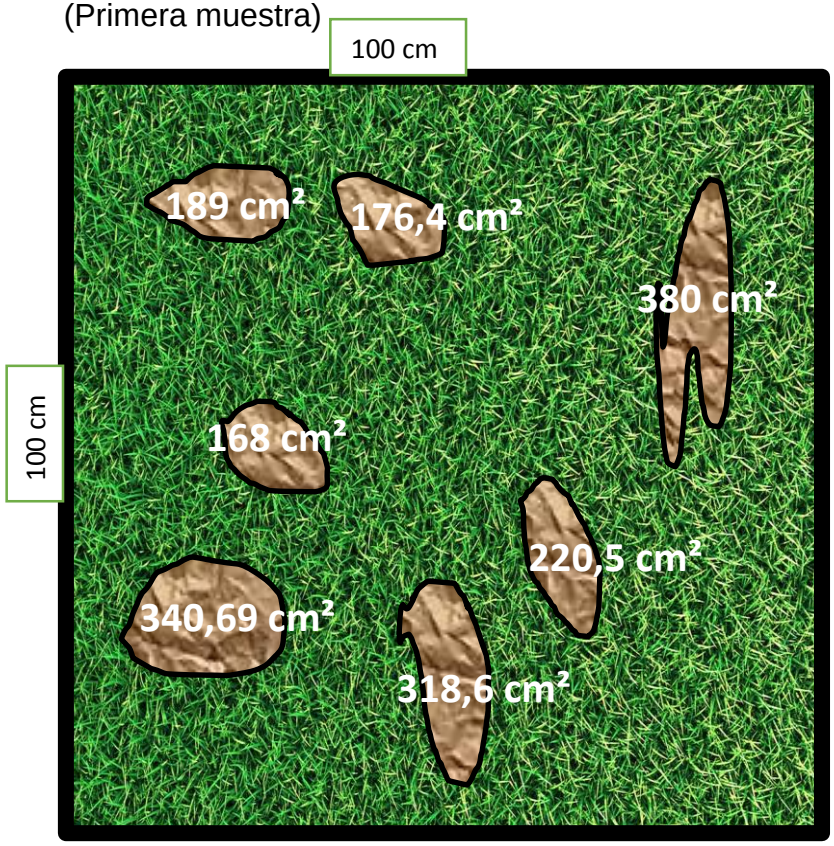


Figura 11: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Base de vertiente (Primera Muestra)

10000	→	100%
1793,19	→	X
	X=	17,93%
	100% - 17,93%	
productividad	82,07%	

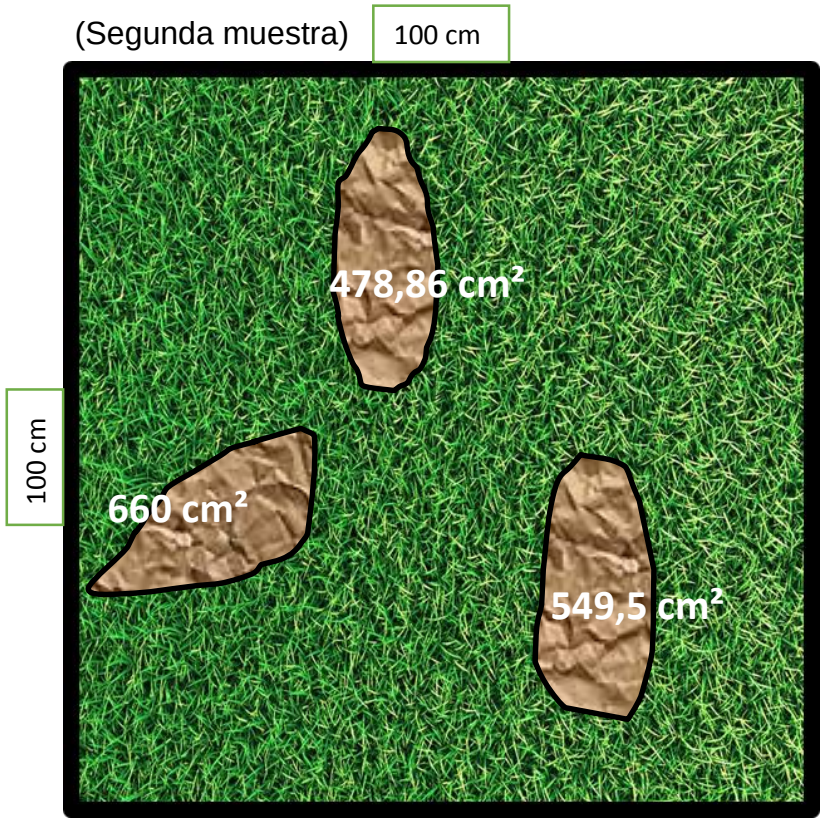


Figura 12: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Base de vertiente (Segunda Muestra)

10000	→	100%
1688,36	→	X
	X=	16,88%
	100% - 16,88%	
productividad	83,12%	

(Tercera muestra)

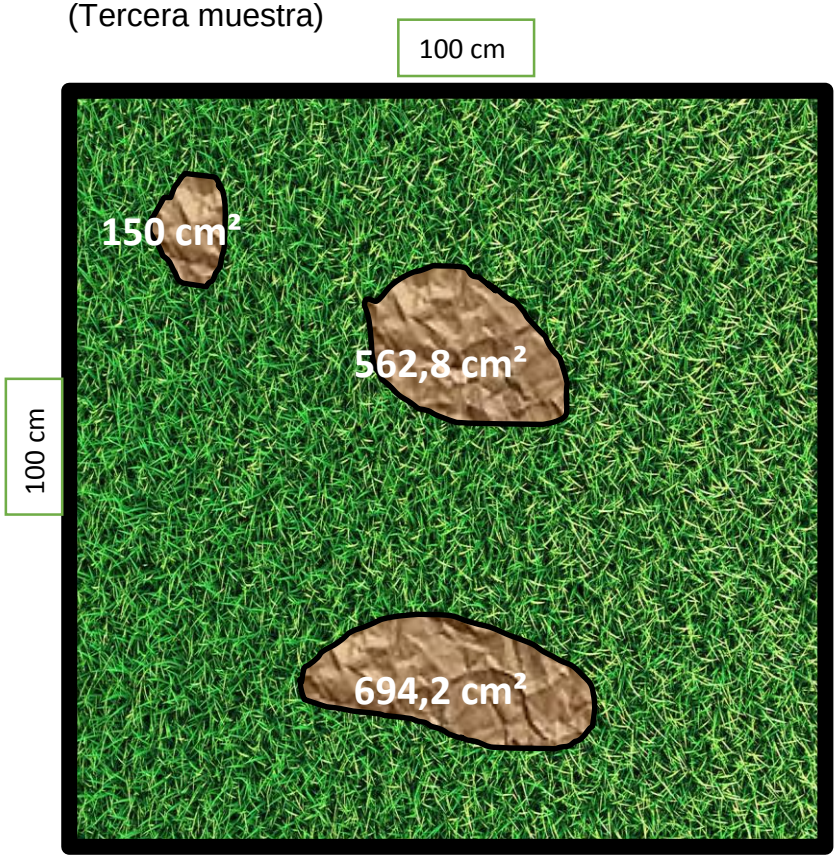


Figura 13: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Base de vertiente (Tercera Muestra)

10000	→	100%
1407	→	X
	X=	14,07%
	100% - 14,07%	
productividad	85,93%	

(Cuarta muestra)

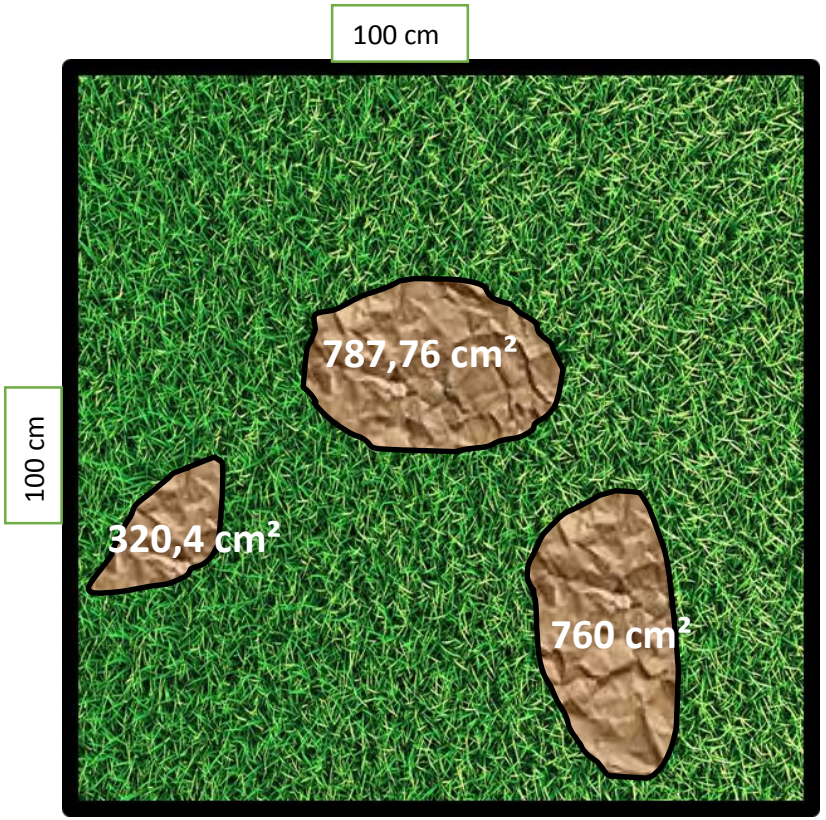


Figura 14: Productividad kikuyo Finca ubicada en Julio Andrade Parte Base de vertiente (Cuarta Muestra)

10000	→	100%
1868,16	→	X
	X=	18,68%
	100% - 18,68%	
productividad	81,32%	

Productivida kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo

parte cima lugares donde no hay kikuyo

(Primera muestra)

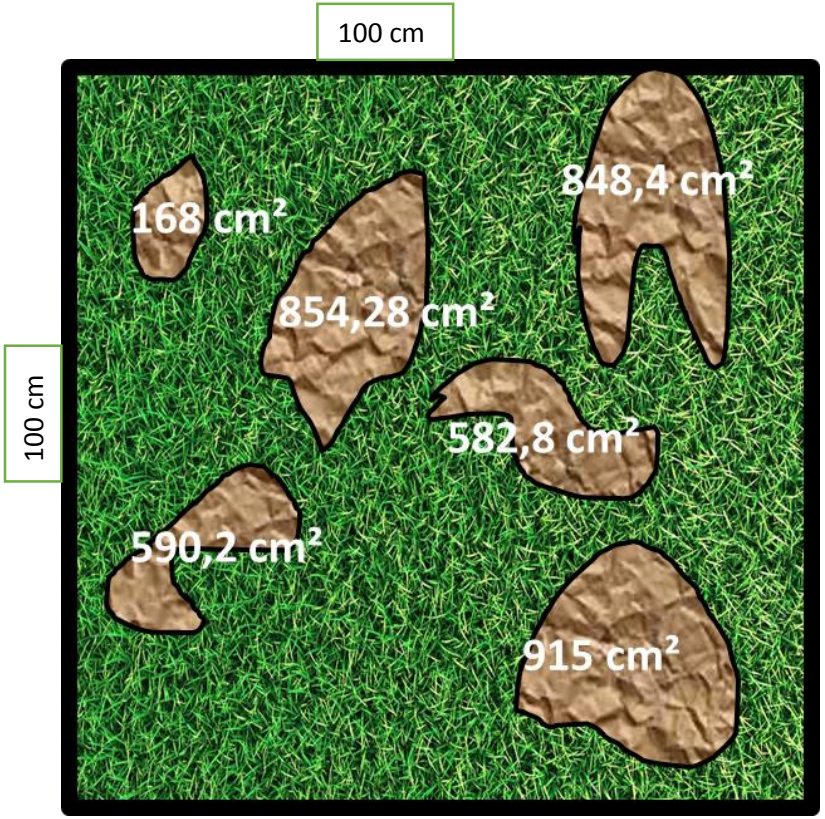


Figura 15: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima (Primera muestra)

10000	→	100%
3958,68	→	X
	X=	39,58%
	100% - 39,58%	
productividad	60,42%	

(Segunda muestra)

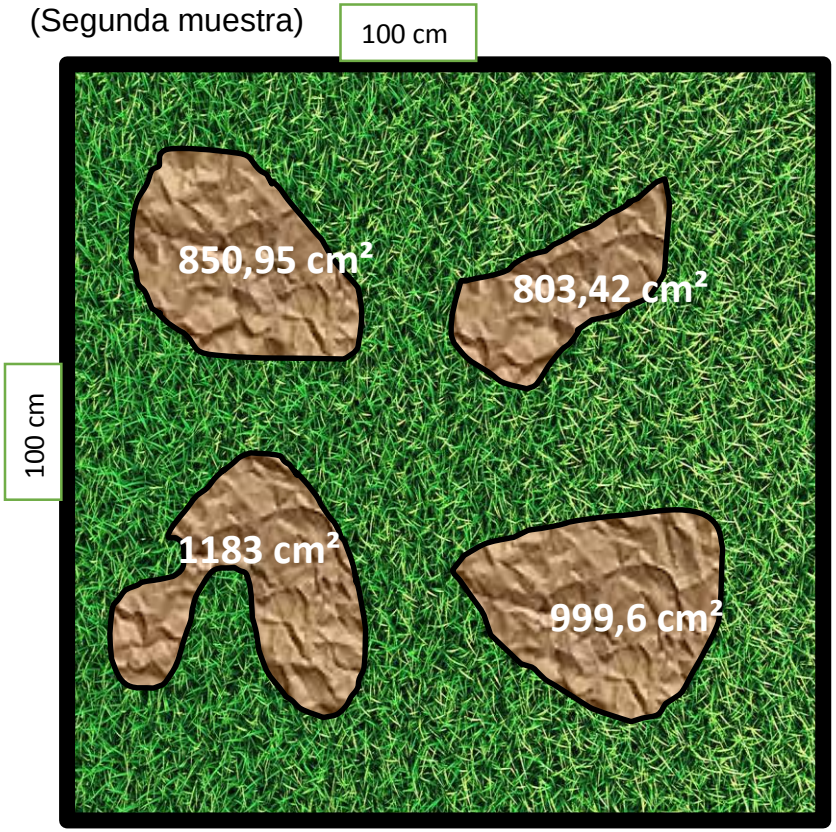


Figura 16: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima (Segunda muestra)

10000	→	100%
3836,97	→	X
	X=	38,36%
	100% - 38,36%	
productividad	61,64%	

(Tercera muestra)

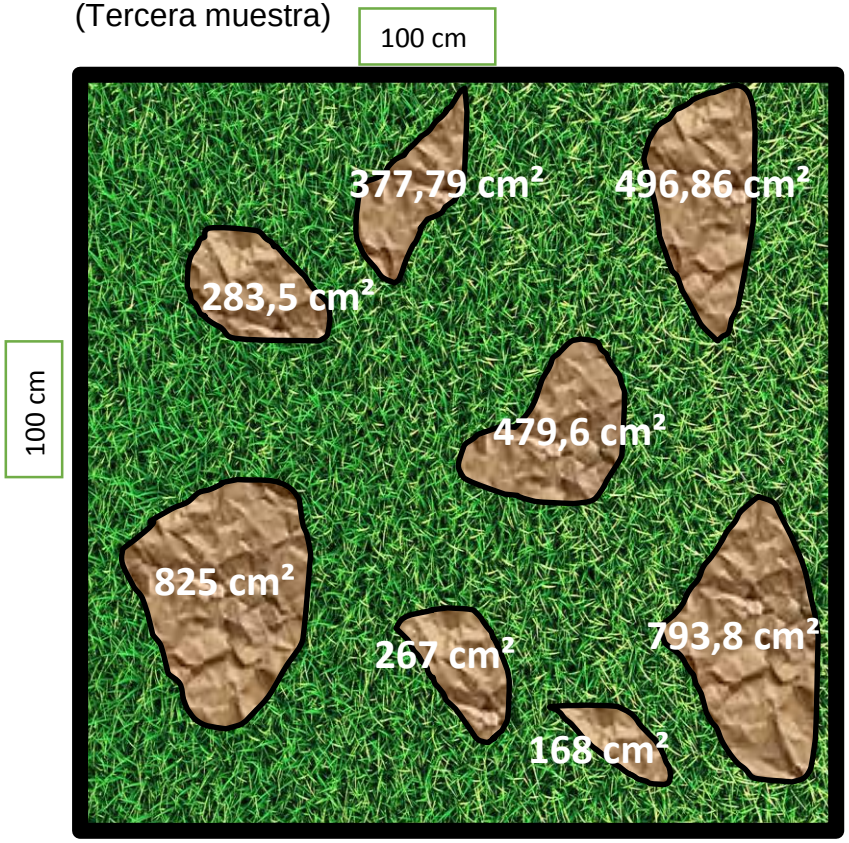


Figura 17: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima (Tercera muestra)

10000	→	100%
3691,55	→	X
	X=	36,91%
	100% - 36,91%	
productividad	63,09%	

(Cuarta muestra)

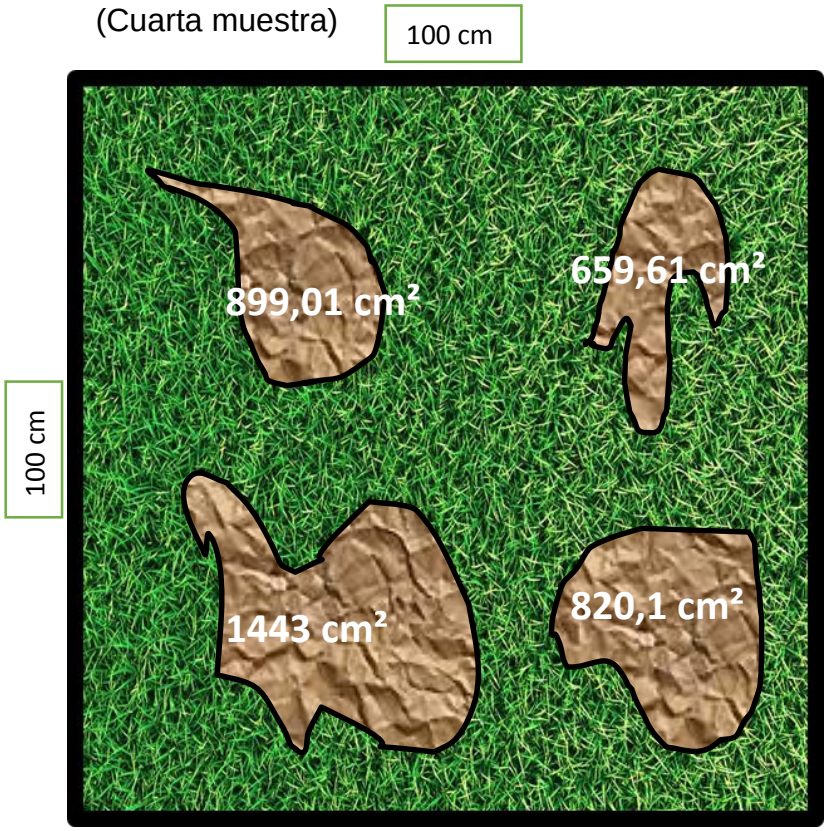


Figura 18: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo parte cima (Cuarta muestra)

10000	→	100%
3821,72	→	X
	X=	38,21%
	100% - 38,21%	
productividad	61,79%	

Parte base de vertiente lugares donde no hay kikuyo, finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo

(Primera muestra)

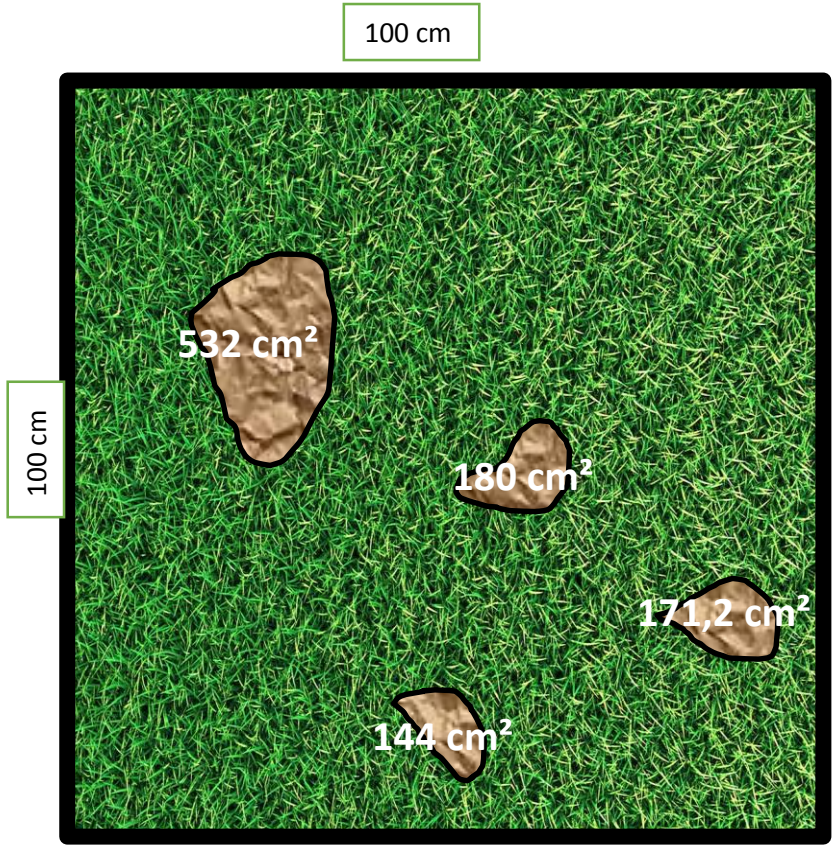


Figura 19: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Parte base de vertiente (Primera muestra)

10000	→	100%
1027,2	→	X
	X=	10,27%
	100% - 10,27%	
productividad	89,73%	

(Segunda muestra)

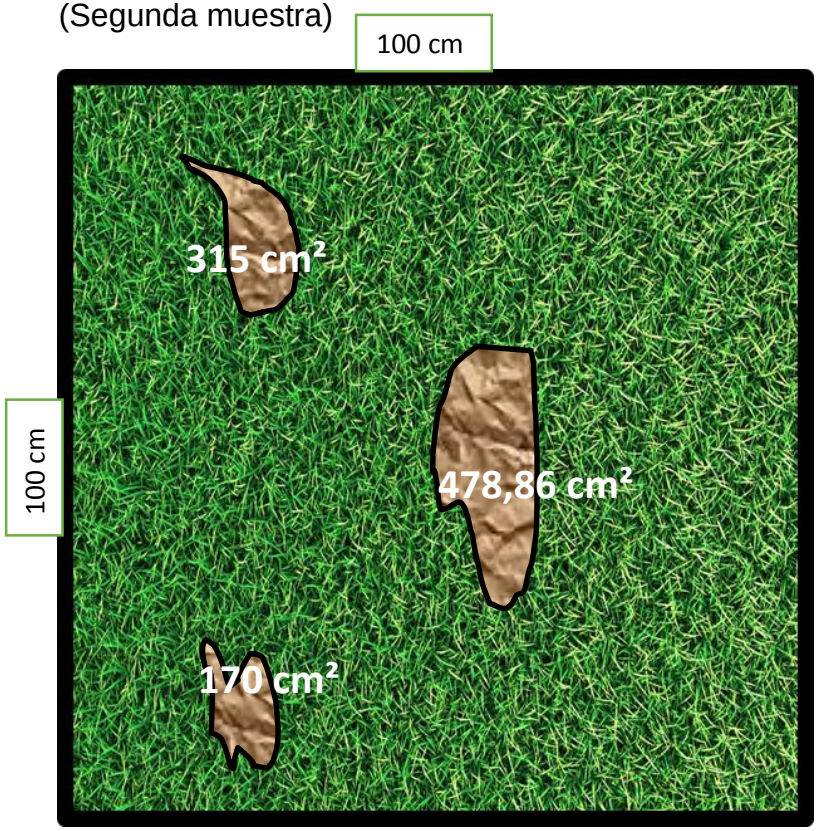


Figura 20: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Parte base de vertiente (Segunda muestra)

10000	→	100%
963,86	→	X
	X=	9,63%
	100% - 9,63%	
productividad	90,37%	

(Tercera muestra)

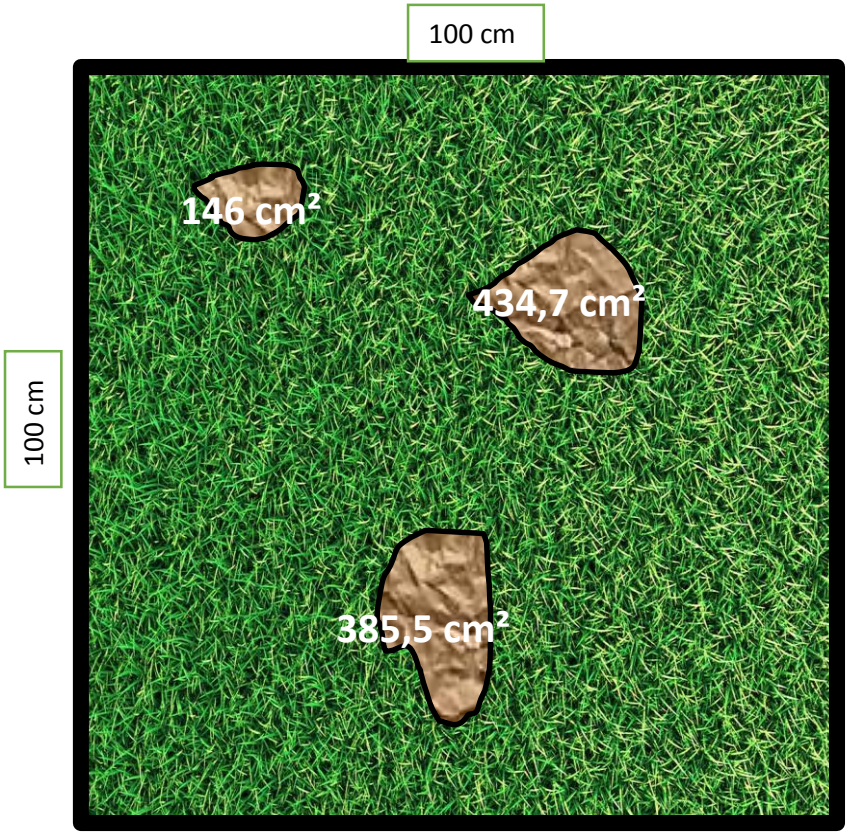


Figura 21: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Parte base de vertiente (Tercera muestra)

10000	→	100%
966,2	→	X
	X=	9,66%
	100% - 9,66%	
productividad	90,34%	

(Cuarta muestra)

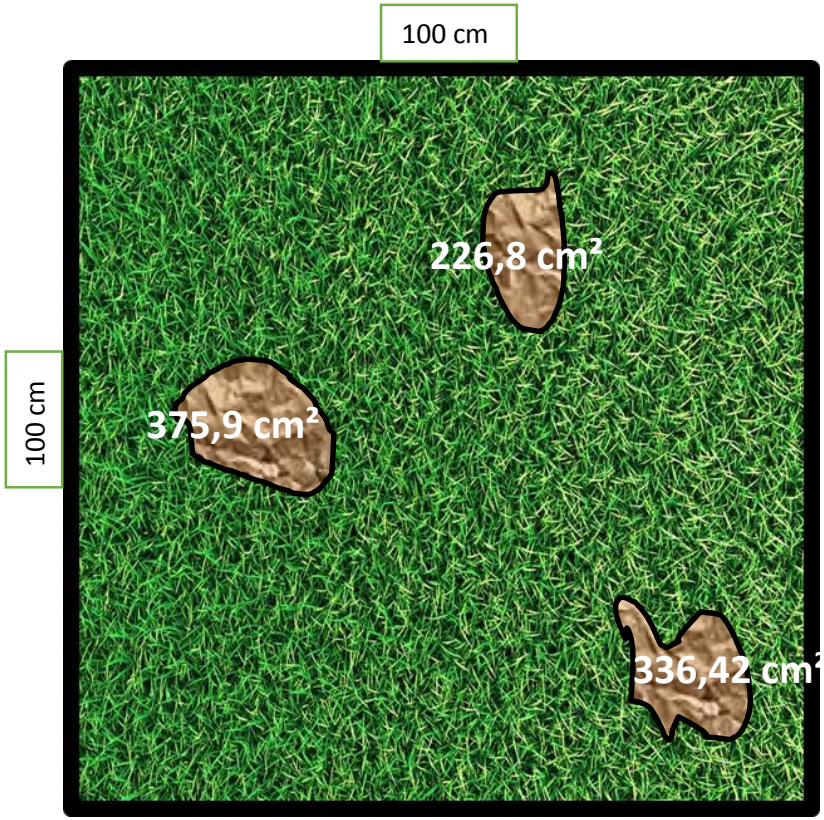


Figura 22: productividad kikuyo Finca Hernán Benavides ubicada en Carmelo Parte base de vertiente (Cuarta muestra)

10000	→	100%
939,12	→	X
	X=	9,39%
	100% - 9,39%	
productividad	90,61%	

Productividad kikuyo Finca Cuenca huaca ubicada en huaca

Parte cima lugares donde no hay kikuyo

(Primera muestra)

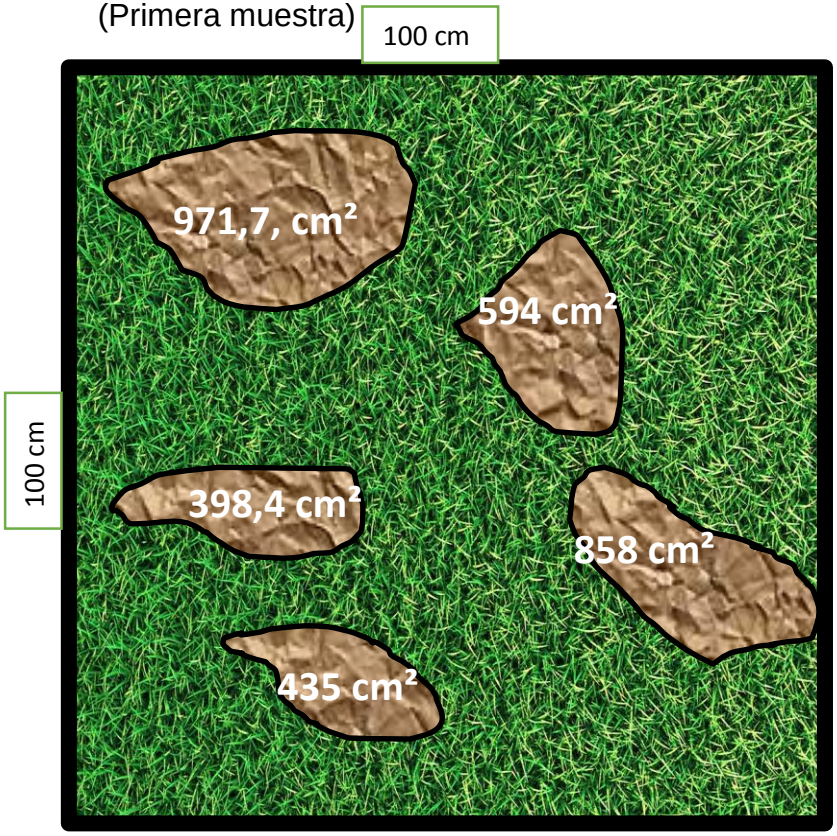


Figura 23: Productividad kikuyo Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca Parte cima (Primera Muestra)

10000	→	100%
3257,1	→	X
	X=	32,57%
	100% - 32,57%	
productividad	67,43%	

(Segunda muestra)

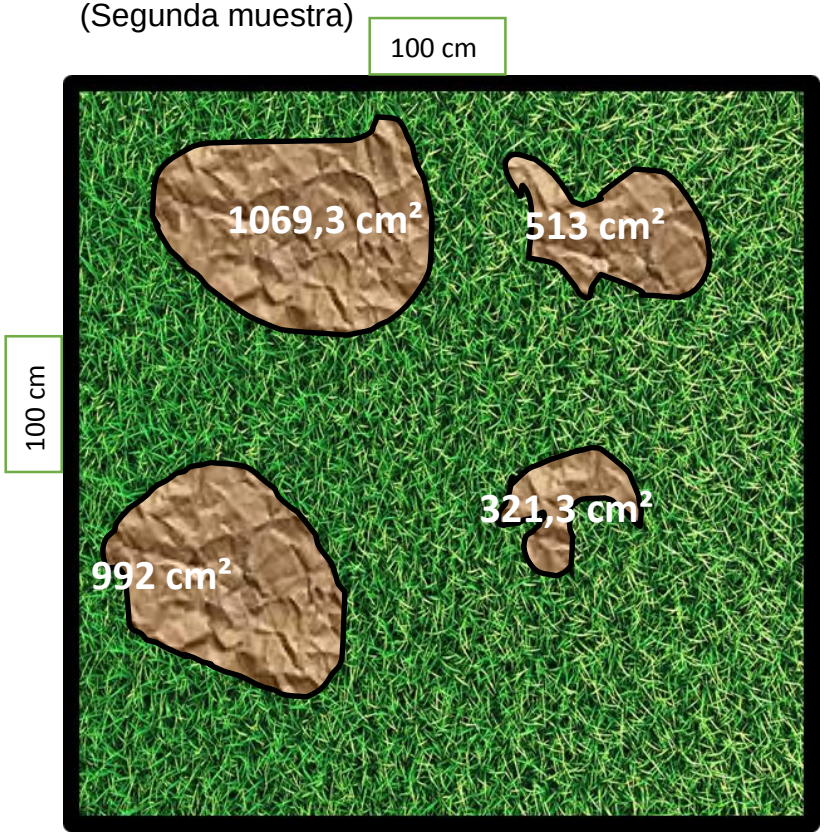


Figura 24: Productividad kikuyo Finca Cuenca Huaca ubicada en huaca Parte cima (Segunda Muestra)

10000	→	100%
2895,6	→	X
	X=	28,95%
	100% - 28,95%	
productividad	71,05%	

(Tercera muestra) 100 cm

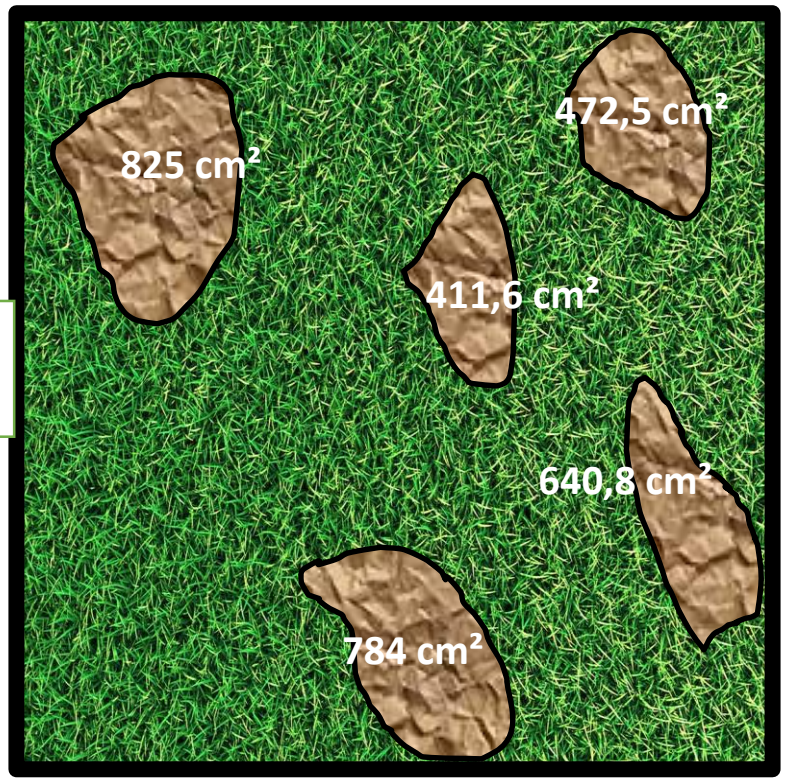


Figura 25: Productividad kikuyo Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca Parte cima (Tercera Muestra)

10000	→	100%
3133,9	→	X
	X=	31,33%
	100% - 31,33%	
productividad	68,67%	

(Cuarta muestra)

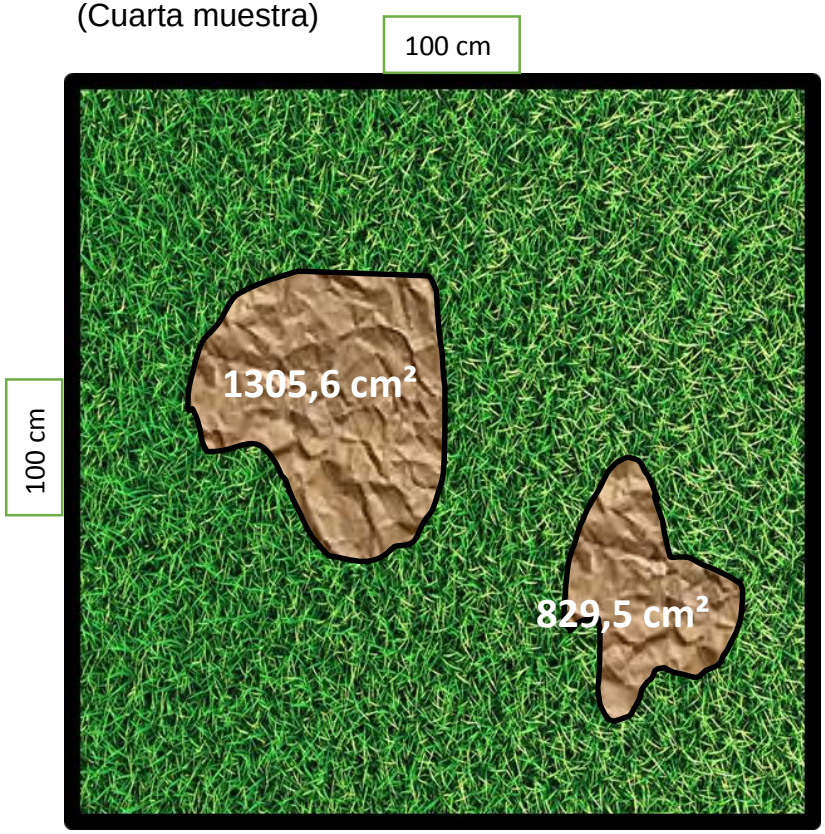


Figura 26: Productividad kikuyo Finca Cuenca Huaca ubicada en Huaca Parte cima (Cuarta Muestra)

10000	→	100%
2135,1	→	X
	X=	21,35%
	100% - 21,35%	
productividad	78,65%	