



**Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias**

Fecha de Presentación: Junio 2010.

Estación Experimental: Santa Catalina.

Programa / Departamento: Departamento de Suelos y Aguas (DMSA).

Proyecto: 63303 Generación de tecnología para nutrición de plantas.

Actividad: Zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la Sierra ecuatoriana.

Ubicación: Provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Tungurahua, Bolívar, Cotopaxi, Cañar, Azuay y Loja.

Autor(es): Egda. Gissela Patricia Díaz Rivadeneira.

Coautor(es): Ing. Yamil Cartagena.  
Ing. Xavier Cuesta.

Colaborador(es): IPNI.  
PNRT – PAPA.  
INAMHI.  
MAGAP – SIGAGRO.  
Consejo Provincial de Pichincha.

Fecha de Inicio: Junio 2010.

Fecha de Terminación: Junio 2011.

Presupuesto: 7 092USD

Fuente(s) de Financiamiento:

INIAP	16%
IPNI	14%
Egresada	70%
Total	100%

## 1. ANTECEDENTES

El cultivo de la papa constituye uno de los productos agropecuarios de mayor producción y consumo en el Ecuador, especialmente en la región interandina, donde se presenta como producto alimenticio básico de los pueblos desde las épocas precoloniales. La adaptación de este tubérculo al clima y suelos, sumado a la estabilidad climática durante todo el año en las zonas productoras, facilita la siembra y cosecha (Devaux *et al.* 2010).

El 0.4% del territorio nacional de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 49 719 ha; 75.6% de esta superficie se encuentra en manos de pequeños agricultores con extensiones de tierra de entre 1 y 5 ha, 11.9% en productores que poseen de 5 a 10 ha, 10.7% en productores que poseen de 10 a 50 ha y el 1.8% del total de hectáreas del cultivo está en manos de productores grandes con extensiones de más de 50 ha (Revelo, 2010).

La frontera agrícola del Ecuador ha crecido en 25 años de 3.5 millones de hectáreas a 12 654 millones de hectáreas cultivables según el III Censo Agropecuario (SICA, 2004), utilizando las zonas de páramos y deforestando el bosque primario, provocando una creciente degradación de los suelos, que amenaza con destruir la capacidad productiva de gran parte de las tierras agrícolas de mayor potencial y crea problemas ambientales cada vez más graves (Rizzo, 2004).

Según la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo (1999), la degradación de los recursos naturales no es una consecuencia inevitable del progreso humano, sino más bien una consecuencia de un tipo de crecimiento económico insustentable en términos ecológicos y desigual e injusto en términos sociales. Por lo tanto, es imprescindible una urgente corrección de rumbo; la solución no radica en desacelerar el desarrollo sino más bien en mantener como objetivo principal el mejoramiento de la calidad de vida, pensando en que el crecimiento no es solamente el incremento de la producción. Por esto una zonificación agroecológica y la planificación del uso de la tierra son ingredientes fundamentales para la definición de cualquier estrategia de desarrollo sustentable.

Los estudios de zonificación agroecológica de cultivo (ZAE) han desempeñado un papel importante en la delimitación de áreas, en las cuales es posible definir que cultivos tienen mayor potencial de producción. Las investigaciones más avanzadas al respecto han incorporado bases de datos enlazadas a sistemas de información geográfica (SIG), relacionadas a modelos estadísticos, con múltiples aplicaciones en el manejo de los recursos naturales y planificación del uso de la tierra (FAO, 1997).

En 1974, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en colaboración con la ORSTOM elaboraron las cartas de suelos por regiones adaptadas a distintas condiciones, con miras a la planificación agrícola del país. Estos estudios fueron desarrollados en el marco del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG), actualmente SIGAGRO, con el propósito de evaluar los

recursos naturales renovables y complementar la planificación agrícola (MAG, 1980).

El Programa de papa del INIAP conjuntamente con el Departamento de Suelos y Aguas han venido usando metodologías participativas enfocadas al ordenamiento y desarrollo socio económico para el desarrollo de la papa, a través de la investigación denominada “Zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua, en donde se establece que el 0.28% de la superficie de estas provincias tiene aptitud para el cultivo (Espinosa *et al.* 2008).

A través de la implementación de nuevas tecnologías, diversas instituciones han desarrollado estrategias y acciones para desarrollar proyectos que conduzcan a la planificación y conservación de los recursos, permitiendo la búsqueda de soluciones más acertadas a diferentes problemas de evaluación de uso del suelo como base para el manejo de una agricultura sostenible (Galeano *et al.* 2003).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La zonificación agroecológica es un recurso de gran importancia para el desarrollo agrícola, debido a que se buscan condiciones ambientales óptimas para las especies vegetales donde sea posible el máximo potencial de producción. De esta manera se logra interrelacionar los factores que inciden en el desarrollo de los cultivos: clima, suelo, relieve, requerimientos agroclimáticos del cultivo.

Con esta investigación se pretende elaborar un mapa de zonificación agroecológica para el cultivo de la papa, de las provincias ubicadas en la Sierra ecuatoriana, para generar una herramienta que permita disponer de información actualizada y accesible para instituciones públicas y privadas con el fin de facilitar el desarrollo de técnicas agrícolas adecuadas que mejoren la producción del cultivo de papa y por consiguiente la calidad de vida de los pequeños y medianos productores; permitiendo una correcta planificación y la conservación de los recursos naturales.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 General**

Elaborar un mapa de la zonificación agroecológica del cultivo de papa en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Tungurahua, Bolívar, Cotopaxi, Cañar, Azuay y Loja, a escala 1:50 000.

### **3.2 Específicos**

- Caracterizar el área de estudio respecto a los factores que influyen en el desarrollo del cultivo de papa: clima, suelo y agroecológicos.
- Actualizar la información climática de las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar y Tungurahua.

- Determinar las zonas aptas para el cultivo de papa, de acuerdo a sus requerimientos agroclimáticos.

#### **4. HIPÓTESIS**

Ho: La elaboración del mapa de zonificación agroecológica no permite ubicar las zonas aptas para el cultivo de papa.

#### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **5.1. Equipos**

###### **5.1.1. Hardware**

- Computador.
- Sistema de posicionamiento global (GPS), Magellan.

###### **5.1.2. Software**

- ArcGis 9.2.
- SURFER 8.0.
- Microsoft Office Excel 2003.

##### **5.2. Información**

###### **5.2.1. Información básica**

- Ordenamiento territorial de la provincia de Pichincha escala 1:50 000 del Consejo Provincial de Pichincha.
- Cartografía temática proporcionada por el SIGAGRO, escala 1:250 000 sobre división político-administrativa, uso y cobertura del suelo, suelos y geomorfología.
- Serie climática de 1 980 a 2 008, sobre temperatura y precipitación de los anuarios meteorológicos del INAMHI.

###### **5.2.2. Información especializada**

Requerimientos climáticos y edafológicos del cultivo a zonificar.

##### **5.3. Factores en estudio**

###### **5.3.1. Geomorfología**

- Pendiente.

###### **5.3.2. Requerimientos ecológicos del cultivo**

- Requerimientos climáticos.
- Requerimientos edáficos.

### **5.3.3. Clima**

- Isotermas.
- Isoyetas.
- Balance hídrico.
- Evapotranspiración potencial.

### **5.3.4. Suelos**

#### **5.3.4.1. Características físicas**

- Profundidad.
- Textura.
- Pedregosidad.
- Drenaje.
- Nivel freático.
- Erodabilidad.

#### **5.3.4.2. Características químicas**

- Fertilidad (N, P y K).
- Salinidad.
- Potencial hidrógeno (pH).
- Materia orgánica.

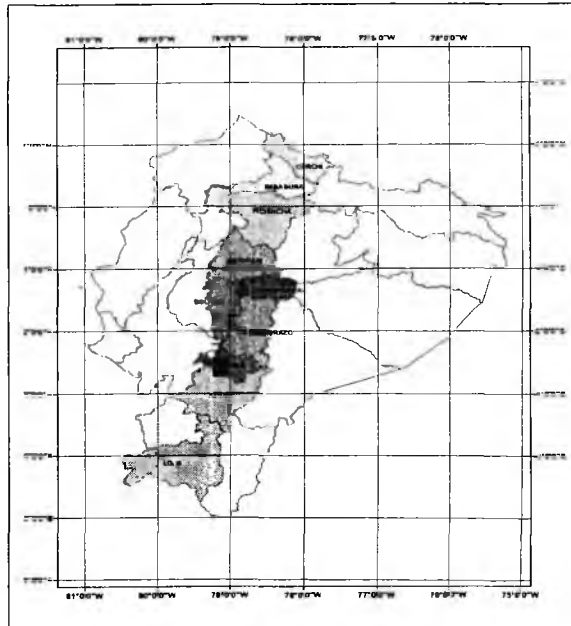
#### **5.3.4.3. Clima del suelo**

- Régimen de humedad.
- Régimen de temperatura.
- Inundación.

## **5.4. Metodología**

### **5.4.1. Ubicación del área en estudio**

El estudio se realizará en las provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja (Gráfico1).



**Gráfico 1.** Mapa de la ubicación de las provincias en estudio.

#### 5.4.2. Ubicación política

El área de estudio comprende 10 provincias (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja), con 86 cantones, representando una superficie total de 63 212 km<sup>2</sup> (6 321 200 ha), las que se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** División política de las provincias en estudio.

Provincia	Cantón	Superficie (km <sup>2</sup> )
Carchi	Tulcán Espejo, Montúfar, Mira, Bolívar y Huaca.	3 699
Imbabura	Ibarra Antonio Ante, Otavalo, Cotacachi Pimampiro y San Miguel de Urcuquí.	4 986
Pichincha	Quito, Cayambe, Mejía, Pedro Moncayo, Rumiñahui, San Miguel de los Bancos, Pedro Vicente Maldonado y Puerto Quito.	13 075
Cotopaxi	Latacunga, La Maná, Pangua; Pujilí, Salcedo y Sigchos.	5 958
Tungurahua	Ambato, Baños Cevallos, Mocha, Patate, Quero, San Pedro de Pelileo Santiago de Pillaro y Tisaleo.	3 481
Bolívar	Guaranda, Chimbo, Echeandía, San Miguel, Chillanes, Caluma, Las Naves.	3 939
Chimborazo	Riobamba, Alausí, Colta, Chunchi, Guamote, Guano, Penipe, Pallatanga, Chambo y Cumandá.	6 160
Cañar	Azogues, Biblián, Cañar, La Troncal, El Tambo y Déleg.	3 187

Azuay	Cuenca; Chordeleg; El Pan; Girón; Gualaceo; Nabón; Oña; Paute; Pucará; San Fernando; Santa Isabel; Sevilla de Oro; Sigsig y Guachapala.	7 701
Loja	Loja, Macará, Paltas, Puyango, Saraguro, Celica, Catamayo, Alamor, Gonzanamá, Sozoranga, Zapotillo, Calvas, Chaguarpamba, Pindal, Quilanga.	11 026

Fuente: INEC, 2008.

### 5.4.3. Ubicación ecológica

Pumisacho y Sherwood (2 002), indica que en el país existen tres pisos ecológicos principales: andino (más de 3 600 m), subandino (3 200-3 600 m) e interandino (2 800-3 200 m). La precipitación en la sierra tiene un carácter bimodal: de marzo a abril y de octubre a diciembre, debido al desplazamiento de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). En cuanto al tipo de suelo predominante es de origen volcánico con alto contenido en aluminio activo, extractable con oxalato ácido de amonio, denominado negro andino (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Descripción de las características ecológicas de las zonas en estudio.

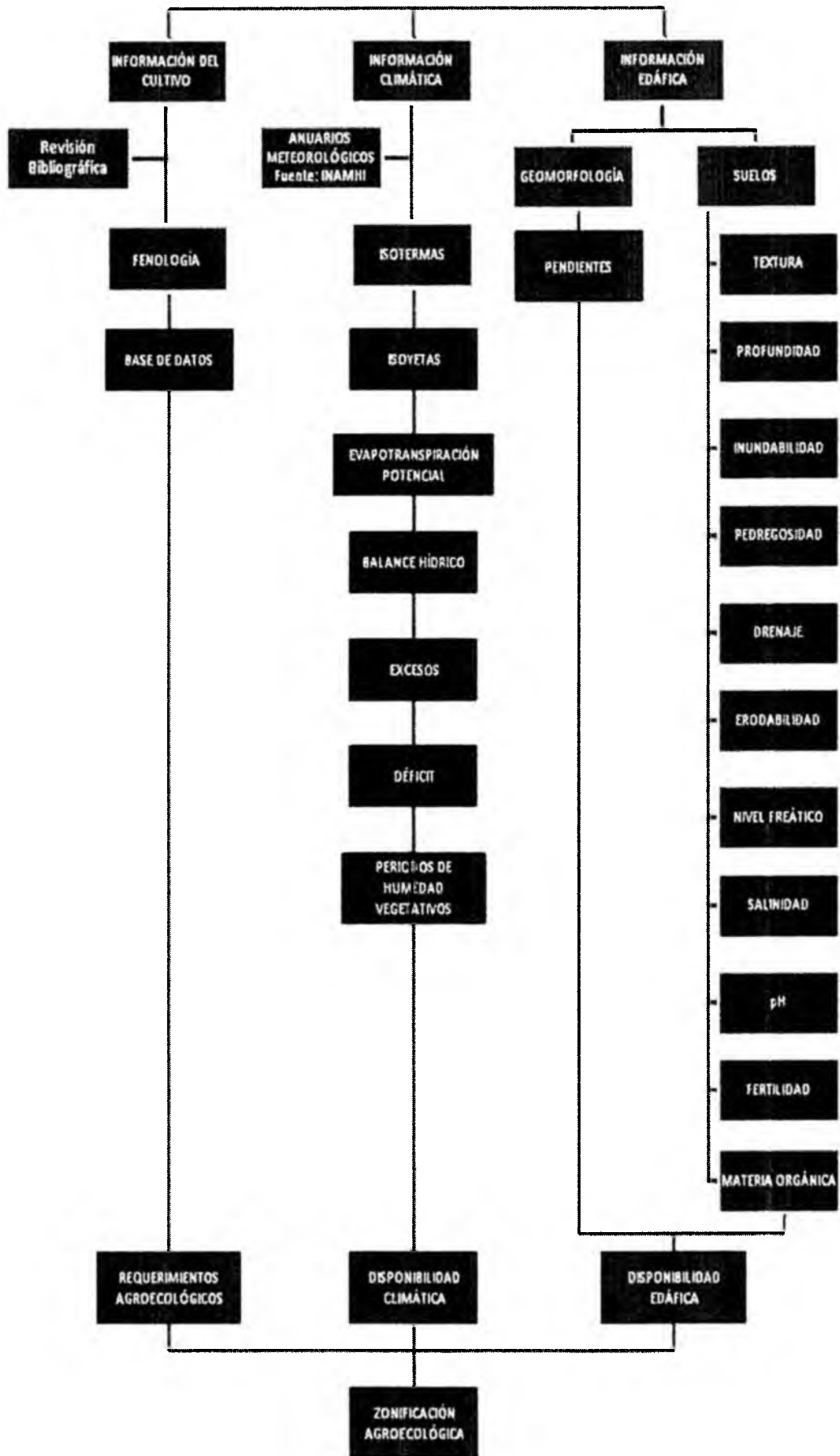
Características	Zonas		
	Norte	Centro	Sur
Temperatura (°C)	11.8-12.1	6-15	10-15
Precipitación (mm)	900-950	250-2 000	470-1 100
Altitud (m)	2 400-3 800	2 200-3 600	2 000 -3 600
Suelos (Orden)	Inceptisoles y Molisoles.	Inceptisoles, Mollisoles, Entisoles y Alfisoles.	Inceptisoles, Vertisoles y Alfisoles.

Fuente: Pumisacho y Sherwood, 2002.

### 5.5. Métodos

La zonificación agroecológica del cultivo de papa en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Cañar, Azuay y Loja a escala 1:50000, se elaborará en base al modelo metodológico para la zonificación agroecológica generado por el SIGAGRO (Gráfico 2).

**Gráfico 2.** Esquema para la zonificación agroecológica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).





### **5.5.1. Delimitación del área en estudio**

Se analizará las variables: clima, suelo y requerimientos agroecológicos del cultivo, para posteriormente determinar y delimitar las zonas homogéneas para el cultivo de papa.

### **5.5.2. Estandarización y validación de la información cartográfica**

Este proceso comprende la estandarización de parámetros cartográficos y georeferenciación de la información existente mediante la utilización de sistemas de información geográfica.

### **5.5.3. Establecimiento de las variables definitivas a considerar dentro de la zonificación**

Se procederá al análisis de las variables: clima, suelo, relieve y requerimientos agroecológicos del cultivo, que intervendrán dentro de la zonificación, mediante consulta y discusión con técnicos relacionados con el tema.

### **5.5.4. Elaboración de cartografía temática, escala 1:50 000**

#### **5.5.4.1. Mapas**

##### **5.5.4.1.1. Mapa geomorfológico (pendientes)**

La elaboración del mapa geomorfológico comprende el siguiente proceso: Digitalización del mapa de pendientes del SIGAGRO, edición, estructuración de de la base de datos y generación de topología, transferencia del mapa temático al mapa base, comprobación de campo y elaboración del mapa definitivo.

##### **5.5.4.1.2. Mapa de suelos**

Para su elaboración se validará el mapa de suelos del PRONAREG-SIGAGRO, posteriormente se editará y generará la topología. Se ajustará el mapa temático al mapa base, comprobación de campo y elaboración del mapa definitivo. Para la caracterización del recurso se utilizará los trabajos realizados por PRONAREG-ORSTOM basados en la descripción de la SOIL TAXONOMY- USDA de 1 998. Este mapa comprenderá la siguiente información:

Propiedades físicas:

- Profundidad.
- Textura.
- Pedregosidad.
- Drenaje.
- Nivel freático.

Propiedades químicas:

- Fertilidad.
- Salinidad.
- Potencial hidrógeno (pH).

Clima del suelo:

- Régimen de humedad.
- Régimen de temperatura.
- Inundación.

#### **5.5.4.1.4. Mapa de isotermas**

Se procederá a tabular la información extraída de los anuarios meteorológicos del INAMHI, en una serie de 20 años, obteniendo la temperatura promedio por estación. Se georeferenciará las estaciones meteorológicas para su posterior modelamiento de las líneas de igual temperatura mediante el uso del programa ArcGis 9.2, el cual por interpolación generará el mapa de isotermas. Se editará y ajustará el mapa temático al mapa base para obtener el mapa definitivo.

#### **5.5.4.1.5. Mapa de isoyetas**

Se procesará la información de la precipitación media de las estaciones meteorológicas localizadas dentro del área de estudio. Después de ubicadas las estaciones meteorológicas, se modelará para definir las isolíneas que generará el mapa de isoyetas, siguiendo el procedimiento para obtener el mapa de isotermas.

#### **5.5.5. Elaboración del mapa de zonificación agroecológica, escala 1:50 000**

Se realizará una unión gráfica de la disponibilidad agroclimática con la disponibilidad edáfica mediante la aplicación de SIG. Se generará la base de datos que incluirá la información de los atributos de las coberturas utilizadas.

Preparada la base de datos, a través de lenguaje estructurado de consulta (SQL), se definirá las zonas homogéneas aptas para el cultivo de papa. Se realizará una reclasificación final de la aptitud agroecológica obteniéndose una calificación zonal en: buenos, medianamente buenos, marginales y no aptos. Dicha cobertura se editará, modelará y se obtendrá el mapa de zonificación definitivo.

**CRONOGRAMA**

**Figura 3.** Cronograma de actividades.

Actividad	Meses										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Revisión de literatura	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x
Elaboración del anteproyecto	x	x									
Definición propuesta		x	x								
Recopilación información	x	x	x	x	x	x					
Recolección de datos				x	x	x					
Clasificación de datos climáticos					x	x	x	x	x	x	
Clasificación de datos edáficos					x	x	x	x	x	x	
Elaboración de mapas						x	x	x	x	x	
Análisis de resultados								x	x	x	
Redacción del informe preliminar						x	x	x			
Defensa de tesis						x	x	x	x	x	x
Presentación informe final											x

## 7. PRESUPUESTO

**Cuadro 4.** Costos de la investigación.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
<b>Personal</b>				
Tesista	Mes	12	320	3840
<b>Subtotal</b>				<b>3840</b>
<b>Materiales de oficina</b>				
Hojas de papel Bon	Resma	5	4	20
Libreta de campo	Unidad	2	3	6
Copias	Unidad	500	0,05	25
Carpetas	Docena	1	4	4
CDs	Caja	1	25	25
Anillados	Unidad	10	2	20
Empastado de tesis	Unidad	10	18	180
Impresiones	Unidad	1000	0,1	100
Tonner	Unidad	2	35	70
Ploteado	Unidad	15	10	150
Computadora	Unidad	1	1000	1000
Memoria Flash 2GB	Unidad	1	12	12
Disco Duro 320GB	Unidad	1	80	80
<b>Subtotal</b>				<b>1692</b>
<b>Movilización</b>				
Gastos de combustible	Galones	15	1,46	22
Subsistencias	Días	5	30	150
<b>Subtotal</b>				<b>172</b>
<b>Aranceles</b>				
<b>Universitarios</b>				
Arancel facultad	Arancel	1	1000	1000
Visita tesis	Visita	1	50	50
<b>Subtotal</b>				<b>1050</b>
Total				6754
Imprevistos (5%)				337
<b>Gran Total</b>				<b>7092</b>

**Cuadro 5.** Fuentes de Financiamiento.

Instituciones	Monto (USD)	Porcentaje (%)
INIAP	1104	16
IPNI	1000	14
Egresada	4988	70
<b>Total</b>	<b>7092</b>	<b>100</b>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., y Flores, R. 2010. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolívar, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. Perú. Pp. 201
- Espinosa, J., Cartagena, Y., Orquera, A. y Cuesta, X. 2008. Zonificación Agroecológica del cultivo de papa. III Congreso Nacional de la Papa. Quito-Ecuador.
- FAO. 1997. Zonificación agro-ecológica Guía general. Boletín de Suelos de la FAO 73. Disponible en: <http://www.mpl.ird.fr/crea/taller-colombia/FAO/AGLL/pdfdocs/aezs.pdf>
- Galeano, M., Cadena, M., Delgado, M., y Amores, W. 2003. La producción de papa y la Información del Tercer Censo Nacional Agropecuario. Proyecto SICA- Consejo Nacional Consultivo del la Papa. Ecuador. 55 pp.
- INEC. 2008. División político administrativa del Ecuador. Disponible en: [http://www.inec.gov.ec/web/guest/descargas/basedatos/inv\\_soc/div\\_pol\\_adm](http://www.inec.gov.ec/web/guest/descargas/basedatos/inv_soc/div_pol_adm)
- MAG. 1980. Requerimientos Agroecológicos de algunos cultivos. División de Regionalización Agraria. Pp. 22
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Edición INIAP-CIP. Quito-Ecuador. Pp. 34.
- Revelo, R. 2010. La papa en el Ecuador. Cámara de Agricultura de la I Zona, Quito - Ecuador. Disponible en: [http://www.agroecuador.com/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=930:la-papa-en-ecuador&catid=137:papa&Itemid=88](http://www.agroecuador.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=930:la-papa-en-ecuador&catid=137:papa&Itemid=88)
- Rizzo, P. 2004. Protección de los Recursos Naturales en el Ecuador. Disponible en: [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/recursos\\_naturales/proteccion.htm](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/recursos_naturales/proteccion.htm)
- SICA. 2004. Análisis de los resultados del III Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/censo-papa.pdf>
- Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. 1999. Boletín Informativo. Quito-Ecuador. Pp. 12

ASUNTO: REFORMA PRESUPUESTARIA

Por medio del presente, solicito a usted muy comedidamente autorice a quien corresponda realizar la Reforma Presupuestaria del Proyecto Fortalecimiento Institucional: Subcomponente. Red de Bibliotecas. Actividad: Gestión. Código: ESIGEF: 001-001 del año 2015. Correspondiente al presupuesto de Edificios Locales Residencias y Cableado, partida No. 730402 del Departamento de Biblioteca de la Estación Experimental Santa Catalina. La razón de esta reforma es con el fin de aprovechar el recurso y poder adquirir una máquina de escribir eléctrica, que servirá para la elaboración de tarjetas y bolsillos que serán colocados en el material bibliográfico (libros, folletos, tesis, etc.) para su identificación. Por lo que, se considera conveniente hacer la reforma presupuestaria. Cabe indicar que el valor de \$100,00 (CIEN DOLARES) no es necesario en la partida 730402.

CODIGO	PARTIDA PRESUPUESTARIA	ASIGNACION INICIAL	DISMINUCION	INCREMENTO	CODIFICADO
730402	Edificios Locales Residencias y Cableado	1.000,00	100,00	-----	1.000,00
840104	Maquinaria y Equipo		-----	100,00	
	<b>TOTAL</b>	<b>1.000,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1.000,00</b>