



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**CARACTERIZACIÓN Y GEO - REFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) H.
Robinson EN LA PROVINCIA DE IMBABURA.**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Andrés Germán Yépez Rivadeneira

DIRECTOR:

Ing. Fernando Caicedo Ph.D

Ibarra, 2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

“CARACTERIZACIÓN Y GEO - REFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) H.
Robinson EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Tesis presentada por el Sr. Andrés Germán Yépez Rivadeneira como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Luego de haber revisado minuciosamente, damos fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.

APROBADA:

Ing. Fernando Caicedo Ph.D

DIRECTOR



Ing. Julia Prado Ph.D.

BIOMETRISTA



Ibarra – Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“CARACTERIZACIÓN Y GEO - REFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS
DE PRODUCCIÓN DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. &
Endl) H. Robinson EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Luis Fernando Caicedo, Ph.D.
DIRECTOR


FIRMA

Ing. María José Romero Astudillo, MBA.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO (1)			
Cédula de identidad:	100282140-1		
Apellidos y nombres:	Yépez Rivadeneira Andrés Germán		
Dirección:	Pedro Montufar 4-25 Pasaje H		
Email:	agyepesz@hotmail.com		
Teléfono fijo:	062 616084	Teléfono móvil:	0989066893

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Caracterización y geo-referenciación de los sistemas de producción de jícama <i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp. & Endl) H. Robinson en la provincia de Imbabura”
Autor (es):	Yépez Rivadeneira Andrés Germán
Fecha:	
Solo para trabajos de grado	
Programa:	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
Título por el que opta:	Ingeniero Agropecuario
Director:	Ing. Fernando Caicedo Ph.D.

2. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Yépez Rivadeneira Andrés Germán, con cédula de identidad Nro. 100282140-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de febrero del 2016

EL AUTOR.

Firma


Yépez Rivadeneira Andrés Germán

C. C. 100282140-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Yepéz Rivadeneira Andrés Germán, con cédula de identidad Nro. 100282140-1 manifesté mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“Caracterización y georeferenciación de los sistemas de producción de jicama *Smilax sonchifolius* (Poepp. & Endl) H. Robinson en la provincia de Imbabura”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autores me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 26 días del mes de febrero del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Andrés Yepéz Rivadeneira', with a date '26/2/16' written below it.

Firma

Yepéz Rivadeneira Andrés Germán

C.C. 100282140-1

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 26 de febrero del 2016

YÉPEZ RIVADENEIRA ANDRÉS GERMÁN. "Caracterización y geo-referenciación de los sistemas de producción de jicama *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) H. Robinson en la provincia de Imbabura" en la provincia de Imbabura"/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agropecuario Universidad Técnica del Norte. Ibarra, febrero del 2016. pp. anexos.

DIRECTOR: Ing. Fernando Caicedo Ph.D

La geo-referenciación y caracterización de los sistemas de producción de jicama *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) H. Robinson en la provincia de Imbabura permitió identificar los lugares óptimos para el desarrollo de esta especie, así como el sistema de cultivo empleado por los agricultores.

Fecha: 26 de febrero del 2016



Ing. Fernando Caicedo Ph.D

Director de tesis



Andrés Yépez

Autor

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Geo-referenciación.....	5
2.1.1. Sistemas de Información Geográfica.....	5
2.1.2. Interpolación espacial	6
2.1.3. Algebra de mapas	6
2.1.4. Georreferenciación en la agricultura	7
2.2. Sistemas de producción	7
2.2.1. Sistemas de producción agropecuarios.....	7
2.2.2. Agricultura familiar o de subsistencia	8
2.2.2.1. La agricultura familiar de subsistencia.....	9
2.2.2.2. La agricultura familiar en transición	9
2.2.2.3. La agricultura familiar consolidada.....	9
2.2.3. Agricultura tradicional.....	9
2.2.4. Agricultura convencional	10
2.2.5. Agricultura orgánica	10
2.3. Caracterización de los sistemas de producción.....	11
2.3.1. Factores abióticos en los sistemas de producción	11
2.3.2. Sistemas de producción mecanizados en Ecuador	12
2.4. La jícama (<i>Smallanthus sonchifolius</i> [POEPP. & ENDL] H. ROBINSON)	13
2.4.1. Clasificación taxonómica	13
2.4.2. Etimología de la palabra yacón:	14
2.4.3. Características botánicas.....	14
2.4.3.1. La planta.....	14
2.4.3.2. Raíz.....	15
2.4.3.3. Hojas.....	15
2.4.3.4. Tallo	15
2.4.3.5. Inflorescencia	15
2.4.3.6. Fruto	16

2.4.4.	Sistema de producción del cultivo de jícama	17
2.4.4.1.	Siembra.....	17
2.4.4.2.	Propagación.....	17
2.4.4.3.	Control de malezas	18
2.4.4.4.	Aporque.....	18
2.4.4.5.	Fertilización.....	18
2.4.4.6.	Plagas y enfermedades	19
2.4.4.7.	Cosecha de raíces	19
2.4.4.8.	Cosecha de hojas	19
2.4.5.	Rendimiento	19
2.4.5.1.	Rendimiento de raíces	20
2.4.5.2.	Rendimiento de hojas	20
2.4.6.	Condiciones edafoclimáticas	20
2.4.6.1.	Altitud.....	20
2.4.6.2.	Temperatura	20
2.4.6.3.	Precipitación.....	21
2.4.6.4.	Suelo.....	21
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		23
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	23
3.1.1.	Datos generales.....	23
3.2.	Materiales y equipos	27
3.2.1.	Materiales para la geo-referenciación.....	27
3.2.2.	Materiales para la caracterización técnica económica.....	27
3.2.3.	Equipos para la geo-referenciación	27
3.2.4.	Equipos para la caracterización técnica económica	27
3.3.	Métodos	28
3.3.1.	Geo-referenciación de los lugares de producción de jícama (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) en la provincia de Imbabura.....	28
3.3.2.	Análisis de los sistemas de producción en la provincia de Imbabura.	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		33
4.1.	Geo-referenciación de los lugares de producción de jícama en la provincia de Imbabura.....	33
4.2.	Caracterización técnica del cultivo de jícama.....	47
4.3.	Caracterización económica del cultivo de jícama.....	53
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		59

5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones	60
REFERENCIAS	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Niveles de mecanización en los sistemas de producción agropecuarios	12
Cuadro 2. Sistema de producción de jícama según el nivel de mecanización.....	13
Cuadro 3. Cuestionario para el levantamiento de información de los sistemas de producción de jícama [Smallanthus sochifolius (PEOPP & ENDL) H: ROBINSON].....	30
Cuadro 4. Características edafoclimáticas de las comunidades de Imbabura donde se cultiva la jícama.....	42
Cuadro 5. Análisis de correlación. Variables rendimiento vs condiciones climáticas. Imbabura, 2014.....	46
Cuadro 6. Análisis técnico del cultivo de Jícama en las comunidades de la provincia de Imbabura, 2013.....	49
Cuadro 7. Diferentes sistemas de producción de Jícama.....	52
Cuadro 8. Análisis económico del cultivo de jícama en las comunidades. Imbabura, 2014.	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Planta de jícama.....	16
Ilustración 2. Ubicación de la Provincia de Imbabura	26
Ilustración 3. Ubicación altitudinal del cultivo de Jícama.	34
Ilustración 4. Temperatura en las zonas de producción de Jícama.	36
Ilustración 5. Precipitación en las zonas de producción del cultivo de jícama.	38
Ilustración 6. Textura de suelos en las zonas de producción de jícama.	40
Ilustración 7 Zonas aptas para el cultivo de jícama en la provincia de Imbabura.....	45
Ilustración 8. Costo de producción por hectárea en la provincia de Imbabura, 2013.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis técnico del sistema de producción de Jícama. Imbabura, 2013	51
Gráfico 2. Análisis económico del sistema de producción de Jícama. Imbabura, 2013.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para el levantamiento de información de los sistemas de producción de jícama [<i>Smallanthus sochifolius</i> (PEOPP & ENDL) H: ROBINSON]. Imbabura, 2014.	68
Anexo 2. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Agualongo de Quichinche	69
Anexo 3. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Alambuela	69
Anexo 4. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Angla.....	69
Anexo 5. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Caramelo	70
Anexo 6. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad El Cercado.....	70
Anexo 7. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Angla.....	70
Anexo 8. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Comuendo	71
Anexo 9. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Espejo.....	71
Anexo 10. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Condor Loma	71
Anexo 11. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San José de Quichinche	72
Anexo 12. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Gualavi.....	72
Anexo 13. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Guanansi	72
Anexo 14. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Ibarra	73
Anexo 15. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Iluman	73
Anexo 16. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Imantag	73
Anexo 17. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Irugincho	74
Anexo 18. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Jatun Rumi	74
Anexo 19. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad La Portada	74
Anexo 20. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Los Ovalos	75
Anexo 21. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Manzano.....	75
Anexo 22. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Morlan.....	75
Anexo 23. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Morochos	76
Anexo 24. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Natabuela	76
Anexo 25. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Peñaherrera	76
Anexo 26. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Perafan	77

Anexo 27. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Peribuela	77
Anexo 28. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pijal	77
Anexo 29. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pinsaqui Norte....	78
Anexo 30. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pisangacho	78
Anexo 31. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Quinchuqui.....	78
Anexo 32. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Francisco de Manzano	79
Anexo 33. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San José de la Bolsa	79
Anexo 34. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Pablo Compania Baja.....	79
Anexo 35. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Rafael	79
Anexo 36. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Antonio de Pucara	80
Anexo 37. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Yuyucocha	80
Anexo 38. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Luis de Agualongo	80
Anexo 39. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Santa Clara de Quichinche.....	81
Anexo 40. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Tocagon.....	81
Anexo 41. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Tunibamba	81
Anexo 42. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Eugenio Espejo ..	82

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar y geo-referenciar los sistemas de producción de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en la provincia de Imbabura, Ecuador. Los datos se obtuvieron en 42 comunidades de la provincia. En cada punto geo-referenciado se incluyó información técnica y económica del sistema de producción actual de la jícama, datos interpretados mediante interpolación geoestadística utilizando el método Inverse Distance Weighted (IDW), que se adapta a los datos obtenidos en campo, favorable para los puntos muy espaciados (QGIS, 2015). El análisis sobre el sistema actual de cultivo de jícama en la provincia se realizó mediante estadística descriptiva recolectando datos que permitieron establecer las condiciones que conlleva a manejar este sistema de producción. Los resultados indican que la mayor cantidad del cultivo de jícama se encuentra concentrado en el cantón Otavalo (52 %). El cultivo de la jícama se desarrolla mejor a una altitud entre 2601 - 2900 msnm, temperatura promedio de 12 – 16 °C, precipitación de 1000 - 1250 mm/año y en zonas con suelos franco arenosos. El sistema predominante de producción de la jícama en la zona de estudio corresponde a la agricultura familiar de autoconsumo. El rendimiento promedio de la raíces tuberosas es de 5 kg/planta (60 Ton/ha). El costo promedio estimado de la producción por hectárea en la provincia de Imbabura, de acuerdo al sistema de producción encontrado es de 8832,24 USD. Los resultados obtenidos podrían ser de gran utilidad para expansión del cultivo de la jícama en la provincia de Imbabura o en otras ecoregiones de Ecuador.

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize and determine where the production of *jicama* (*Smallanthus sonchifolius*) is located within the province of Imbabura, Ecuador. The data was obtained from 42 communities inside the province. In each reference point, technical and economic information was included in the current production system of *jicama*, which was interpreted by a geo-statistical interpolation method using the Inverse Distance Weighted (IDW) approach, which adapts to the data obtained in the field, widely favorable for very distant points (QGIS, 2015). The analysis of the current growing system of *jicama* in the province was performed by using descriptive statistics for gathering data that allowed to establish the conditions involved in this production system. The results indicate that most of *jicama* cultivation is concentrated in Otavalo – a small city in the south of the province - (52%). *Jicama* growing goes best at an altitude between 2601 - 2900 meters, average temperature of 12-16 °C, precipitation of 1000-1250 mm/year, and in areas with sandy loam soils. The predominant production system of *jicama* in the area of this study corresponds to family subsistence agriculture. The average yield of tuberous roots is 5 kg / plant (60 t / ha). The average yield per hectare found in the province of Imbabura according to the production system is \$ 8,832.24.

The results could be useful for the expansion of growing *jicama* in the province of Imbabura or other eco-regions in Ecuador.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país netamente agrícola. Los sistemas de producción desempeñan un rol preponderante en la economía, sin embargo, existe limitada información relacionada con las características de los sistemas de producción de cultivos, particularmente en el aspecto técnico económico.

Entre los cultivos autóctonos de la zona tropical de altura, comprendida entre Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, se destaca la jícama, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl) H. Robinson, que es un cultivo andino poco aprovechado, crece en forma silvestre o se cultiva por su raíz tuberosa de sabor dulce, con alto contenido de fructooligosacáridos. En Ecuador se encuentra distribuido en las provincias del sur Loja, Azuay y Cañar, también en la zona central, en las provincias de Bolívar y Chimborazo, y en la parte norte del país en las provincias de Pichincha y Carchi, incluyendo la provincia de Imbabura, en donde se consume como fruta fresca (Rea 1992; Tapia *et al.*, 1996; Meza, 2001)

La provincia Imbabura, ubicada en el norte del país, tiene una superficie de 4353 km², con un clima variado, que va desde cálido seco y muy seco en la hoya del Chota, sub temperado en Ibarra, frío en el páramo, hasta templado subtropical en las estribaciones del oeste y noroeste de la provincia. El número de habitantes es de 398244 (INEC, 2010) y, en cuanto a la estructura administrativa, tiene 41 parroquias entre urbanas y rurales.

En el sector rural de la provincia de Imbabura, los campesinos tienen un tipo de agricultura tradicional, caracterizada por los productos que cosechan venden en los mercados locales y una parte de su producción la destinan para el autoconsumo. Entre los productos que cultivan se encuentra la jícama o yacón, pero es un producto de carácter marginal, poco aprovechado a pesar de tener buenas cualidades para la salud humana y que podría emplearse como planta medicinal o prebiótico.

La jícama pertenece a la familia *Asteraceae*, produce raíces tuberosas, que es la parte con mayor importancia económica del cultivo. Es un cultivo perenne, pero en los sistemas de producción es anual. El rendimiento de raíces tuberosas oscila entre 10 y 100 Ton/ha por

hectárea (Seminario *et al.*, 2003). Se ha encontrado también que la parte aérea puede utilizarse como forraje para alimentación animal (Fernández, 2005), ya que sus hojas tienen un contenido elevado de proteína (hasta 17%) (FAO, 1992).

No existen estudios que determinen con exactitud los lugares de cultivo y el sistema de producción de jícama en la provincia Imbabura. Por este motivo el objetivo fundamental del presente estudio es realizar una geo-referenciación de los lugares de cultivo y un análisis sobre el sistema actual de cultivo de la jícama en la provincia Imbabura. Los resultados obtenidos pueden ser empleados para alcanzar una mejor conservación del germoplasma de la jícama e innovar un sistema de producción sostenible.

Pregunta Directriz

I. ¿Existen sistemas de producciones agrícolas caracterizadas y geo-referenciados en la provincia de Imbabura?

1.1. OBJETIVOS

En relación a la pregunta directriz, se plantearon los objetivos generales y específicos para la presente investigación.

1.1.1. Objetivo general

Caracterizar y geo-referenciar los sistemas de producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en la provincia Imbabura.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Geo-referenciar los lugares de producción del cultivo de jícama.
- ✓ Caracterizar desde el punto de vista técnico el sistema actual de producción de la jícama en la provincia Imbabura.
- ✓ Caracterizar desde el punto de vista económico el sistema actual de producción de la jícama en la provincia Imbabura.

CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Geo-referenciación

La geo-referenciación es la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos o terrestres; naturales o culturales) mediante coordenadas referidas a un único sistema mundial (Huerta, 2005). Según Dávila y Camacho (2012) la geo-referenciación es un proceso que permite fijar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas y un datum determinado, Araque (2012) menciona, la localización de un objeto está representada mediante puntos, líneas o polígonos. De la misma manera indica que para la georreferenciación se debe localizar un punto, asignarle un valor y registrar los datos que acompañan al punto geo-referenciado.

2.1.1. Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) funciona como una base de datos alfanuméricos que se encuentra asociado con un indicador común a los objetos gráficos de un mapa digital, los datos de un SIG constan de dos componentes, uno espacial y otro temático (Araque, 2012). Los SIG procesan información de eventos o entidades geoespaciales con el propósito de generar información nueva, mediante operaciones de manipulación y análisis que ayude a la toma de decisiones (Vílchez, 2000).

A la hora de procesar datos en los Sistemas de Información Geográfica, estos pueden ser almacenados en formato raster o formato vectorial. El formato vectorial utiliza como elementos primitivos puntos, líneas y polígonos para representar los rasgos en la superficie terrestre con alta precisión. La representación raster se basa en la unidad de celda o pixel y se utiliza para la teledetección (Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial, 2011)

2.1.2. Interpolación espacial

El análisis de datos espaciales en SIG, requieren de métodos estadísticos de regresión múltiple combinados con técnicas de interpolación espacial. El modelo de interpolación espacial permite obtener valores más próximos a los reales en cada punto. Este proceso se consigue por diferencia entre el valor medido y el valor calculado en cada punto de la muestra (Pesquer *et al.*, 2007). Existen varios metodos de interpolación espacial, entre los que se destacan: el método Inverse Distance Weighted (IDW) y el método Spline (Mitasova y Mitas 1993), los métodos Tren Surface, Moving Average y el método Kriging (Racca, 1982; Moreno, 2007; Ayuga, 2008).

El método IDW depende de un parámetro (el exponente que indica la mayor o menor dependencia con la distancia entre punto problema y los datos), y presenta una estabilidad en los resultados que nunca generaran valores fuera de rango de los datos originales (Pesquer *et al.*, 2007). Este método proporciona mayor importancia a los valores más cercanos a un punto, tiene menor complejidad y rapidez en el cálculo. Utiliza un algoritmo simple basado en distancias (Johnston *et al.*, 2001). El uso de este método ha sido empleado en la representación de variables con continuidad espacial, como las isócronas, mapas de pendientes, estimación de población de colonias de pingüinos (Canto, 1998; Siabato y Yudego, 2004).

En el método IDW los puntos de muestreo se ponderan durante la interpolación de tal manera que la influencia de un punto en relación con otros disminuye con la distancia desde el punto desconocido que desea crear (QGIS, 2015). Este método es favorable cuando se trata de puntos muy espaciados. También tiene algunas desventajas: la calidad del resultado de la interpolación puede disminuir, si la distribución de puntos de datos de la muestra es desigual. Por otra parte, los valores máximos y mínimos en la superficie interpolada sólo pueden ocurrir en los puntos de datos de la muestra. Esto a menudo resulta en pequeños picos y pozos alrededor de los puntos de datos de la muestra (QGIS, 2015).

2.1.3. Algebra de mapas

El álgebra de mapas es un conjunto amplio de operadores que se ejecutan sobre una o varias capas raster de entrada para producir capas raster de salida. Los operadores son algoritmos que realizan una misma operación en las celdillas de una capa raster y se clasifican en

función de las celdillas implicadas en el cálculo. El uso del álgebra de mapas ayuda con la presentación y consulta de datos, así como también al análisis, modelización de procesos y toma de decisiones en la resolución de problemas espaciales (Sarria, 2006).

El álgebra de mapas puede proporcionar instrumentos para realizar operaciones, declaraciones y funciones locales, zonales, globales y de aplicación. Las operaciones lógicas pueden ser igual (=), mayor que (>), menor que (<), distinto a (<>) y para realizar este tipo de operaciones se debe pulsar en la extensión Spatial Analyst y elegir la opción Raster Calculator (Vila y Varga, 2008).

2.1.4. Georreferenciación en la agricultura

Los Sistemas de Información Geográfica SIG permiten la construcción de un sistema básico de gestión de información agrícola, de una manera visual, usando mapas digitales de parcelas (Araque, 2012). De la misma manera la georreferenciación ayuda a la gestión de lotes por medio del uso de nuevas tecnologías como son: los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), monitores de rendimiento de cultivo, imágenes satelitales, SIG, que son incorporados al campo, basados en la variabilidad espacial y en factores que controlan los rendimientos de cultivos (Ariel y Campanella, 2009).

2.2. Sistemas de producción

Los sistemas de producción son conjuntos de entidades que se relacionan íntimamente entre sí y mantienen al sistema directa o indirectamente unido de modo que se encuentre de una forma estable (Vidal, 2015; Arnold y Osorio, 1998).

En el medio rural los sistemas de producción corresponden a tres niveles de organización: sistema agrario, sistema de producción, sistema de parcela (Apollin y Eberhart, 1999).

2.2.1. Sistemas de producción agropecuarios

Los campesinos del mundo a lo largo de los años han generado una serie de estrategias productivas encaminadas a la reproducción de los sistemas tradicionales de manejo de los recursos naturales, bajo una visión de manutención del ecosistema natural buscando la

armonía con el entorno social y tecnológico. Los sistemas tradicionales de producción de alimentos en la zona de los Andes desde tiempos pre incaicos constituyen la base tecnológica que se ha ido desarrollando gracias al proceso de experimentación y de comprobación continua en el quehacer cotidiano del campesino que con el pasar del tiempo va generando nuevos conocimientos y experiencias a través de la vivencia (Tapia, 2002).

La producción agraria no se realiza de la misma forma, ni hoy, ni en el pasado; ya que hay una multitud de sistemas de producción, con diferentes prácticas tradicionales. Estas prácticas combinadas con las condiciones climatológicas hacen que se puedan distinguir diferentes modelos de producción agraria y desarrollo en el medio rural (Anónimo, 2013). Las diferentes formas de producción agrícola implican la disposición de recursos, tamaño, características, ubicación, cantidad, calidad, incluso el tipo de tenencia sobre ellos. Asimismo, el tipo de prácticas que se realizan para controlar plagas y enfermedades, para incrementar la productividad para eliminar malezas (Álvarez *et al.*, 2013).

Los sistemas de producción conocidos son: agricultura familiar o agricultura de subsistencia, agricultura tradicional, agricultura convencional y agricultura ecológica u orgánica.

2.2.2. Agricultura familiar

La agricultura familiar es la que tiene como uso prioritario la fuerza de trabajo familiar, con acceso limitado a recursos de tierra y capital (Comunidad Andina, 2011). Esta producción campesina es de autoconsumo y se denomina también de subsistencia (Valdés, s/f; Rodrigues, 2005). Por su parte Márquez (2000) menciona que la agricultura de subsistencia tiene un bajo grado de comercialización, que se limita al intercambio entre vecinos o mercados locales; la producción que se orienta en dos direcciones: para alimento humano y para alimento de animales; y las técnicas de producción empleadas son rudimentarias. Respecto del tamaño, Ospina (1995) manifiesta que las pequeñas áreas que ocupa el huerto no supera la hectárea, sin embargo, predomina la diversidad de especies agrícolas.

Un informe de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Banco Interamericano de Desarrollo (FAO/BID, 2007), identifica tres categorías de agricultura familiar:

2.2.2.1. La agricultura familiar de subsistencia

Caracterizada por estar en condición de inseguridad alimentaria, tienen una limitada disponibilidad de tierra, sin acceso al crédito e ingresos insuficientes. Habitualmente están ubicadas en ecosistemas frágiles de áreas tropicales y alta montaña; y forman parte de la extrema pobreza rural.

2.2.2.2. La agricultura familiar en transición

Este sistema de producción emplea técnicas para conservar sus recursos naturales, así mismo cuenta con mayores recursos agropecuarios y, por lo tanto, con mayor potencial productivo para el autoconsumo y la venta. Si bien la producción es suficiente para las necesidades familiares, no alcanzan para generar excedentes para ampliar su unidad productiva, de la misma forma su acceso al crédito y mercado es aún limitado.

2.2.2.3. La agricultura familiar consolidada

Se caracteriza por disponer de un mayor potencial de recursos agropecuarios permitiendo generar excedentes para la capitalización y ampliación de su unidad productiva. Está integrada al sector comercial, accede a riego y los recursos naturales de sus parcelas tienen un mejor grado de conservación y uso, de esta manera la agricultura familiar consolidada puede superar la pobreza rural.

2.2.3. Agricultura tradicional

Es un sistema de producción de uso de la tierra, que ha sido desarrollado localmente durante varios años de experiencia empírica y experimentación campesina (Gaston, 1990); de la misma manera Márquez (2000), menciona que este sistema de producción se basa en técnicas desarrolladas con la experiencia, utilizando recursos locales y orientados hacia la autosuficiencia o para ofertar sus productos a mercados locales. Este sistema de agricultura tradicional ha surgido a través de siglos de evolución biológica y cultural, y representan experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y agricultores (Altieri y Anderson, 1991).

2.2.4. Agricultura convencional

Este sistema de producción se caracteriza porque se distingue el empleo de inputs importados a la explotación agraria; necesaria para procurar alcanzar un alto nivel de intensificación (Marquéz, 2000); por lo que es necesario la potenciación de las razas y semillas con paquetes tecnológicos como el riego, mecanización, fertilizantes químicos y pesticidas (Gutiérrez, 2001). Así mismo la agricultura convencional depende del mercado y por ende, del porcentaje de comercialización de los productos, orientándose a la obtención de mayores rentabilidades, de la tierra del trabajo y de las inversiones (Marquéz, 2000). En los últimos años este sistema de producción agrícola, utiliza la concentración de la tierra para el monocultivo con semillas híbridas más productivas pero vulnerables e inestables (Anónimo, 2013).

Con la agricultura convencional el hombre ha modificado la estructura original del medio ambiente sustituyendo la diversidad natural por un número limitado de plantas y animales domesticados (Greco, 2013) con un daño irreparable al ecosistema natural agotando y degradando sus recursos productivos.

2.2.5. Agricultura orgánica

A este sistema de producción se lo llama también agricultura ecológica que se caracteriza por conjugar prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente, manteniendo los niveles de biodiversidad y no aplicar productos químicos, todo ello para producir alimentos saludables y de calidad (Consejería de agricultura y pesca, 2012).

Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de 1984 (USDA), la agricultura orgánica es: "Un sistema de producción que evita o excluye ampliamente el uso de fertilizantes, plaguicidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación animal compuestos sintéticamente.

Tanto como sea posible, los sistemas de agricultura orgánica se basan en la rotación de cultivos, utilización de estiércol de animales, leguminosas, abonos verdes, residuos orgánicos originados fuera del predio, cultivo mecánico, minerales naturales y aspectos de control biológico de plagas para mantener la estructura y productividad del suelo, aportar nutrientes para las plantas y controlar insectos, malezas y otras plagas" (Gómez, 2000).

La agricultura orgánica o ecológica posee una serie de técnicas de manejo que permite desarrollar las potencialidades de este modelo agrario. Es importante tomar en cuenta a todos los componentes que forman parte de este sistema, ya que todos entran en interrelación logrando así un equilibrio biológico (Consejería de agricultura y pesca, 2012).

2.3. Caracterización de los sistemas de producción

La caracterización de los sistemas de producción agrícolas permite conocer los problemas y necesidades que tienen los agricultores de una zona identificando componentes agroecológicos, técnicos, económicos, sociales que condicionan a los productores y su sistema de producción (Apollin y Eberhart, 1999).

2.3.1. Factores abióticos en los sistemas de producción

Para el diseño y manejo de sistemas de producción agrícola es necesario comprender como la temperatura, precipitación y la luz solar afectan a la fisiología vegetal.

En el Ecuador los días son de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, lo que crea un ambiente que permite una agricultura durante todo el año, que se caracteriza por múltiples siembras y cosechas sucesivas a lo largo del año (Gliessman, 2002). La radiación solar es uno de los principales factores ambientales que controlan los procesos fotobiológicos, fotoperiodo, fototropismo y fotosíntesis (Carrasco, 2009).

No toda la luz del espectro visible tiene importancia en la fotosíntesis, los foto receptores en la clorofila absorben más luz azul violeta y rojo naranja; en cambio que la luz infrarroja tiene un rol importante en la activación de hormonas relacionadas con la germinación (Gliessman, 2002).

En lo referente a la temperatura, esta influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas; todos sus procesos fisiológicos (germinación, crecimiento, fotosíntesis, respiración) se ven afectados por la temperatura. Por eso que el agricultor debe seleccionar la especie cultivares que va a sembrar, ya que la temperatura puede causar variaciones en la calidad y en el rendimiento promedio. Este factor abiótico está relacionado con la altitud,

conforme aumenta la altitud la temperatura disminuye, por cada 100 m de elevación la temperatura disminuye 0,5 °C (Gradiente Adiabático Húmedo). (Gliessman, 2002).

La limitada disponibilidad, así como el exceso de agua es una de las principales limitantes para la agricultura, la producción agrícola puede ser practicada donde exista una adecuada precipitación, o donde se pueda contrarrestar su déficit con agua de riego (Gliessman, 2002). El agua tiene cuatro funciones en las plantas, es el mayor constituyente del protoplasma celular, es esencial para la fotosíntesis, es solvente en el cual los nutrientes se mueven a través de las partes de la planta, y provee de turgidez a la planta para mantenerla en forma y posición apropiada. La mayor parte de agua que absorben las plantas, es por las raíces y en mínima proporción a través de los estomas (Cisneros, 2003).

2.3.2. Sistemas de producción mecanizados en Ecuador

Los sistemas de producción mecanizados son una herramienta indispensable en la producción agropecuaria. Un factor de la problemática actual en el sector agrícola ecuatoriano es la falta de competitividad, esto se debe a que los costos de producción son relativamente altos, encarecidos principalmente por la reducida aplicación de paquetes tecnológicos mecanizados y sus altos costos de mano de obra.

Los sistemas de producción proporcionan una estructura que agiliza la descripción, ejecución y planteamiento de un proceso productivo. Las actividades del sistema de producción deben involucrar tareas como adquisición y consumo de recursos tales como semillas, abonos, químicos y equipos mecánicos (Caicedo, 2014). De acuerdo al uso de maquinaria en las diferentes actividades de producción agropecuarias los sistemas se dividen en niveles según el cuadro 1, aplicado al cultivo de jícama se evidencia en el cuadro 2.

Cuadro 1. Niveles de mecanización en los sistemas de producción agropecuarios

Sistema de producción				
Labor o actividad	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
Automatizado				
Mecanizado				
Semimecanizado				

Manual				
--------	--	--	--	--

Fuente: (El Autor)

Cuadro 2. Sistema de producción de jícama según el nivel de mecanización

Labor o actividad	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
Análisis de suelo				
Preparación del terreno				X
Siembra y 1ra fertilización				X
Control de malezas (pre-emergente)				X
Control de insectos (1ra aplicación)				
Control de malezas (Post emergente y emergente)				X
Control de insectos (2da aplicación)				
Fertilización (2da aplicación)				
Deshierba manual				X
Cosecha				X

Fuente: (El Autor)

2.4. La jícama (*Smallanthus sonchifolius* [POEPP. & ENDL] H. ROBINSON)

La jícama [*Smallanthus sochifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson] es originaria de los Andes y se cultiva desde Venezuela hasta el norte de Argentina, en climas subtropical y tropical, alrededor de los 2000 msnm. En nuestro país ha sido reportada en las provincias de Loja, Azuay, Cañar y Bolívar (NRC, 1989).

Esta raíz andina perteneciente a la familia Asteraceae, género *Smallanthus*, inicialmente clasificado por Wells dentro de *Polymnia*, pero Robinson en 1972 lo reclasificó en un género que había sido creado por Mackensi en 1993 como *Samallanthus*, (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la jícama es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Subfamilia: Asteroideae
Tribu: Millerieae
Género: *Smallanthus*
Especie: *S. Sonchifolius*
N.C.: *S. sonchifolius* (Poepp & Endl) H. Robinson
Sinonimia: *Polymnia sonchifolius* Poepp & Endl
Polimnia edulis Weed

Nombres locales: Jícama, chicama, shicama, jíquima o jiquimilla

Nota: La especie *Smallanthus sochifolius* en español se conoce como yacón

2.4.2. Etimología de la palabra yacón:

Cárdenas (1969) basándose en el Diccionario Quechua de Lira, donde el sustantivo familiar para "agua" es "unu" del mismo modo que "yacu", en tanto que la palabra "yakku" en sentido estricto es un adjetivo que significa insípido, manifiesta que la palabra "yacón" es de origen quechua y significa "aguanoso - insípido".

2.4.3. Características botánicas

2.4.3.1. La planta

Es herbácea, perenne, mide de 1 a 2,5m de altura, si proviene de semilla sexual consta de un tallo principal, en cambio que si proviene de propágulos, consta de varios tallos (Seminario *et al.*, 2003). La planta se puede observar en la ilustración 1.

2.4.3.2. Raíz

La jícama tiene dos tipos de raíces: fibrosas y reservantes como muestra la ilustración 1. Las raíces fibrosas son muy delgadas, fijan la planta al suelo, y absorben agua y nutrientes, llegando a medir 60cm de profundidad; en cambio que las raíces reservantes son engrosadas fusiformes y ovaladas de color blanco, crema o púrpura semejantes a las del camote *Ipomoea batatas* L. con dimensiones de 25 cm de largo y 10 cm de espesor (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.3.3. Hojas

Las hojas son opuestas de lámina triangular, de base trunca, hastada o acorazonada (Seminario, 2003); según Ayala, (2001)., son simples, cordiformes, de color verde en el haz y el envés con pubescencia, el borde de la lámina es aserrado algo festoneado, llegando a tener una longitud de 22cm y un ancho de 15cm; en cambio que Zardini (1991)., menciona que la parte superior de la hoja es triangular y hastada de 33 cm de largo y 22 de ancho, y en su parte inferior posee un raquis alado y auriculado.

2.4.3.4. Tallo

Los tallos son huecos, cilíndricos, de color verde a púrpura, mide de 1 a 3 metros de altura y 2,05 cm de diámetro en la parte más desarrollada. Si la planta proviene de una semilla sexual, posee un solo tallo principal, y si la planta proviene de propágulos consta de varios tallos (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.3.5. Inflorescencia

La inflorescencia es racimosa de tipo cabezuela en capítulo con un promedio de 10 flores por planta con cinco sépalos por flor, de color amarillo anaranjado en número de 15 y flores centrales tubulares color amarillo oscuro (Ayala, 2001). (Ilustración 1).

Una planta puede producir de 20 a 80 capítulos, cada capítulo está formado por flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas son tubulares y más pequeñas mientras que las flores femeninas aparecen como puntos amarillos, son cigomorfas y se marchita antes que las flores masculinas (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.3.6. Fruto

Es un aquenio en forma elipsoidal de tipo indehisciente de color café oscuro con epidermis lisa, endocarpio sólido caracterizándose por el libre desprendimiento del pericarpio con un ligero frotamiento. (Capcha, 2008).

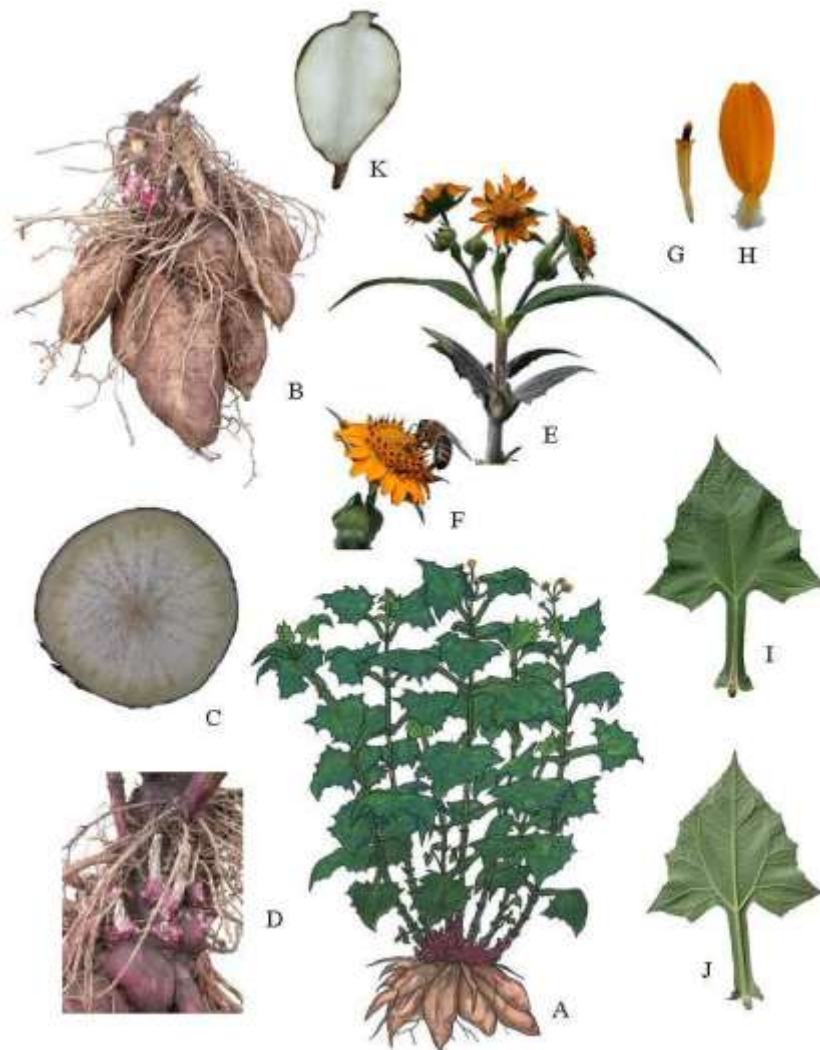


Ilustración 1. Planta de jícama

A - Jícama, B - raíz tuberosa con rizoma, C - sección transversal de la raíz tuberosa, D - detalles de rizoma, E - inflorescencia, F - capitulo con los polinizadores, G - detalle de la flor masculina, H - detalle de la flor femenina, I - parte superior de la hoja, J - parte inferior de la hoja, K - sección de tallo.

Fuente: Fernández, 2005.

2.4.4. Sistema de producción del cultivo de jícama

2.4.4.1. Siembra

Según Seminario (2003), es preferible sembrar en suelos francos, profundos y sueltos, con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje, facilitando así que las raíces se desarrollen, sin deformaciones, pudriciones. Los distanciamientos de siembra oscilan entre 0,5 m a 0,70 m entre plantas y 0,8 a 1 m entre surcos.

2.4.4.2. Propagación

La jícama se propaga generativamente o vegetativamente por medio de rizomas, estacas o mediante tecnología de cultivo in vitro. La propagación con fines de producción agrícola se realiza de forma vegetativa, dividiendo la cepa en propágulos después de la cosecha (Seminario, 2003). Según Piccha (1994), de un kilogramo de cepa se obtienen aproximadamente 20 propágulos, que deben ser dejadas bajo la sombra por 1 a 3 días para favorecer la cicatrización de la herida.

- Rizomas

Las raíces maduras, empiezan a formar rizomas y cada rizoma de una planta se divide en 16 a 24 explantes. Este método produce alrededor de 3,6 veces más raíces que el método de estaquillado (Matsubara, 1997). La división de rizomas es el método más frecuente de propagación vegetativa y se puede lograr seis veces más plantas que el año anterior. Las plantas que se propagan por este método forman una vegetación más densa. (Viehmánová *et al.*, 2007).

- Estacas

La propagación por estacas se la realiza con partes del tallo de 0,15 m, de longitud con dos o tres pares de hojas. Se plantan en el suelo o sobre el sustrato, y se obtiene raíz en casi el 100% de los casos. El enraizamiento inicia dos semanas después de la siembra y las estacas

obtenidas de una planta pueden producir raíces de 670 g (Matsubara, 1997; Viehmannová *et al.*, 2007).

- Propagación in vitro

Para la propagación in vitro se utilizan segmentos nodales que se cultivan en el medio Murashige Skook (MS) complementado con o sin reguladores de crecimiento. Este método es muy costoso, requiere de personal entrenado, pero es muy eficaz. Es posible obtener hasta 200000 plantas por año a partir de un explante. Debido al alto gasto resultante de este método se utiliza en el caso de la rápida multiplicación de material vegetal, sobre todo de nuevos genotipos (Viehmannová *et al.*, 2007).

2.4.4.3. Control de malezas

Después de 35 a 45 días de la plantación, se realizará el control de malas hierbas, el deshierbo manual se realiza empleando azadón en el momento oportuno. (Ayala, 2001). Seminario *et al.* (2003), recomiendan realizar dos deshierbes como máximo, el primero dos meses después de la siembra y el segundo conforme reaparezcan las malezas.

2.4.4.4. Aporque

Se recomienda hacer ligeros aporques en el primero y segundo deshierbe, para dar mayor fortaleza a los tallos y estimular su desarrollo (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.4.5. Fertilización

Amaya (2000) evaluó el efectos de diferentes dosis combinadas de nitrógeno y potasio, encontrando un aumento en el rendimiento de las raíces reservantes, con 160 kg/ha de nitrógeno y 100 kg/ha de potasio.

2.4.4.6. Plagas y enfermedades

En áreas pequeñas donde se cultiva jícama las plantas se muestran sanas, pero si los cultivos se hacen extensivos e intensivos seguramente acrecentar las plagas y enfermedades. Como plagas se encuentran algunos insectos que se alimentan de las hojas, brotes tiernos, *Liriomyza sp.*, *Diabrotica undecimpunctata.*, *Agrotis ipsilon.*, *Copitarsia tuebata.*, *Schistocerca sp.* Atacando la parte subterránea *Golofa aegeon* y *Passalus sp.* De la misma manera ha registrado enfermedades como: *Altenaria sp.* *Nigrospora sp.* (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.4.7. Cosecha de raíces

Los indicadores para saber si ha llegado el momento de la cosecha son el amarillamiento de las hojas y el cese de la floración. La cosecha es manual, primero se cortan los tallos de la planta, luego, usando pico o azadón se remueve la tierra que está a su alrededor, se desprende la planta y se separa las raíces reservantes de la cepa con mucho cuidado para que el daño del producto sea mínimo (Seminario *et al.*, 2003).

2.4.4.8. Cosecha de hojas

La cosecha de hojas se puede realizar a medida de que se vayan formándose, empezando desde los 2 a 2,5 meses después de la siembra o cuando tienen 4 a 5 pares de hojas. Es de gran importancia cosechar cuando las hojas están maduras ya que alcanzan su máximo peso seco. Un indicador de que las hojas están maduras, es que los peciolo con el tallo forman un ángulo aproximadamente recto (Seminario *et al.*, 2003). De la misma manera señala que, para la cosecha se puede utilizar tijera y cortar la hoja en el peciolo cerca en la unión con el tallo y con la otra mano se va formando un manojo de hojas el cual se coloca en un saco hasta ser trasladado al sitio de secado.

2.4.5. Rendimiento

2.4.5.1. Rendimiento de raíces

En la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, Ecuador se registran rendimientos de 30 a 74 Ton/ha (Nieto, 1991). También Amaya (2002), reporta rendimientos de 65,8 Ton/ha con distanciamientos de 0,8 m entre plantas y 1 m entre surcos.

2.4.5.2. Rendimiento de hojas

Cada tallo produce entre 13 a 16 pares de hojas, hasta el momento de la floración, después de la floración se sigue produciendo hojas que tiene poca incidencia en el rendimiento. Considerando una densidad de plantación de 18500 plantas por hectárea, el rendimiento de hoja seca al ambiente, se estima de 3 a 4 toneladas de hoja seca por hectárea (Seminario *et al.*, 2003)

2.4.6. Condiciones edafoclimáticas

2.4.6.1. Altitud

Ayala (2001), manifiesta que la jícama (*Smilax tuberosa*), crece desde el nivel del mar hasta los 3600 de altitud, mientras que Manrique *et al.* (2004), menciona que crece entre los 1800 y 2800 msnm, sin embargo se adapta fácilmente desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm. Esta especie se cultiva en desde Venezuela hasta Argentina en zonas comprendidas entre 1000 y 3750 msnm (Fernández *et al.*, 2005). En Ecuador se desarrolla muy bien en altitudes que van desde los 100 msnm hasta los 3600 msnm (Álvarez *et al.*, 2012), pero en el norte peruano no soporta ambientes sobre los 3000 msnm (Seminario *et al.*, 2003), en Bolivia en las regiones de Bilbao Rioja y Charcas crece entre altitudes de 2748 y 3776 (Fernández *et al.*, 2005). Según la clasificación de Pulgar Vidal (1996), el rango altitudinal donde se desarrolla mejor la jícama es de 1100 a 2500 msnm.

2.4.6.2. Temperatura

La temperatura óptima para su crecimiento está en el rango de 18 a 25°C, siendo necesarias las bajas temperaturas en la noche para una apropiada formación y llenado de la raíz (Grau y Rea, 1997; Ayala 2001). Álvarez *et al.* (2012), manifiesta que desarrolla bien en temperaturas de 14 a 20°C, y temperaturas menores a 10 °C alargan su periodo vegetativo.

2.4.6.3. Precipitación

Los requerimientos de agua están entre 600 y 1000 mm de precipitación anual, siendo el óptimo 800 mm, pudiendo sobrevivir largos periodos secos, sin embargo la productividad es severamente afectada bajo estas condiciones (Ayala, 2001; Grau y Rea, 1997; Manrique *et al.*, 2004). Cuando las lluvias no son abundantes es recomendable dar riego durante las 4 primeras semanas (Zardini, 1991). Para un buen desarrollo del cultivo se debe mantener el suelo húmedo durante el periodo vegetativo (Fernández *et al.*, 2006)

2.4.6.4. Suelo

Según Álvarez *et al.* (1996), la jícama se adapta a una variedad de suelos ricos en materia orgánica, moderadamente profundos y sueltos de textura franco arenosa. Se debe tomar en cuenta no sembrar en suelos arcillosos ya que estos acumulan mucha humedad y causan enfermedades radiculares y afectan la producción. Se comporta mejor en suelos sueltos, francos, franco arenosos, con pH desde ligeramente ácido a neutro (Manrique *et al.*, 2014; Seminario *et al.*, 2003).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en 42 comunidades de la provincia de Imbabura (Ilustración 2).

3.1.1. Datos generales

Provincia: Imbabura.

Capital: Ibarra

Superficie: 4.353 km²

Ubicación: Norte del País

Límites: Al Norte: Provincia del Carchi.

Al Sur: Provincia de Pichincha

Al Este: Provincia de Sucumbíos

Al Oeste: Provincia de Esmeraldas

Zonas de vida

De acuerdo al sistema Holdridge (1984, 1967), Antonio Ante pertenece a las siguientes zonas de vida: Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) entre 2000msnm - 2200msnm, Bosque húmedo Montano (bh-M) que va desde los 3000 msnm a 3200 msnm y Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) que varía entre los 1750msnm a 2300msnm (Suarez, 2008).

Urcuquí posee las siguientes zonas de vida. Bosque seco montano bajo, Bosque húmedo montano, Bosque húmedo montano bajo, Bosque muy húmedo montano, Bosque muy húmedo pre montano, Bosque húmedo pre montano, Paramo pluvial subalpino y Estepa espinosa montana bajo (Gobierno Municipal de Urcuquí, 2009). Cotacachi de acuerdo a las clasificación Holdridge(1947, 1967), pertenece a las siguientes zonas de vida: Bosque muy húmedo tropical (bmhT), Bosque húmedo tropical (bhT), Bosque húmedo montano (bhM), Bosque muy húmedo premontano (bmhpM), Bosque húmedo premontano (bhpM) (bhSA), (bmhSA) (Paredes y Rosero, 2007).

El Cantón Otavalo presenta las siguientes zonas de vida según el sistema Holdridge (1947, 1967), Bosque húmedo montano (bhM), Bosque húmedo montano bajo (bhMB), Bosque muy húmedo montano (bmhM), Bosque muy húmedo montano bajo (bmhMB), Bosque seco montano bajo (bsMB), Bosque muy húmedo SubAlpino (bmhSA) y Páramo pluvial SubAlpino (ppSA) (GMO, 2012).

La clasificación de zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo de Leslie R. Holdrige, identifica 5 zonas de vida en el Cantón Ibarra: Monte espinoso Pre-Montano (mePM), Bosque seco Pre-Montano (bsPM), Bosque muy húmedo Pre-Montano (bmhPM), Bosque húmedo Montano (bhM), Bosque muy húmedo Sub Alpino (bmhSA) (Lasso y Cordova, 2009).

En el cantón Pimampiro la zona de vida predominante es el Bosque Húmedo Montano Bajo (bh – MB), luego se encuentra el Bosque Seco Premontano (bs – PM),seguido del Bosque Muy Húmedo Montano (bmh – M), también está el Bosque Seco Montano Bajo (bs – MB) (Grijalva y Otalvaro, 2010).

Características Agroclimáticas

La provincia de Imbabura presenta diferentes pisos climáticos: meso térmico seco, meso térmico semi-húmedo, meso térmico seco, paramo sobre los 3600 msnm.

Temperatura Promedio:	Ibarra	21°C
	Atuntaqui	18°C
	Otavallo	13°C
Precipitación anual:	Hoya del chota	340-670 mm
	Zona de Intag	1200-3000 mm

Características edáficas

Los suelos de la provincia de Imbabura pertenecen al orden de los Molisoles (Mejía, 1986).

CARACTERIZACIÓN Y GEOREFERENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE JÍCAMA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA

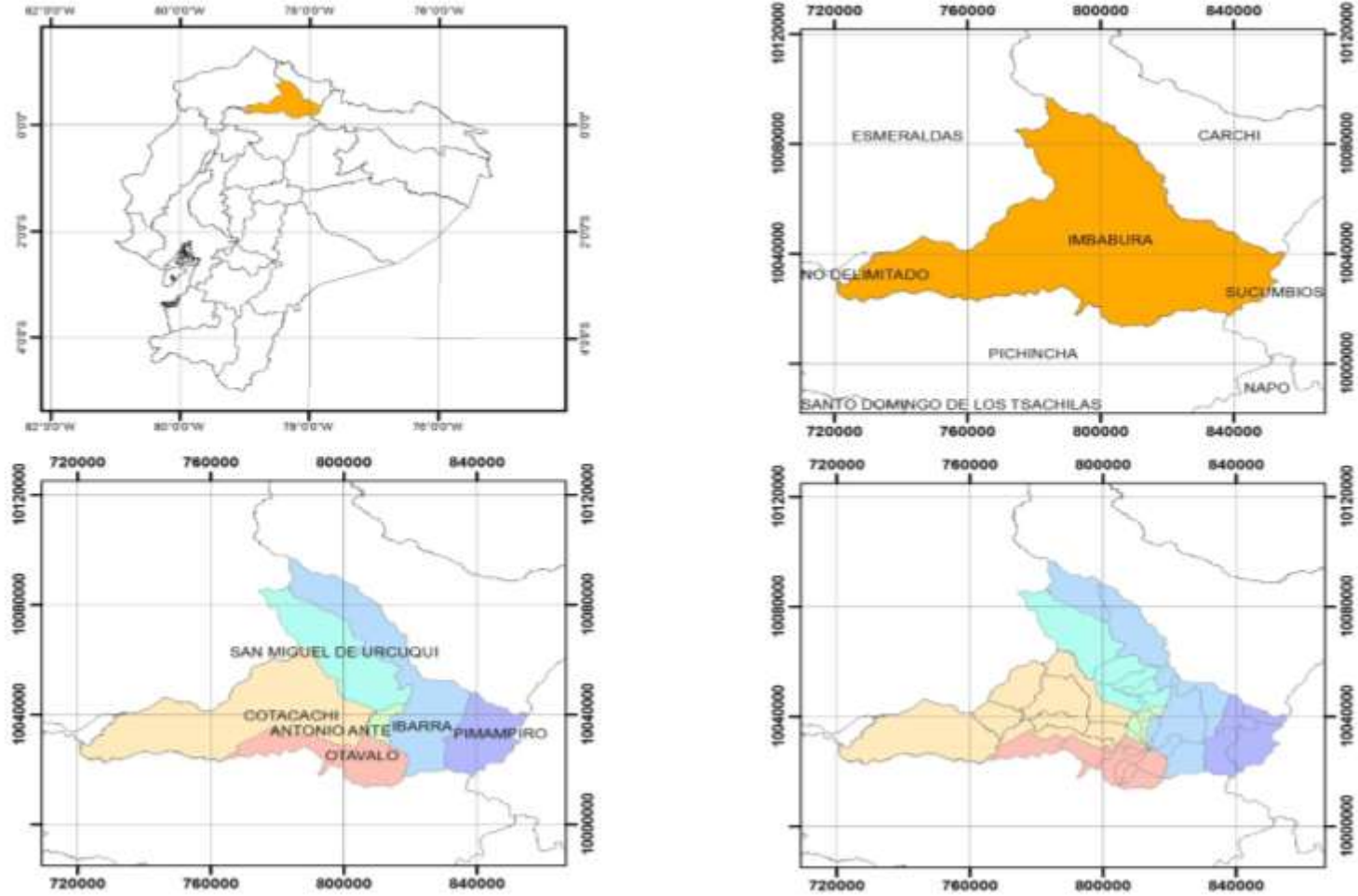


Ilustración 2. Ubicación de la Provincia de Imbabura

3.2. Materiales y equipos

Para la realización de la presente investigación se utilizó los siguientes materiales y equipos:

3.2.1. Materiales para la geo-referenciación

- Transporte.
- Software ArcGIS 10.1

3.2.2. Materiales para la caracterización técnica económica

- Libro de Campo
- Encuestas.
- Software Excel
- Herramientas agrícolas

3.2.3. Equipos para la geo-referenciación

- Navegador GPS Garmin E320
- Computador

3.2.4. Equipos para la caracterización técnica económica

- Impresora
- Cámara Fotográfica.
- Vehículo

3.3. Métodos

3.3.1. Geo-referenciación de los lugares de producción de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) en la provincia de Imbabura.

Para la georreferenciación se utilizó un Navegador GPS (Sistema de Posicionamiento Global), que almacenó las coordenadas planas UTM de los sitios con cultivo de jícama; con el cual se procedió a registrar en formato waypoint, mediante trabajo de campo en las comunidades de la provincia.

La toma del waypoint se realizó con un GPS Garmin e trex 20, desde el menú se procedió a la aplicación marcar waypoint, en esta ventana se registró el punto tomado en las comunidades donde se encontró jícama.

En cada punto geo-referenciado se incluyó información técnica y económica del sistema de producción del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura

En base a los puntos geo-referenciados se generó, la siguiente cartografía temática a escala 1:250000.

- a) ubicación de zonas de cultivo de jícama,
- b) pisos altitudinales,
- c) temperatura media anual
- d) precipitación anual
- e) textura de suelos,
- f) modelo de superficies de costo por hectárea.

Se realizó la interpolación geo estadística en el software ArcGIS versión 10.2, utilizando el método Inverse Distance Weighted (IDW), a partir de los datos georreferenciados, empleando las variables, número de raíces por planta y rendimiento por planta, que permitieron realizar la interpretación de la información generada y la relación que existe entre una o más características del sistema de producción del cultivo de jícama.

3.3.2. Análisis de los sistemas de producción en la provincia de Imbabura.

Caracterización Técnica del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura.

Para la caracterización técnica del sistema de producción del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura, se realizó una encuesta por medio de aplicación de encuestas. La encuesta se basa en un diagnóstico previo del sistema de producción, que ayudó en la toma de decisión para la elaboración de la encuesta. La encuesta se muestra en el Cuadro 3.

Con los datos obtenidos en las variables: análisis de suelos, preparación de la cama de siembra, desinfección de semilla, fertilización, control de plagas y enfermedades, riego, cosecha, venta y autoconsumo, se realizó un análisis con estadística descriptiva.

La base de datos de la parte técnica del sistema de producción de jícama, permitió elaborar una cartografía temática que consta de:

- a) Mapa de modelación del costo de producción del sistema de producción de jícama en la provincia de Imbabura, realizado con el método Inverse Distance Weighted (IDW)

Cuadro 3. Cuestionario para el levantamiento de información de los sistemas de producción de jícama (*Smallanthus sochifolius* [PEOPP & ENDL] H: ROBINSON)

Datos Generales			
Provincia	Imbabura	Cantón	
Parroquia		Comunidad	
Waypoint	X:	Y:	Z:
Datos del cultivo			
Conoce la planta de jícama	Si:	No:	
Tiene Jícama	Si:	No:	
Cuántas plantas tiene			
Densidad de siembra			
Realiza análisis de suelo	Si:	No:	
	Costo:		
Como realiza la preparación de la cama de siembra			
Mecanizado	Arado:	Rastra:	Surcado:
Yunta:	Arado:	Rastra:	Surcado:
Manual:	Arado:	Rastra:	Surcado:
Como realiza la fertilización			
Química	Fuente	Dosis	Costos
Orgánica	Fuente	Dosis	Costos
Realiza control químico de malezas	Si:	No:	
Fuente	Dosis	Costos	
Realiza labores culturales	Si:	No:	
Deshierbe	Jornales	Herramienta	Costo
Aporque	Jornales	Herramienta	Costo
Frecuencia del riego		Costo	
Como realiza la cosecha			
Manual	Jornal	Herramienta	Costo
Mecanizado		Costo	
Rendimiento de raíces		Kg:	
Destino de sus raíces			
Venta		Autoconsumo	
Lugar de venta			
Como transporta sus producto			
Transporte propio	Transporte público	Flete	
Costo del jornal	\$		

Fuente: El Autor

Caracterización económica del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura

Para el análisis del costo de producción de jícama se tomó en cuenta el costo de la semilla, los jornales se calcularon según el número de plantas que tiene cada agricultor en base a lo propuesto por Seminario et al., (2003), y el costo depende a la comunidad a la que pertenece. Los jornales están dados solo para las actividades que realizan y el tiempo de cada labor, tarea y actividad de acuerdo a la siguiente formula:

$$F_t = D_t \cdot F_{td} = D_t \cdot T_{01} T \cdot k_j$$

Dónde:

F_{td} .- Fondo de tiempo diario (h)

T_{01} .- Tiempo normado de la jornada (h)

k_j .- coeficiente de jornada (número de jornadas)

Estos resultados se analizaron por medio de estadística descriptiva. Por medio del siguiente Cuadro 4, se realizó el análisis de tiempos y costos por actividad realizada.

Cuadro 4. Esquema para el cálculo costo de producción de jícama.

Sistema de producción de jícama (<i>Smalanthus sonchifolius</i>)				
Labor	Actividad	Recursos		
		Trabajadores	Materiales	Tiempo
Análisis de Suelo	Tomar la pala			
	Ir al terreno			
	Tomar la submuestra			
	Colocar en recipiente			
	Mezclar las submuestras			
	Sacar la muestra			
	Etiquetar la muestra			
	Enviar la muestra			
Preparación de suelo y siembra	Tomar la pala			
	Hacer el hoyo			
	Semilla			
	Tomar la semilla			
	Poner la semilla en el hoyo			
	Tapar el hoyo			
Fertilización orgánica	Ir hacia la materia orgánica			
	Tomar la pala			
	Tomar el recipiente			
	Llenar el recipiente de materia orgánica			
	Ir hacia el terreno			
	Poner materia orgánica			
Labores culturales	Tomar la pala			
	Ir al terreno			
	Hacer la labor de deshierbe			
	Realizar el aporque			
	Acomodar el surco			
Riego	Tomar la pala			
	Abrir el canal de riego			
	Colocar agua en los surcos			
	Tapar los surcos			
	Tapar el canal			
Cosecha	Tomar el machete			
	Cortar el tallo			
	Tomar la pala			
	Cavar			
	Sacar la corona			
	Separar la raíces de los colinos			
	Limpiar las raíces			
	Colocar en un recipiente			

Fuente: El Autor adaptado de Ondrej, 1988

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Geo-referenciación de los lugares de producción de jícama en la provincia de Imbabura

El cultivo de jícama se identificó en 42 comunidades de los seis cantones de la provincia de Imbabura. La mayor cantidad de cultivos de jícama se ubica espacialmente en el cantón Otavalo, donde se cultiva en 21 comunidades que representa el 52% del total de comunidades en las que se identificó la especie, Cotacachi es el segundo cantón con mayor cantidad de cultivos de jícama, se encontró en 14 comunidades que representan al 27%. En Ibarra el cultivo de la jícama representa el 12%, Antonio Ante el 6%, y en el Cantón Urcuquí el cultivo de la jícama representa solo el 1 %.

Altitud

El cultivo de jícama en la provincia de Imbabura se encontró en comunidades con altitudes comprendidas entre 1784 msnm a 2925 msnm (Ilustración 3, Cuadro 5), Álvarez *et al.*, (2012) afirman que la jícama se desarrolla en altitudes que van desde los 100 msnm hasta los 3600 msnm. Esta especie se cultiva desde Venezuela hasta Argentina en zonas comprendidas entre 1000 msnm a 3750 msnm (Fernández *et al.*, 2005), de la misma manera Ayala (2001) y Manrique *et al.*, (2004) mencionan que se adapta fácilmente desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm. El 59 % de las comunidades están dentro del rango de 2600 msnm a 2900 msnm consideradas óptimas para el desarrollo del cultivo, resultados confirmados por Álvarez citado por Campaña, (2013) quien afirma que en el Ecuador la jícama se cultiva desde los 2100 msnm hasta los 3000 msnm, pero Pulgar Vidal (1996), manifiesta que las mejores condiciones para el desarrollo de la jícama se encuentra en un rango de 1100 msnm a 2500 msnm.

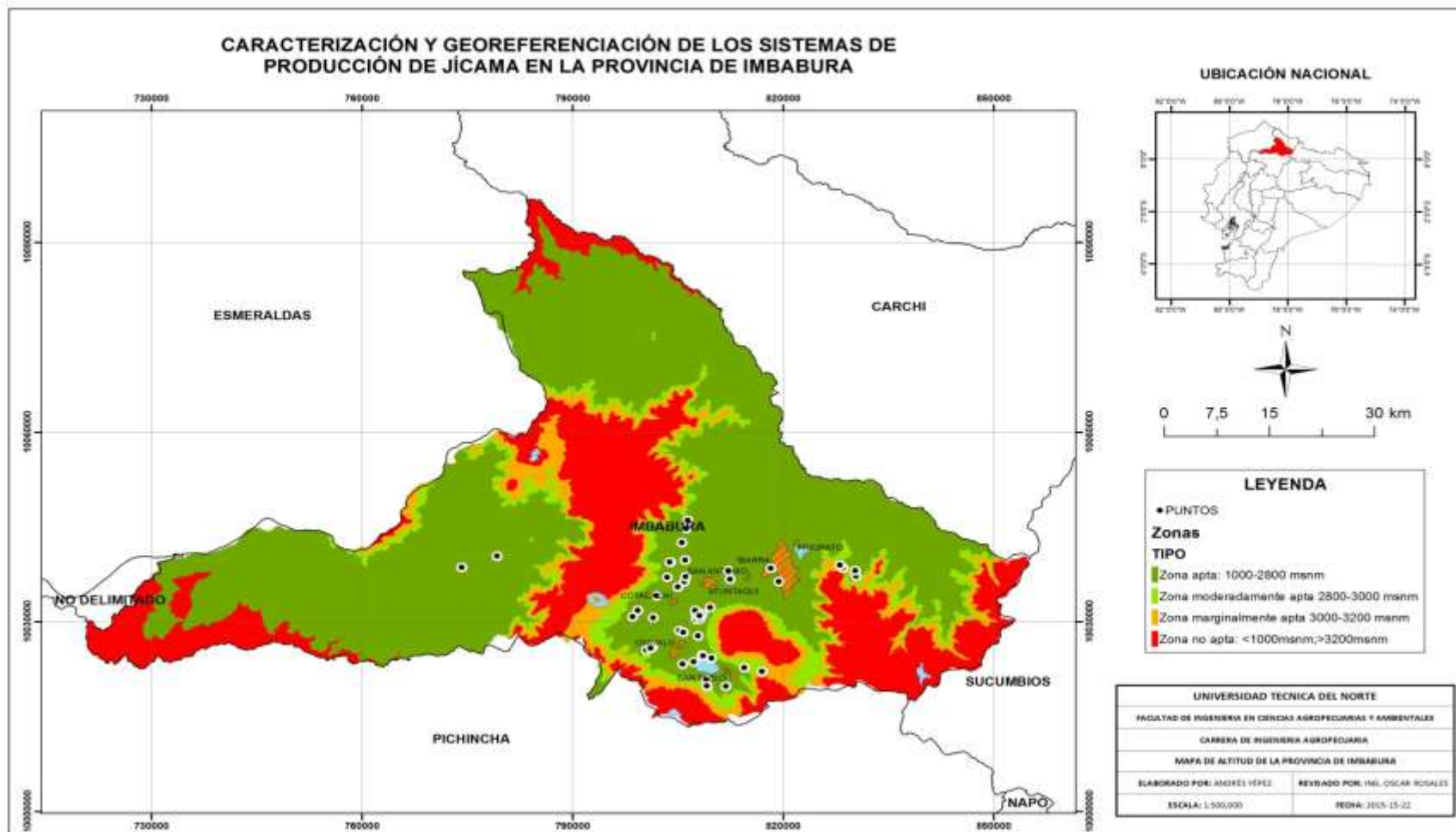


Ilustración 3. Ubicación altitudinal del cultivo de Jícama.

Temperatura

Según los datos obtenidos en la investigación, los cultivos de jícama en la provincia de Imbabura, se encuentran en comunidades donde la temperatura anual promedio es de 10 a 16 °C, (Ilustración 4, Cuadro 5), resultados confirmados por Álvarez *et al.*, (2012), quien menciona que el cultivo de jícama se desarrolla bien en climas con temperatura que oscilan entre 14 a 20°C y temperaturas menores a 10 °C alargan su crecimiento vegetativo. A si mismo tolera hasta de 4°C pero el desarrollo óptimo que alcanza la especie está entre 18°C y 25°C (Fernández *et al.*, 2007; Ayala, 2001; Arnao *et al.*, 2011; Grau y Rea, 1997).^

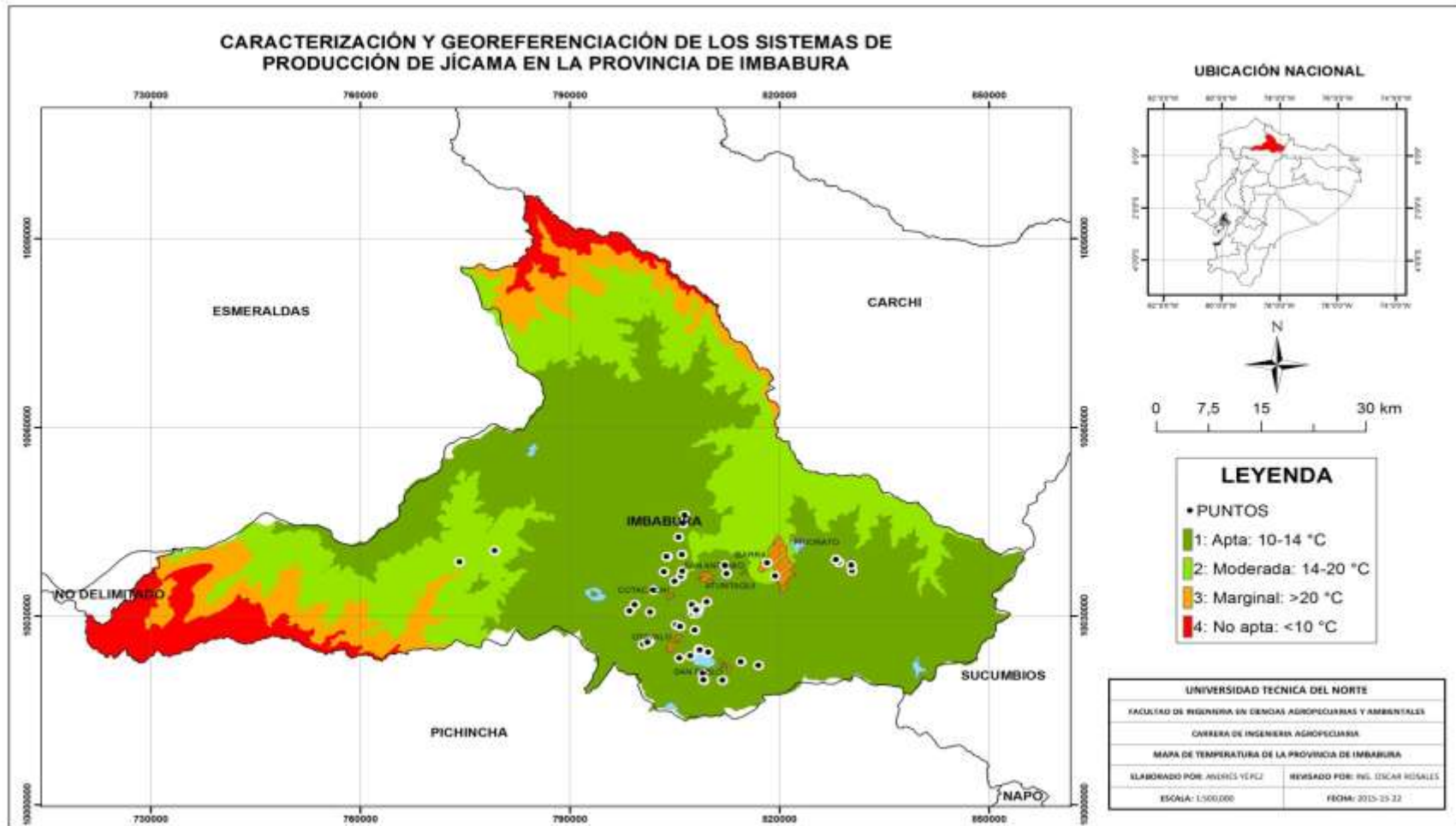


Ilustración 4. Temperatura en las zonas de producción de Jícama.

Precipitación

Los resultados obtenidos en la investigación indican que el cultivo de jícama en la provincia de Imbabura se cultiva en zonas con precipitaciones entre 500 mm/año a 1900mm/año, el rango mencionado por Álvarez et al., (2012), es 550 mm/año a 1000 mm/año, pero para su desarrollo óptimo, el cultivo el cultivo demanda 800 mm/año (Manrique *et al.*, 2004; Grau y Rea, 1997). Se encontró que el cultivo crece en la zona de Intag (Peñaherrera, San Antonio de Pucara), donde la precipitación es muy alta. La jícama tiene gran plasticidad puede soportar sequias extremas así como también grandes cantidades de humedad (Fernández *et al.*, 2005).

La mayor cantidad de cultivos carecen de agua de riego, el sistema de producción de jícama es de subsistencia y de autoconsumo, es así que el agricultor no le da un correcto manejo en lo que al riego se refiere. Para el crecimiento y desarrollo se necesita el aporte de riego en las primeras semanas de vegetación, 3-4 semanas después de la siembra (Zardini, 1991). El principal factor que influye el rendimiento de jícama es la precipitación total durante el periodo de crecimiento vegetativo (Fernández *et al.*, 2006).

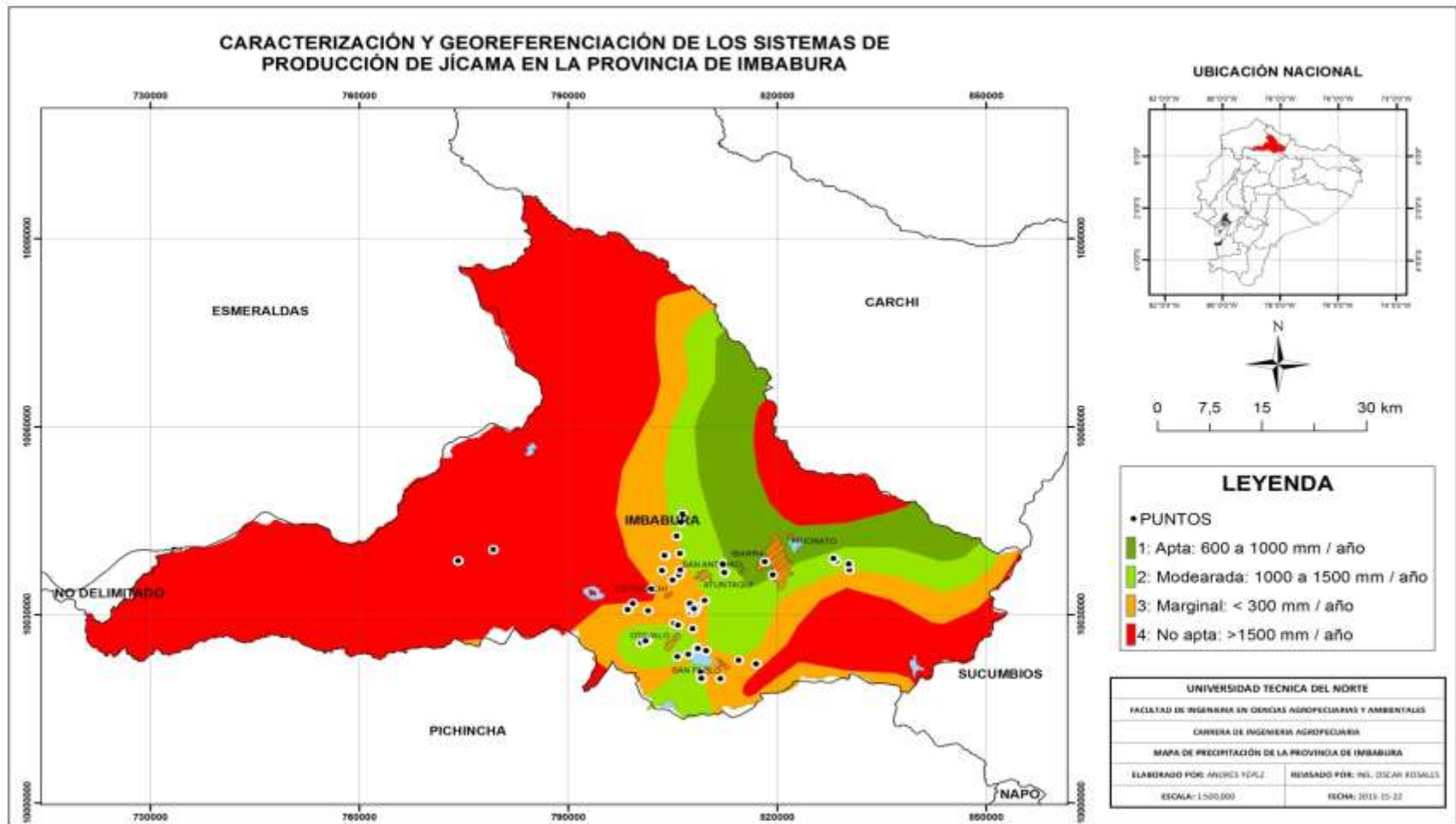


Ilustración 5. Precipitación en las zonas de producción del cultivo de jícama.

Suelos

El cultivo de jícama en la provincia de Imbabura se encuentra en suelos franco arenosos, franco, franco arcillo limosos y arenosos (Ilustración 6, Cuadro 5).

El 71 % de esta especie se halla en suelos con textura franco arenosa, y el 1,42 % con textura franco consideradas aptas para el desarrollo de cultivo, así la jícama se comporta mejor en suelos sueltos, francos, franco arenoso, con pH neutro a ligeramente ácido como lo manifiesta Seminario *et al.*, (2003).

El 28,58 % de cultivos de jícama se encuentra situado en comunidades pertenecientes al cantón Otavalo, tiene textura arenosa, esto es posible ya que la jícama se adapta a una gran variedad de suelos, franco,arenoso y franco arenoso Montalvo (1996). Se debe tener presente no sembrar en suelos arcillosos, ya que estos acumulan mucha humedad y causan enfermedades radicales, esto afecta a la producción (Álvarez *et al.*, 2012)

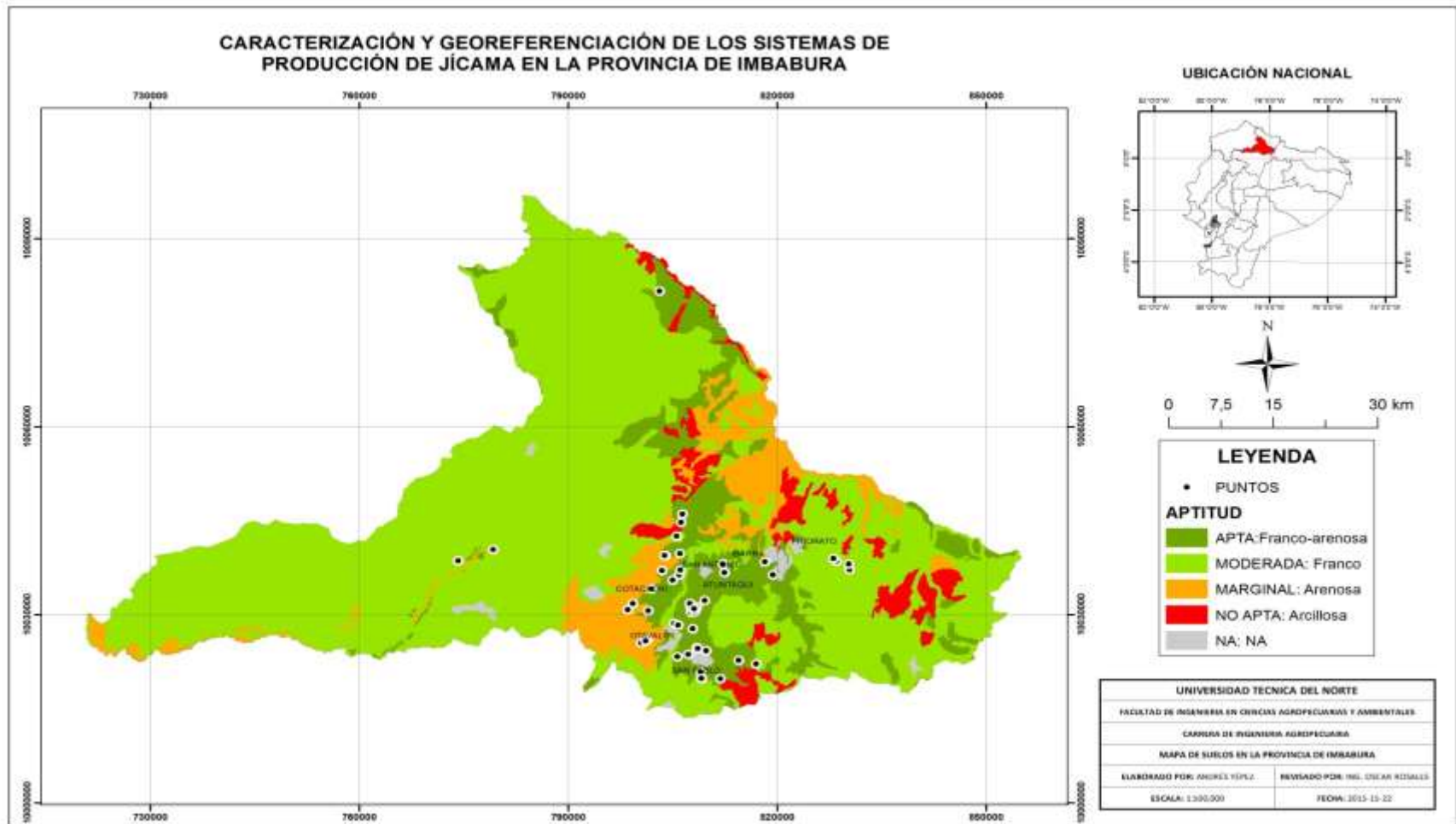


Ilustración 6. Textura de suelos en las zonas de producción de jícama.

La geo-referenciación de jícama se realizó en la provincia de Imbabura tomando en cuenta el rendimiento y su relación con los factores edafo climáticos como son: la altitud; la temperatura, precipitación, y la textura de suelos.

Cuadro 5. Características edafoclimáticas de las comunidades donde se cultiva la jícama

Comunidad	Coordenadas X	Coordenadas Y	Altitud msnm	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Textura de suelo	Aptitud
Penaherrera	774208	10038600	1784	16,76	1820,35	Franco	Moderadamente apta
San Antonio de Pucara	779218	10040400	2020	15,5	1635,15	Franco arcillo limoso	Moderadamente apta
Ibarra	818236	10038500	2234	14,49	617,15		Apta
Yuyucocha	819411	10036300	2257	14,14	596,51	Franco arenoso	Apta
Perafan	806086	10037100	2370	13,72	1165,72	Franco arenoso	Apta
Alambuela	805945	10036300	2371	13,72	1172,72	Franco arenoso	Apta
Natabuela	812192	10038100	2411	13,5	703,17	Franco arenoso	Apta
Tunibamba	805014	10035500	2416	13,4	1304,41	Franco arenoso	Apta
Imantag	806030	10039700	2429	13,5	1025,5	Franco arenoso	Apta
Peribuela	805593	10042500	2439	13,5	972,49	Arcillo arenoso	Apta
Los Ovalos	812451	10036700	2448	13,22	668,47	Franco arenoso	Apta
Pinsaqui	807446	10031800	2520	12,76	881,18	Franco arenoso	Apta
La Portada	801479	10030700	2546	12,66	1400,78	Franco arenoso	Apta
San José de la Bolsa	805769	10028300	2550	12,5	899,35	Franco arenoso	Apta

Guanansi	805212	10028600	2565	12,5	1059,97	Franco arcillo limoso	Apta
Topo Grande	801974	10034100	2567	12,75	1337,95	Arenosa	Marginal
Pinsaqui Norte	807618	10031100	2569	12,94	881,18	Franco arenoso	Apta
Morlan	803956	10039400	2577	12,7	1099,26	Arenosa	Apta
Iluman	807682	10030400	2584	12,57	891,27	Franco arenoso	Apta
Agualongo	807967	10031200	2587	12,58	881,18	Franco arenoso	Apta
Cercado	803466	10037000	2620	12,46	1294,31	Franco arenoso	Moderadamnete apta
Iruguincho	806211	10044700	2626	12,5	1052,88	Franco arenoso	Apta
San Luis de Agualongo	808435	10031200	2635	12,33	877,82	Franco arenoso	Apta
San José de Quichinche	801406	10026000	2647	12,34	1313,33	Arenosa	Moderadamnete apta
Santa Clara de Quichinche	801147	10025800	2650	12,15	1313,33	Arenosa	Moderadamnete apta
Quinchuqui	807874	10027800	2666	12,06	884,72	Franco arenoso	Apta
Eugenio Espejo	807253	10023700	2675	12	896	Franco arenoso	Apta
San Pablo Compania Baja	808592	10024600	2676	12	876,46	Franco arenoso	Apta
Compania Baja	808439	10024800	2676	12	882,23	Franco arenoso	Apta
Pisangacho	806418	10046000	2676	12,14	1080,02	Franco arenoso	Apta

Comuendo	809841	10024200	2681	12	835,88	Franco arenoso	Apta
Jatun Rumi	809589	10032300	2683	12,12	848,23	Franco arenoso	Apta
Pijal	811849	10019800	2700	11,99	914,86	Franco arenoso	Apta
Morochos	799273	10031800	2701	12	1486,04	Arenosa	Moderadamnete apta
Agualongo de Quichinche	800475	10025500	2702	12	1206,66	Arenosa	Moderadamnete apta
Espejo	805676	10023300	2704	12	885,08	Franco arenoso	Apta
Carmelo	830381	10037200	2708	12	1125	Franco arcillo limoso	Moderadamnete apta
Condor Loma	798562	10030800	2741	12	1457,22	Arenosa	Moderadamnete apta
San Rafael	809015	10020800	2769	11,69	831,5	Franco arenoso	Apta
Manzano Guarangui	830277	10038100	2775	11,58	728,26	Franco arcillo limoso	Apta
San Fransisco de Manzano	828516	10038500	2792	11,58	698,67	Franco arcillo limoso	Apta
Gualavi	814457	10022700	2819	11,47	893,3	Franco arenoso	Moderadamnete apta
Angla	817001	10022100	2925	10,71	936,46	Franco arcillo limoso	Moderadamente apta

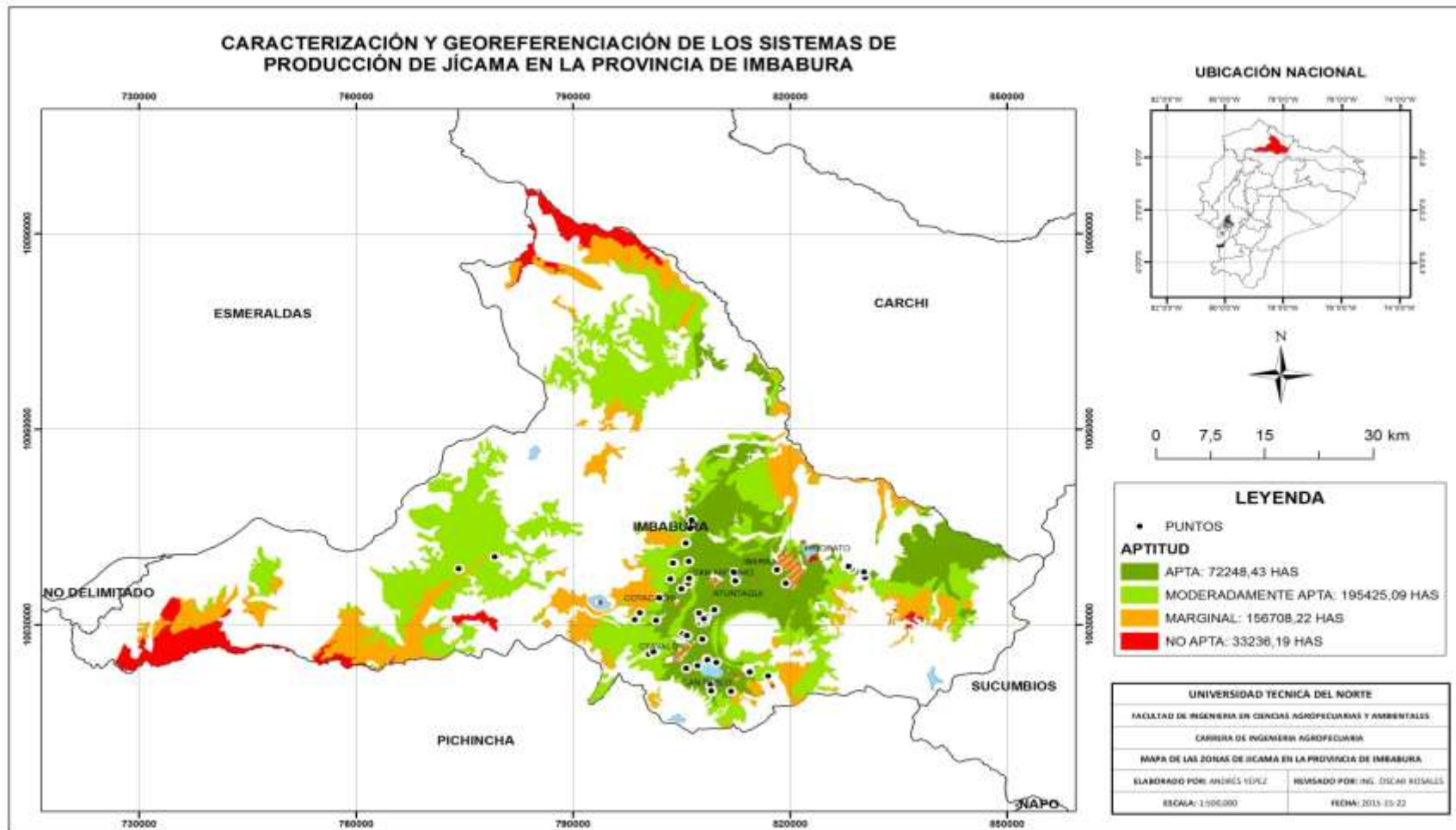


Ilustración 7 Zonas aptas para el cultivo de jícama en la provincia de Imbabura

La provincia de Imbabura posee condiciones edafo climáticas favorables para el cultivo de jícama en la mayoría de su territorio, sin embargo, no todas son aptas para su desarrollo. Las zonas idóneas corresponden a las áreas con las condiciones recomendables de altitud, temperatura, precipitación y textura de suelo para el óptimo crecimiento y desarrollo de esta especie, encontrándose en mayoritariamente en el Cantón Otavalo y las zonas moderadamente aptas se encuentran en algunas comunidades del Cantón Cotacachi, sumando un total de 141 868 Has entre estos dos cantones. Apenas 55 901,02 Has son marginales y no aptas, a pesar que algunas comunidades poseen una o varias condiciones favorables, pero no todas, se encuentran dentro de esta denominación. Es importante considerar que se ha tomado en cuenta solamente el área cultivable de la provincia.

Los datos de geo-referenciación del sistema de producción del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura, particularmente los datos de los factores abióticos con los datos de rendimiento, su análisis demuestra que hay una correlación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de correlación. Variables rendimiento vs condiciones climáticas. Imbabura, 2013

	r(rendimiento/ planta vs altitud)	r(rendimiento/ planta vs textura)	r(rendimiento/ planta vs temperatura)	r(rendimiento/ planta vs precipitación)
	-0,41	0,11	0,40	-0,29
	*	ns	*	ns
rα0.05		0,325		
rα0.01		0,418		

**= Significativo al 1%

*= Significativo al 5%

ns= No significativo

Del análisis de correlación del rendimiento por planta versus las variables edafo-climáticas se determinaron coeficientes de correlación no significativos al nivel del 5% de probabilidad estadística entre el rendimiento y la textura de suelo, precipitación, lo que permite inferir que el rendimiento de las raíces tuberosas por planta no se encuentra influenciado por estos factores, ya que no existe ninguna relación entre ellos.

Por el contrario, en el análisis del rendimiento por planta versus la altitud y la temperatura, se determinó un coeficiente de correlación significativo al nivel del 5% de probabilidad

estadística, y, considerando que el coeficiente presenta un valor negativo, se puede afirmar que existe una relación inversamente proporcional entre las variables analizadas, es decir que a menor altitud existe un mayor rendimiento.

Fernández *et al.*, (2006), también confirman que la temperatura no tiene influencia determinante en el rendimiento de las raíces tuberosas de la jícama, pero la precipitación tiene influencia marcante en el rendimiento de la jícama. Según los resultados obtenidos la altitud tiene influencia en el rendimiento de la jícama. En otros estudios se hacen referencias a rendimientos adecuados de jícama cultivados a nivel del mar en Nueva Zelanda (Grau y Rea, 1997) y a una altitud de 3776 msnm en Bolivia (Fernández *et al.*, 2005). Los resultados indican que la jícama es un cultivo de gran adaptabilidad y que brinda buenos resultados en el rendimiento de su raíces tuberosas en diferentes condiciones edafoclimaticas.

4.2. Caracterización técnica del cultivo de jícama

En las comunidades estudiadas de la provincia de Imbabura el cultivo de jícama tiene un limitado manejo agronómico, donde no utilizan insumos para su producción, los agricultores no realizan labores culturales que mantengan al cultivo. Esta especie se encuentra en asociación con otros cultivos, también está considerada como una planta ornamental en los huertos domésticos, de la misma manera la jícama está ligada al autoconsumo.

De esta forma, en las 42 comunidades visitadas, el 100% de agricultores realizan una mínima preparación de suelo antes de sembrar, de la misma manera esta especie no se encuentra con un correcto distanciamiento de siembra, a acepción de un sitio en la comunidad de Tunibamba donde la jícama se hallaba en surcos a un distanciamiento de 0,7 entre surcos y 0,7 entre plantas.

En lo que respecta al riego, el cultivo de jícama en la provincia de Imbabura carece de riego, el agua que necesita la planta proviene de la lluvia, es por ello que la época de siembra de la jícama los campesinos la realizan en los meses de septiembre y octubre.

En lo que respecta a las labores culturales, en 22 comunidades que representan al 52% los agricultores realizan el deshierbe y el aporque de la jícama cuando lo hacen para sus otros cultivos, de la misma manera en 21 comunidades que representan 50% colocan abono orgánico que proviene de los residuos de los animales que tienen en su casa.

Los agricultores productores de jícama cosechan las raíces de la planta paulatinamente, según sus necesidades.

La Estación Experimental Santa Catalina del INIAP el rendimiento de raíces tuberosas es de 30000 a 75000 kg/ha (Hermann, 1991). Es importante destacar que Manrique *et al.*, (2003), menciona que los rendimientos de jícama oscilan entre 28000 y 100000kg/ha.

Cuadro 7. Análisis técnico del cultivo de Jícama en las comunidades de la provincia de Imbabura, 2013.

Comunidad	N° Plantas	Análisis De suelo	Preparación de suelo	F. química	F. orgánica	Labores culturales	Control químico	Riego	Cosecha	Comercia lización	Autoconsumo	Costo Plantas	Costo/ha
Agualongo de Quichinche	3	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,72	4440,00
Alambuela	4	0	manual	0	0	0	0	0	manual	1	1	0,8	3700,00
Angla	5	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,18	4347,50
Carmelo	2	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,48	4440,00
Cercado	5	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	3,64	13468,00
Compania Baja	1	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	0,68	12506,00
Comuendo	11	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	6,82	11470,00
Condor Loma	4	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,96	4440,00
Espejo	7	0	manual	0	0	0	0	0	manual	1	1	1,68	4440,00
Eugenio Espejo	5	0	manual	0	0	0	0	0	manual	1	1	1,2	4440,00
Gualavi	3	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	1,83	11285,00
Guanansi	4	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,84	3885,00
Ibarra	5	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	3,65	13505,00
Iluman	26	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	16,64	11840,00
Imantag	1	0	manual	0	0	1	0	0	manual	0	1	0,35	6475,00
Iruguincho	0	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	0	12395,00
Jatun Rumi	0	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0	3885,00
La Portada	18	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	12,06	12395,00
Los Ovalos	7	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	4,69	12395,00
Manzano Guarangui	9	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	2,16	4440,00
Morlan	2	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,48	4440,00
Morochos	20	0	manual	0	1	1	0	0	manual	1	1	13,4	12395,00
Natabuela	6	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	3,84	11840,00
Penaherrera	4	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,96	4440,00
Perafan	3	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	2,01	12395,00

Peribuela	30	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	20,1	12395,00
Pijal	8	0	manual	0	1	1	0	0	manual	1	1	5,36	12395,00
Pinsaqui Norte	12	0	manual	0	1	0	0	0	manual	0	1	6,24	9620,00
Pinsaqui	0	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	0	11285,00
Pisangacho	15	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	10,95	13505,00
Quinchuqui	17	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	4,08	4440,00
San Fransisco de Manzano	4	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	0,96	4440,00
San Jose de la Bolsa	7	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,68	4440,00
San Pablo Compania Baja	1	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	0,67	12395,00
San Rafael	8	0	manual	0	1	1	0	0	manual	1	1	5,36	12395,00
San Antonio de Pucara	8	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,92	4440,00
San Jose de Quichinche	6	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,44	4440,00
San Luis de Agualongo	8	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	5,36	12395,00
Santa Clara de Quichinche	5	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,05	3885,00
Tocagon	9	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	2,16	4440,00
Topo Grande	5	0	manual	0	0	0	0	0	manual	0	1	1,05	3885,00
Tunibamba	43	0	manual	0	1	0	0	1	manual	0	1	69,23	29785,00
Yuyucocha	12	0	manual	0	1	1	0	0	manual	0	1	8,76	13505,00

Fuente: El autor.

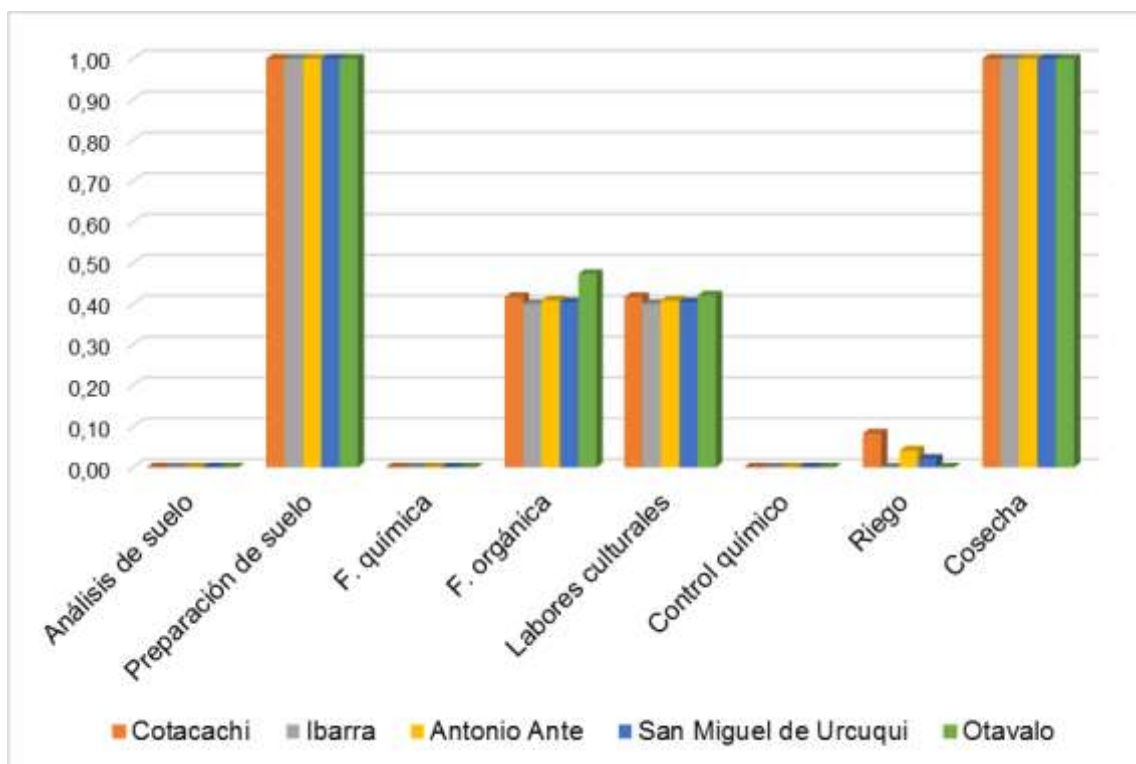


Gráfico 1. Análisis técnico del sistema de producción de Jícama. Imbabura, 2013

El Gráfico 1 muestra el manejo en el cultivo de jícama realizado por los agricultores en cada uno de los cantones de la provincia. Las actividades correspondientes a preparación del suelo no se ejecutan de manera técnica, es así que no se realizan análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo. La preparación del suelo y cosecha se realizan de forma manual la fertilización química y control químico de malezas no se realizan.

En la provincia de Imbabura se realiza las labores culturales de acuerdo a la edad del cultivo, es así que se practica un deshierbe acompañado de aporque una vez en el ciclo del cultivo. De la misma manera la fertilización orgánica se hace con los residuos de plantas y animales que tienen los agricultores en sus parcelas.

Al no ser la jícama un cultivo principal ni de interés económico para las familias Imbabureñas las actividades de manejo son muy reducidas a las requeridas para esta especie. A pesar de no existir un sistema de producción bien definido en la provincia, en los cantones Cotacachi y Otavalo los agricultores realizan el mayor número de actividades encaminadas a mejorar la producción del cultivo de jícama. En el Cuadro 8 se representa el sistema de producción de jícama en Perú y en la provincia de Imbabura. Caicedo (2014) propone un sistema de producción semi mecanizado para este cultivo.

Cuadro 8. Diferentes sistemas de producción de Jícama.

Sistema de Producción de Jícama en Perú			Sistema de producción de Jícama. Imbabura, 2013.		
Preparación del terreno	Arado Surcado	Yunta	Preparación del terreno y siembra	Semilla	Mano de obra familiar
Siembra	Semilla	Jornal	Deshierbe y aporque	Estiércoles (cuy, vaca, gallina, cerdo) Residuos vegetales	Mano de obra familiar
	Aplicación de abono				
	Distribución de semilla				
	Tapado				
Deshierbe	Primer deshierbe	Jornal	Cosecha	Cava	Mano de obra familiar
	Segundo deshierbe				
Abono	Humus	Jornal			
Riego		Jornal			
Cosecha	Corte de tallo	Jornal			
	Cava				
	Arrancado				
	Limpieza				
	Embalaje				
	Transporte				

Fuente: Seminario et al. (2003)

Fuente: Caicedo (2014)

4.3. Caracterización económica del cultivo de jícama

El cultivo de jícama en la provincia de Imbabura pertenece al sistema de producción de agricultura familiar de subsistencia, resultado que coincide con Rodríguez (2005) quien manifiesta, que la producción campesina que destina sus productos al autocosumo es de subsistencia. Por su parte Márquez (2000) menciona que la agricultura de subsistencia tiene un bajo grado de comercialización, que se limita al intercambio entre vecinos o mercados locales, la producción que se orienta en dos direcciones: para alimento humano y para alimento de animales, y las técnicas de producción empleadas son rudimentarias.

De acuerdo al sistema de producción, los costos de producción del cultivo no son apreciados como rubros de gastos por los agricultores de la provincia de Imbabura, pero tomando en cuenta el tiempo que destinan al cultivo cada actividad del sistema tiene un costo y los resultados se muestran en el Cuadro 9.

La mano de obra que se ocupa es de carácter familiar, y en relación a las labores culturales que realizan el costo promedio del sistema de producción es de 9,00 USD, con mínimo de 0,35 USD y el máximo de 20,1 USD, con este análisis el costo promedio por hectárea con el sistema actual de producción de jícama, para la agricultura familiar de subsistencia en Imbabura es de 8832,24 USD; el costo mínimo es de 3700 USD y el máximo es de 13505 USD.

De la misma manera el cultivo es considerado por los productores que requiere escasa atención. Sus raíces tuberosas no son comercializadas, por ello destinan poco tiempo, recursos y energía para su producción.

Con el sistema de agricultura convencional el costo por hectárea del cultivo de jícama en Perú y en la República Checa está alrededor de 6500 USD (Fernández, 2009).

Cuadro 9. Análisis económico del cultivo de jícama en las comunidades. Imbabura, 2014.

Comunidad	N° Plantas	Análisis De suelo	Preparación de suelo	F. química	F. orgánica	Labores culturales	Control químico	Riego	Cosecha	Comercialización	Autoconsumo	Costo Plantas	Costo/ha
Agualongo de Quichinche	3	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,72	4440,00
Alambuela	4	0	0,12	0	0	0	0	0	0,08	1	1	0,8	3700,00
Angla	5	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	1,18	4347,50
Carmelo	2	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,48	4440,00
Cercado	5	0	0,13	0	0,33	0,13	0	0	0,14	0	1	3,64	13468,00
Compania Baja	1	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	0,68	12506,00
Comuendo	11	0	0,12	0	0,32	0,09	0	0	0,09	0	1	6,82	11470,00
Condor Loma	4	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,96	4440,00
Espejo	7	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	1	1	1,68	4440,00
Eugenio Espejo	5	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	1	1	1,2	4440,00
Gualavi	3	0	0,12	0	0,31	0,09	0	0	0,09	0	1	1,83	11285,00
Guanansi	4	0	0,12	0	0	0	0	0	0,09	0	1	0,84	3885,00
Ibarra	5	0	0,13	0	0,33	0,13	0	0	0,14	0	1	3,65	13505,00
Iluman	26	0	0,12	0	0,31	0,09	0	0	0,12	0	1	16,64	11840,00
Imantag	1	0	0,12	0	0	0,11	0	0	0,12	0	1	0,35	6475,00
Iruguincho	0	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	0	12395,00
Jatun Rumi	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0,09	0	1	0	3885,00
La Portada	18	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	12,06	12395,00
Los Ovalos	7	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	4,69	12395,00
Manzano Guarangui	9	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	2,16	4440,00
Morlan	2	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,48	4440,00
Morochos	20	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	1	1	13,4	12395,00
Natabuela	6	0	0,12	0	0,31	0,09	0	0	0,12	0	1	3,84	11840,00
Penaherrera	4	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,96	4440,00
Perafan	3	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	2,01	12395,00
Peribuela	30	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	20,1	12395,00

Pijal	8	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	1	1	5,36	12395,00
Pinsaqui Norte	12	0	0,12	0	0,31	0	0	0	0,09	0	1	6,24	9620,00
Pinsaqui	0	0	0,12	0	0,31	0,09	0	0	0,09	0	1	0	11285,00
Pisangacho	15	0	0,13	0	0,33	0,13	0	0	0,14	0	1	10,95	13505,00
Quinchuqui	17	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	4,08	4440,00
San Fransisco de Manzano	4	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	0,96	4440,00
San Jose de la Bolsa	7	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	1,68	4440,00
San Pablo Compania Baja	1	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	0,67	12395,00
San Rafael	8	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	1	1	5,36	12395,00
San Antonio de Pucara	8	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	1,92	4440,00
San Jose de Quichinche	6	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	1,44	4440,00
San Luis de Agualongo	8	0	0,12	0	0,32	0,11	0	0	0,12	0	1	5,36	12395,00
Santa Clara de Quichinche	5	0	0,12	0	0	0	0	0	0,09	0	1	1,05	3885,00
Tocagon	9	0	0,12	0	0	0	0	0	0,12	0	1	2,16	4440,00
Topo Grande	5	0	0,12	0	0	0	0	0	0,09	0	1	1,05	3885,00
Tunibamba	43	0	0,12	0	0,31	0,09	0	1	0,09	0	1	69,23	29785,00
Yuyucocha	12	0	0,13	0	0,33	0,13	0	0	0,14	0	1	8,76	13505,00

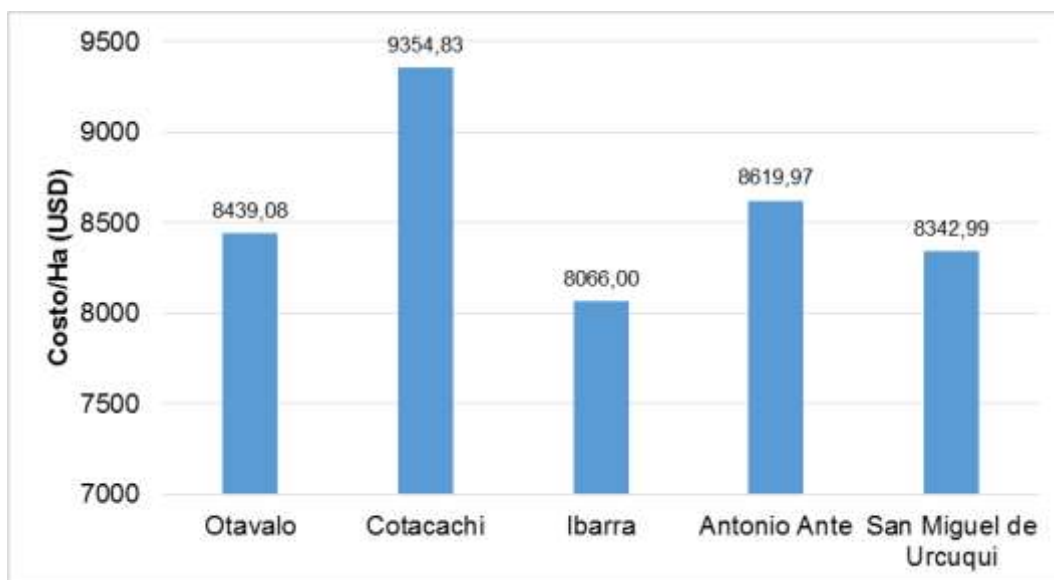


Gráfico 2. Análisis económico del sistema de producción de Jícama. Imbabura, 2013.

El costo de producción de jícama varía en cada Cantón de la provincia de Imbabura. Este valor fue mayor en Cotacachi (9354,83 USD/ ha), en relación con los demás, los factores que determinaron estas diferencias fueron el manejo del cultivo, producción y el precio del jornal. Cotacachi es el Cantón en el que se realizan mayor número de labores y el jornal es superior al registrado en los demás (18 USD), se ha tomado en cuenta este rubro teóricamente debido que la mano de obra es familiar (Gráfico 2). Además las variaciones de este rubro fueron influenciadas por la ubicación geográfica como las características edafo-climáticas en las que se desarrolla los cultivos, siendo distinta en cada comunidad de la provincia (Ilustración 7).

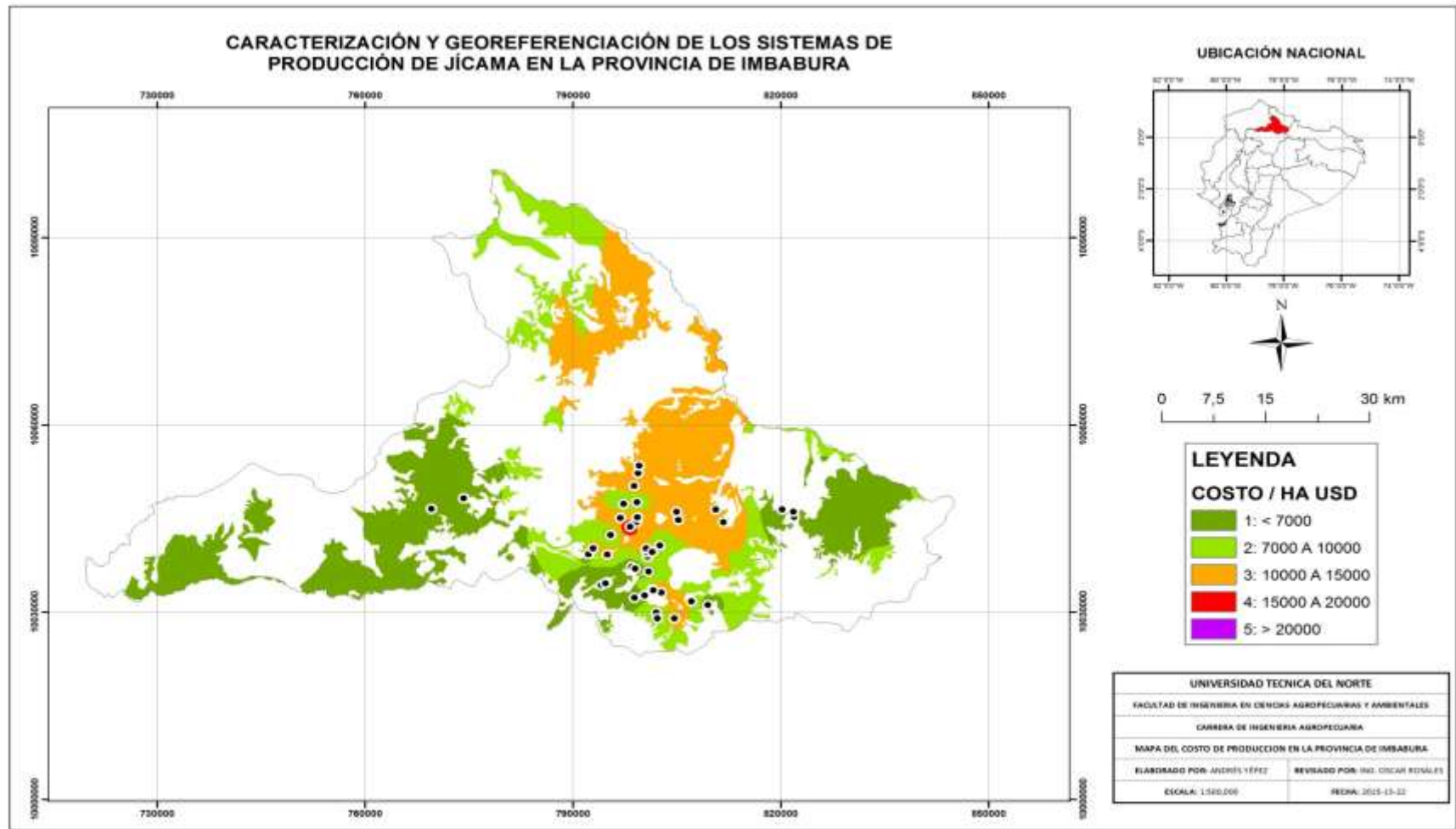


Ilustración 8. Costo de producción por hectárea en la provincia de Imbabura, 2013.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En la provincia de Imbabura, el 59% de los cultivos de jícama se encuentran a una altitud comprendida entre 2601 msnm y 2900 msnm, el 60% se encuentran en un rango de temperatura comprendido entre los 12 y 16° C. Al analizar el efecto de la precipitación en el cultivo, se detectó que el 57% del área de producción, en donde se encuentra la mayor producción de jícama de Imbabura, tienen una precipitación de 1 000 a 1 250 mm/año. Con respecto al suelo, el estudio reveló que el 59% las zonas con mayor área de cultivo, poseen una textura franco arenosa.

La producción de jícama en la provincia de Imbabura es de carácter familiar y de autoconsumo por ende hay un incompleto manejo en el sistema de cultivo de jícama, esta especie también se mantiene como una planta ornamental. Los agricultores que poseen en sus huertos la planta no tienen fines de comercialización, y el número de plantas cultivadas por agricultor en la provincia de Imbabura fue 9, con un rendimiento promedio de 5 kg/planta, lo que teóricamente podría representar una producción de 60 Ton/ha, correspondiente a un cultivo de subsistencia.

El costo promedio de producción por hectárea del cultivo de jícama en la provincia de Imbabura es de 8832,24, esto se debe al sistema de producción encontrado; sistema de agricultura familiar de subsistencia, que en relación a las labores y actividades que realizan en el cultivo, el costo del jornal en la zona encarece el sistema de producción.

5.2. Recomendaciones

Plantear un sistema de producción apropiado al medio y condiciones socio económica de los agricultores de la provincia de Imbabura.

Mejorar el manejo del cultivo de jícama para incrementar los rendimientos optimizando los recursos encontrados en las parcelas de las familias Imbabureñas.

Realizar investigaciones relacionadas con el rendimiento del cultivo de jícama en diferentes pisos altitudinales.

Dar a conocer la importancia del cultivo de jícama, para que los agricultores de la provincia de Imbabura la conserven en sus parcelas como alimento para sus familias.

Identificar los sistemas de producción en otros cultivos de la provincia de Imbabura, realizando un análisis de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

REFERENCIAS

1. Altieri, M., & Anderson, M. K. (1991). An Ecological Basis for the Development of Alternative Agricultural Systems for Small Farmers in the Third World. *American Journal of Alternative Agriculture*, 30-38.
2. Álvarez, G., Sánchez, S. y Uchuari, Y. (2012). *Manual técnico para el cultivo de Jícama (Smallanthus sonchifolius) en Loja*. Universidad nacional de Loja: Loja, Ecuador. 19p
3. Álvarez, S. J., Gómez, M. A., & Schwentesius, R. E. (2013). Investigaciones comparativas entre agricultura convencional y agricultura organica. *Spanish Journal of Rural Development (SJRD)*, 9.
4. Amaya J. (2002). *Desenvolvimiento de Yacón (Polymnia sonchifolia Poep & Endl) a partir de rizóforas y de yemas axilares, en diferentes localidades*. (Tesis de Doctorado en Agronomía, Área de Concentración en Horticultura). Universidad Estatal Paulística Julio de Mezquita, Brasil. 89 p.
5. Amaya, J. (2000). Efeitos de doses crescentes de nitrogenio e potássio na produtividade de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl.). (Tesis de Maestría). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Brasil, 58 p.
6. Apollin, F. y Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Quito: CAMAREN.
7. Araque, A. (2012). Sistema de Información Geográfica para la Mejora de Gestión y la Toma de Decisiones Difusa en Entornos Oleicos (Diploma de estudios avanzados) Universidad de Jaén.
8. Ariel, M. y Campanella, O. (2009). AP-SIG un SIG con funciones específicas para Agricultura de Precisión.
9. Arnao, I., Seminario, J., Cisneros, R., & Trabucco, J. (2011). Potencial antioxidante de 10 accesiones de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson, procedentes de Cajamarca – Perú, 72(4): 239-243.
10. Ayala, C. (2001). Centro de documentación- Soluciones Prácticas – ITDG. Lima, Perú: Escuela de Agro Negocios de INDAR-PERÚ.
11. Ayuga, E. (2008). Estimación e interpolación. Recuperado de http://scielo.sa.cr/scielo.php?pid=s0377-94242013000200006&script=sci_arttext

12. Canto, C. DE (1998). “Los mapas temáticos” en Trabajos prácticos en Geografía humana Carrera, C. Canto, C. del Gutiérrez, J. Méndez, R. y Pérez, M. Síntesis Madrid. pp. 311-396.
13. Capcha Pacheco, A. (2001). Buena Salud, Primer curso Latinoamericano de Medicina Mundial. Editorial Santa Herminia: Lima-Perú. 70 p..
14. Cárdenas, M. (1969). Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba.
15. Carracaco, L. (2009). Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. 27(3): 59-76p.
16. Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia de riego y drenaje*. Potosí, México: Centro de investigación y estudios de posgrado y área agrogeodésica. Recuperado de <http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudiantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf>
17. Dávila, F., & Camacho, E. (2012). Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas.
18. FAO. (1992). Cultivos marginados, otras perspectiva de 1492. Roma.
19. FAO. (2007). Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago. 145p.
20. Fernández, E., Pérz, W., Robles, H., Viehmannova, I., (2005). Screening of Yacon (*Smallanthus sochifolius*) in the Bilbao Rioja and Charcas Provinces of Departament Potosí in Bolivia.
21. Fernández, E., Viehmannova, I., Milella, L. (2006). Yacón [*Samallanthus sochifolius* (Poepp. and Endl) H Robinson]: a new crop in Central Europe. Plant Soil Environment 52: 564-570.
22. Fernández, E., Viehmannova, I., Bechyne, M., Lachman, J., Milella, L., & Martelli, G. (2007). The cultivation and phenological growth stages of yacón [*Samallanthus sochifolius* (Poepp. and Endl) H Robinson].
23. Gaston, G. (1990). Agricultura tradicional y agricultura ecóogica vecinos disantes. Cordova.
24. Gliessman, R. (2002). *Agroecologia. Procesos sostenibles en agricultura sostenible*. Costa Rica. 77p.
25. Gobierno Municipal de Otavalo. (2012). Actualizacion del plan de desarrollo y formulación del plan de ordenamiento territorial del Cantón Otavalo. Recuperado de http://www.otavalo.gob.ec/webanterior/wp-content/uploads/2013/08/PLAN_DOT-.pdf

26. Gobierno Municipal de Urucuquí. (2009) Guía Turística. Recuperado de <http://sto.ec/evolucionarios/guia-turismo-urucuqui.pdf>
27. Gómez, A. (2000). *Agricultura orgánica: una alternativa posible*. En programa de agroecología. Recuperado de http://www.ceuta.org.uy/files/Agricultura_organica_una_alternativa_posible.pdf
28. Grau, A. y Rea, J. (1997). “Yacón” *Smallanthus sonchifolius*. (Poepp. & Endl.) H. Robinson. In: Hermann, M. & J. Heller (eds): *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca, yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 21. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 199- 242.
29. Greco, S. (2013). Agroecología: sistemas agroecológicos de producción. En *Teóricos de Ecología Agrícola y Protección Ambiental*. Disponible en <http://campus.fca.uncu.edu.ar/course/view.php?id=31>
30. Grijalva, T. y Otavaro, J. (2010). Zonificación Ecológica – Ambiental y Propuesta de Manejo del cantón Pimampiro. Ibarra, EC. s.e. p. 8-12.
31. Gutiérrez, M. (2001). Colombia: *Transgénicos y agricultura*. Recuperado de <http://www.rallt.org/PAISES/LATINOAMERICA/COLOMBIA/col14.pdf>
32. <http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCAA/temario.pdf>
33. Hermann, M. Nieto, C. Castillo, R. y Del Río, A. (1991). Identificación de duplicados clonales con descriptores morfológicos e isoenzimáticos en la Colección de Melloco (*Ullucus tuberosus*) del Ecuador. Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz-Bolivia 4-8 febrero de 1991.
34. Huerta, E., Mangiaterra, A. y Noguera, G. (2005). *GPS: posicionamiento satelital*. Rosario: UNR Editora. Recuperado de https://www.academia.edu/9126965/GPS_Posicionamiento_Satelital
35. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2010). Censo de población y de vivienda 2010. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
36. Johnson, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K., y Lucas N. (2001). *Using ArcGis Geoestadistical Analyst*. ESRI. 300 p.
37. Junta de Andalucía (2012). *Asesoramiento en producción ecológica*. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/111229_PREGUNTAS_FRECUENTES_borr5_rev.pdf

38. Manrique, I., Hermann, M., & Barnet, T. (2004). Yacón-Ficha Técnica. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).
39. Marquéz, D. (2000). *Sistemas Agrarios*. España: Sintesis S. A.
40. Matsubara, S. (1997). Micropropagation of *Polymnia sonchifolia* (Yacon). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 29. High Tech and Micropropagation V (ed. By Y.P.S. Bajaj). 150-159.
41. Mejía C. L. (1986). Guías para la clasificación de suelos (polipedones) en la taxonomía del USDA. CIAF. Unidad de Suelos y Agricultura. Bogotá. Colombia.
42. Meza, *et al.* (2001). Metodología para caracterización y desarrollo de micro centros de diversidad del manejo de germoplasma in situ 1993- 1997. Recuperado de <http://www.condesan.org/Biodiver/InSitu/insitmet1.htm>
43. Mitsova, H. & Mitsova, L. (1993). Interpolation by Regularized Spline with Tension. *Mathematical Geology*. 25(6): 641-655.
44. Moreno, J. (2007). *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Madrid.
45. National Research Council (NRC). (1989), *Lost Crop of the Incas. Little - know Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. Washington, D.C., USA: National Academy Press. p. 47–55.
46. Lasso, C. y Cordova, J. (2009). Identificación de áreas potenciales para repoblación forestal del Cantón San Miguel de Ibarra. (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/111/6/03%20FOR%20163%20TESIS.pdf>
47. Ondrej, L. (1988). VYUZITI MECHANIZACNICH PROSTREDKU V ZEMEDELSTVI.
48. Ospina, A. (1995). *Características agroforestales de los huertos familiares. Documento interno*. Cali, Colombia: Fundación Ecovivero. 29p.
49. Paredes, J. y Rosero, R. (2007). Consumo de leña en el área rural del Cantón Cotacachi y propuesta de plantaciones energéticas. (Tesis de Ingeniería). Universidad técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
50. Pesquer, L., Masó, J. y Pons, X. (2007). Integración S.I.G. de regresión multivariante, interpolación de residuos y validación para la generación de rásters continuos de

- variables meteorológicas. *Revista de Teledetección*, (28): 69-76. Recuperado de http://www.aet.org.es/revistas/revista28/7-112-Pesquer_revisado.pdf
51. Pulgar Vidal, J. (1996). Geografía del Perú: las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la sabiduría ecológica tradicional. Lima, Perú: Editorial Peisa. 302 p.
 52. QGIS. (2015). Manual del Usuario. Publicación 2.8. Recuperado de <https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/94162/modresource/content/2/Manual%20QGIS%202.8.pdf>
 53. Racca, J. (1982). Análisis de distribución geográfica utilizando superficies de tendencia, programas para su cálculo. Notas, Serie A (13). Universidad de Rosario. Argentina.
 54. Rea, J. (1992). *Raíces Andinas* (pp. 163-179) En Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492 (León, J. and Hernández, J., eds.). FAO, Roma, Italia.
 55. Rodríguez, M (2005). Impactos diferenciados de la liberalización comercial sobre la estructura agrícola de América Latina, Serie Desarrollo Productivo, División de Desarrollo Productivo y Empresarial. Santiago de Chile: CEPAL.
 56. Sánchez, H. 2006. Evaluación agronómica de seis ecotipos de “tomatillo” (*Physalis peruviana*) para su adaptación en tres pisos ecológicos de la cuenca alta del Llaucano. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca
 57. Sarria, F. (2006). Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
 58. Secretaria General de la Comunidad Andina. (2011). Proyecto “Promoción de la Agricultura familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina”. Lima, Perú. Recuperado de http://www.comunidadandina.org/Upload/2011610181827revista_agroecologia.pdf
 59. Sánchez, H. 2006. Evaluación agronómica de seis ecotipos de “tomatillo” (*Physalis peruviana*) para su adaptación en tres pisos ecológicos de la cuenca alta del Llaucano. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca
 60. Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El Yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Peru: Centro. 60 pp.
 61. Siabato, W. y Yudego, C. “Geoestadística y Medio Ambiente “. Territorio y Medio Ambiente: Métodos Cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica. Aportaciones al XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección (Asociación de

- Geógrafos Españoles) y Departamento de Geografía, universidad de Murcia. Conesa, C. y Martínez, J.B. Eds. Murcia, 2004. pp 11-25.
62. Suarez, C. (2008). Consumo de leña y propuesta de plantaciones energéticas en el área rural del cantón Antonio Ante provincia de Imbabura. (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/109/3/03%20FOR%20152%20TESIS.pdf>
 63. Tapia, C., Castillo, R. y Mazón, N. (1996). *Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador*. INIAP-DENAREF. 180 p.
 64. Tapia, N. (2002). Agroecología y agricultura campesina sostenible en los Andes bolivianos. La paz. AGRUCO. pp. 85-86. Recuperado de <ftp://ftp.cgiar.org/cip/CIP-QUITO/Jorge%20Andrade/Literatura%20SAS-M/agricultura%20sos/agroecologia-agricultura-sostenible.pdf>
 65. Valdés, C. (s/f). La importancia del enfoque agroecológico en la enseñanza de la Agronomía. Nuevo León.
 66. Viehmannová, I., Fernández, E.C., Plchová, R. & Zámečnicková, J. (2007). Planting material of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson]. VIII. Seminář „Osivo a sadba“ 8.2. 2007. Praha. Sborník konference, s. 113-116.
 67. Vílchez, J. (2000). Introducción a los sistemas de información geoespacial. Mérida: Consejo de desarrollo científico y humanístico, Universidad de los andes. Talleres Gráficos Universitarios. 203p.
 68. Zardini, E. (1991), Ethnobotanical Notes on Yacon *Polymnia sonchifolia* P&E. Economic Botany. p 72-95.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario para el levantamiento de información de los sistemas de producción de jícama [*Smallanthus sochifolius* (PEOPP & ENDL) H: ROBINSON]. Imbabura, 2014.

Datos Generales			
Provincia	Imbabura	Cantón	
Parroquia		Comunidad	
Waypoint	X:	Y:	Z:
Datos del cultivo			
Conoce la planta de jícama		Si:	No:
Tiene Jícama		Si:	No:
Cuántas plantas tiene			
Densidad de siembra			
Realiza análisis de suelo		Si:	No:
		Costo:	
Como realiza la preparación de la cama de siembra			
Mecanizado	Arado:	Rastra:	Surcado:
Yunta:	Arado:	Rastra:	Surcado:
Manual:	Arado:	Rastra:	Surcado:
Como realiza la fertilización			
Química	Fuente	Dosis	Costos
Orgánica	Fuente	Dosis	Costos
Realiza control químico de malezas		Si:	No:
Fuente		Dosis	Costos
Realiza labores culturales		Si:	No:
Deshierbe	Jornales	Herramienta	Costo
Aporque	Jornales	Herramienta	Costo
Frecuencia del riego		Costo	
Como realiza la cosecha			
Manual	Jornal	Herramienta	Costo
Mecanizado		Costo	
Rendimiento de raíces		Kg:	
Destino de sus raíces			
Venta		Autoconsumo	
Lugar de venta			
Como transporta sus producto			
Transporte propio		Transporte público	Flete
Costo del jornal	\$		

Anexo 2. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Agualongo de Quichinche

Comunidad Parroquia Cantón	Agualongo de Quichinche San José de Quichinche Otavaló	
Labor	Costo Planta (USD)	Costo Ha (USD)
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 3. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Alambuela

Comunidad Parroquia Cantón	Alambuela Cotacachi Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,08	1480
	Total	3700

Anexo 4. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Angla

Comunidad Parroquia Cantón	Angla San Pablo Otavaló	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 5. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Caramelo

Comunidad Parroquia Cantón	Carmelo Ibarra Ibarra	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 6. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad El Cercado

Comunidad Parroquia Cantón	Cercado Cotacachi Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,13	2368
Fertilización	0,33	6105
Labores culturales	0,13	2405
Riego	0	0
Cosecha	0,14	2590
	Total	13468

Anexo 7. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Angla

Comunidad Parroquia Cantón	Compania Baja Otavalo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2275,5
Fertilización	0,32	5975,5
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12506

Anexo 8. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Comuendo

Comunidad Parroquia Cantón	Comuendo Otavalo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,09	1665
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	11470

Anexo 9. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Espejo

Comunidad Parroquia Cantón	Condor Loma Quiroga Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 10. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Condor Loma

Comunidad Parroquia Cantón	Espejo Eugenio Espejo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 11. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San José de Quichinche

Comunidad Parroquia Cantón	Eugenio Espejo Eugenio Espejo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 12. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Gualavi

Comunidad Parroquia Cantón	Gualavi San Pablo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,31	5735
Labores culturales	0,09	1665
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	11285

Anexo 13. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Guanansi

Comunidad Parroquia Cantón	Guanansi Otavalo Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	3885

Anexo 14. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Ibarra

Comunidad	Ibarra	
Parroquia	Ibarra	
Cantón	Ibarra	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,13	2405
Fertilización	0,33	6105
Labores culturales	0,13	2405
Riego	0	0
Cosecha	0,14	2590
	Total	13505

Anexo 15. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Iluman

Comunidad	Iluman	
Parroquia	San Luis de Iluman	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,31	5735
Labores culturales	0,09	1665
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	11840

Anexo 16. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Imantag

Comunidad	Imantag	
Parroquia	Imantag	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	6475

Anexo 17. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Irugincho

Comunidad Parroquia Cantón	Irugincho San Blas Urcuqui	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 18. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Jatun Rumi

Comunidad Parroquia Cantón	Jatun Rumi San Roque Antonio Ante	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	3885

Anexo 19. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad La Portada

Comunidad Parroquia Cantón	La Portada Quiroga Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 20. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Los Ovalos

Comunidad	Los Ovalos	
Parroquia	San Francisco de Natabuela	
Cantón	Antonio Ante	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 21. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Manzano

Comunidad	Manzano Guarangui	
Parroquia	Ibarra	
Cantón	Ibarra	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 22. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Morlan

Comunidad	Morlan	
Parroquia	Imantag	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 23. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Morochos

Comunidad	Morochos	
Parroquia	Cotacachi	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 24. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Natabuela

Comunidad	Natabuela	
Parroquia	San Francisco de Natabuela	
Cantón	Antonio Ante	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,31	5735
Labores culturales	0,09	1665
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	11840

Anexo 25. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Peñaherrera

Comunidad	Peñaherrera	
Parroquia	Peñaherrera	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 26. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Perafan

Comunidad	Perafan	
Parroquia	Imantag	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 27. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Peribuela

Comunidad	Peribuela	
Parroquia	Imantag	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 28. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pijal

Comunidad	Pijal	
Parroquia	Gonzales Suarez	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 29. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pinsaqui Norte

Comunidad Parroquia Cantón	Pinsaqui Norte San Juan de Iluman Otavaló	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,31	5735
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	9620

Anexo 30. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Pisangacho

Comunidad Parroquia Cantón	Pisangacho San Blas San Miguel de Urucuquí	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,13	2405
Fertilización	0,33	6105
Labores culturales	0,13	2405
Riego	0	0
Cosecha	0,14	2590
	Total	13505

Anexo 31. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Quinchuqui

Comunidad Parroquia Cantón	Quinchuqui Dr. Miguel Egas Cabezas Otavaló	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 32. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Francisco de Manzano

Comunidad	San Francisco de Manzano	
Parroquia	Ibarra	
Cantón	San Miguel de Ibarra	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 33. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San José de la Bolsa

Comunidad	San José de la Bolsa	
Parroquia	Otavalo	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 34. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Pablo Compania Baja

Comunidad	Compania Baja	
Parroquia	San Pablo	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 35. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Rafael

Comunidad	San Rafael	
Parroquia	San Rafael	
Cantón	Otavaló	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 36. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Antonio de Pucara

Comunidad	San Antonio de Pucara	
Parroquia	Apuela	
Cantón	Cotacachi	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 37. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Yuyucocha

Comunidad	San José de Quichinche	
Parroquia	Otavaló	
Cantón	Otavaló	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 38. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad San Luis de Agualongo

Comunidad	San Luis Agualongo	
Parroquia	San Juan de Iluman	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0,32	5920
Labores culturales	0,11	2035
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	12395

Anexo 39. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Santa Clara de Quichinche

Comunidad	Santa Clara de Quichinche	
Parroquia	San José de Quichinche	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,09	1665
	Total	3885

Anexo 40. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Tocagon

Comunidad	Tocagon	
Parroquia	San Rafael	
Cantón	Otavalo	
Labor	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo	0	0
Preparación de Suelo y siembra	0,12	2220
Fertilización	0	0
Labores culturales	0	0
Riego	0	0
Cosecha	0,12	2220
	Total	4440

Anexo 41. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Tunibamba

Comunidad	Tinibamba	
------------------	------------------	--

Labor	Parroquia	Cotacachi	
	Cantón	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo		0	0
Preparación de Suelo y siembra		0,12	2220
Fertilización		0,31	5735
Labores culturales		0,09	1665
Riego		1	18500
Cosecha		0,09	1665
		Total	29785

Anexo 42. Costo de producción del cultivo de jícama en la comunidad Eugenio Espejo

Labor	Comunidad	Yuyucocha	
	Parroquia	Ibarra	Ibarra
	Cantón	Costo Planta	Costo Ha
Análisis de suelo		0	0
Preparación de Suelo y siembra		0,13	2405
Fertilización		0,33	6105
Labores culturales		0,13	2405
Riego		0	0
Cosecha		0,14	2590
		Total	13505

Fotografías



Fotografía 1. Planta de Jícama comunidad San Clemente



Fotografía 2. Raíz de Jícama



Fotografía 3. Planta de Jícama comunidad Pisangacho y Raíz tuberosa de Jícama (derecha)



Fotografía 4. Planta de Jícama comunidad San Roque y Raíz tuberosa de Jícama (derecha)