

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES

Nombre o Título del proyecto (Español): Tecnologías de la Información Geoespacial aplicadas a la Agricultura de Precisión				
Nombre o Título del proyecto (Inglés): Geospatial Information Technology applied to Precision Agriculture				
Nombre del Departamento/ Centro Responsable: Ciencias de la Tierra		Carrera: <i>(Si la carrera no se encuentra en el listado por favor agregue)</i> Ingeniería en Tecnologías Geoespaciales		Programa de Postgrado: <i>Elija un elemento.</i>
No. Convocatoria Convocatoria Proyectos de Investigación ESPE 2019		Nombre del Programa (Dominios Académicos) <i>Desarrollo sostenible de cultivos para apoyar el cambio de la matriz productiva, la seguridad y la soberanía alimentaria</i>		
Línea de Investigación: <i>ESTUDIOS GEOESPACIALES</i>		Grupo de Investigación Asociado: Geospacial		
Tipo de Investigación: <i>Investigación Aplicada</i>		Disciplina Científica: <i>Ciencias Agrícolas</i>		Objetivo Socio Económico: Agricultura
COBERTURA Y LOCALIZACIÓN				
Internacional	Nacional	Provincial	Cantonal	Parroquial
	Manabí		Santa Ana	Santa Ana
Objetivos del Plan de Desarrollo Nacional Toda una Vida.				
Objetivos <i>Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir rural</i> Políticas				
Área de Conocimiento:				
ESPE Geoespacial		Área de Conocimiento Unesco Ciencias de la tierra y del espacio		Subárea de Conocimiento Unesco: 250503
Campo Amplio Geoespacial		Campo Específico Geoespacial		Campo Detallado Geoespacial
INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN EL PROYECTO				
Datos de las Instituciones Ejecutoras				
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE				
Representante Legal		Crnl. Ramiro Pazmiño		Cédula de Identidad 1706791892
Teléfonos	3989400	Fax	593-223334952	Correo Electrónico crpazmiño@espe.edu.ec
Dirección		Av. General Rumiñahui s/n y Ambato		
Página Web Institucional		www.espe.edu.ec		

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Órgano Ejecutor		Ciencias de la Tierra y Construcción			
Datos de las Instituciones Ejecutoras					
Universidad Técnica de Manabí					
Representante Legal		Vicente Félix Véliz Briones		Cédula de Identidad	1302342140
Teléfonos	5-2635611	Fax	+593-5-2651569	Correo Electrónico	vicenteveliz@gmail.com webmaster@utm.edu.ec
Dirección		Av. Urbina y Che Guevara. Portoviejo - Manabí - Ecuador			
Página Web Institucional		www.utm.edu.ec			
Órgano Ejecutor		Facultad de <i>Ingeniería Agrícola</i>			
Monto					
Presupuesto de Riesgos	Presupuesto aporte ESPE		Presupuesto entidad auspiciantes/beneficiaria		Presupuesto Total
	INVERSIÓN		INVERSIÓN		INVERSIÓN
	CORRIENTE	4800	CORRIENTE	5500	CORRIENTE
	TOTAL		TOTAL		TOTAL
PLAZO DE EJECUCIÓN					
Fecha de inicio (1/03/2019)			Fecha de finalización (01/03/2020)		
Duración en meses: 12		Estado: Nuevo: <input checked="" type="checkbox"/> En Ejecución <input type="checkbox"/> Continuación: <input type="checkbox"/>			
PERSONAL RESPONSABLE DEL PROYECTO					
Ingresar a Módulo de Currículum Vitae					
* En caso de que existan más de dos Asistentes o Ayudantes de Investigación, favor insertar más filas.					
• En caso de que no se tenga el nombre del estudiante que ejercerá como Ayudante de Investigación, favor colocar la participación como Estudiante1.					
Para el caso de Investigadores externos a la universidad se debe incluir el Currículo Vitae completo.					
FUNCIÓN	CÉDULA DE IDENTIDAD <i>Ej: 0400299110</i>	NOMBRE COMPLETO <i>Nombres y Apellidos (Grado académico y especialización)</i>	DEPARTAMENTO/INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE <i>Nombre de la entidad</i>	TELÉFONO FIJO, CELULAR Y CORREO ELECTRÓNICO	FIRMAS
Director del Proyecto	1709776650	Ing. Oswaldo Padilla A, PhD	Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	2871641 0984321070 ovpadillaes@pe.edu.ec	
Director Subrogante	0102611811	Ing. Eduardo Kirby (Master)	Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	0992581934 epkirby@espe.edu.ec	
Asesor de Investigación	1717885618	Dr. Theofilos Toulkeridis	Departamento de Seguridad y Defensa/ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	0987001807 ttoulkeridis@espe.edu.ec	
Asesor de Investigación	0960887461	Dr. Henry Pacheco	Departamento de Ingeniería Agrícola. Técnica de Manabí	0996779613 hpacheco@utm.edu.ec henrypacheco@gmail.com	
Investigador externo	0962969721	Dr. Ezequiel Zamora	Departamento de Ingeniería Agrícola. Técnica de Manabí	0961548490 ezequielza24	
Investigador	1757975147	Lelly María	Universidad Técnica de	0958602787	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Externo		Useche Castro, Ph.D.	Manabí.	lellyestadistica @outlook.es	
Investigador Externo	1307529873	María Amparo Gilces Reina, MSc.	Universidad Técnica de Manabí.	0982930863 amparogilces71 @gmail.com	
Ayudantes de investigación					
CONSIDERACIONES DE GÉNERO Y CONOCIMIENTO ANCESTRAL					
<i>En caso de ser pertinente, se deberán tomar en cuenta las consideraciones de género y conocimiento ancestral.</i>					
CONSECUENCIAS NO INTENCIONALES					
<i>Se deberán identificar los posibles riesgos y presupuestos con estrategias de mitigación.</i>					

2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

En la región costera de Ecuador, se presenta un escenario de crisis socioeconómica, relacionada con amenazas naturales entre los que destacan sismos, fenómenos El niño y La Niña, que recientemente han ocasionado pérdidas millonarias en el sector agrícola, en consecuencia, este sector requiere la potenciación de mecanismos productivos para incrementar los ingresos familiares y mejorar la calidad de vida de los habitantes. De acuerdo con cifras de FAO (2016) en 2015, los países desarrollados y los principales países en desarrollo invirtieron más de 560.000 millones de dólares en el apoyo a la producción agrícola, incluyendo las subvenciones a los insumos y los pagos directos a los agricultores.

En Ecuador, el Gobierno Nacional a través del MAG, promueve estas políticas de subvención con la dotación de un paquete tecnológico a los agricultores de maíz, que incluye semillas y agroquímicos. La dosis sugerida, según MAGAP (2017) es de 400 kg/ha de fertilizantes, los cuales son aplicados indiscriminada y empíricamente por los agricultores sin asistencia técnica sistemática, induciendo el uso ineficiente de sustancias agroquímicas y aumentando los costos de producción, así como el impacto ambiental de las actividades agrícolas, lo cual amerita investigaciones específicas para promover el uso eficiente de los recursos con mecanismos agronómicos óptimos, tal como se plantea en este proyecto promoviendo la implementación de geotecnologías para manejos nutricionales, hídricos y fitosanitarios en el cultivo del maíz.

El cultivo de maíz representa alrededor del 2% de PIB agrícola Nacional, con una inversión económica en la cadena de producción de alrededor 900.000.000 USD (Quiroz y Merchan, 2016). El maíz es el rubro de mayor producción en la región costera ecuatoriana con un total nacional de superficie cosechada que oscila alrededor de 400.000 Ha/año, de las cuales más del 80% se produce en la costa ecuatoriana en las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas y El Oro en orden de producción. De acuerdo, a las estadísticas nacionales la producción de maíz duro en las provincias de Manabí y Guayas representan el 29.41% y 14.46% de producción anual respectivamente (INEC, 2016). Las actividades productivas en el rubro económico representan más del 20 % del valor agregado bruto de las provincias (BCE, 2016), esta productividad es sostenida principalmente por la agricultura familiar que ocupa superficies promedio de 4 ha por agricultor (Sarauz y Guerrero, 2015).

La producción de maíz se da en condiciones de secano y uso indiscriminado de agroquímicos, específicamente la urea en dosis superiores a los 400 Kg/Ha, de acuerdo a la cantidad entregada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y en un paquete tecnológico. Evidentemente un porcentaje importante de fertilizantes se queda en el suelo y luego por los procesos de infiltración y lixiviación pasa a formar parte, en forma de nitratos y nitritos, de los cuerpos de agua y suelo, degradando ambos recursos. Otro de los problemas observados en el cultivo del maíz, a nivel mundial, es la afectación por plagas y específicamente en la región costera de Ecuador el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es una de las plagas de mayor afectación, según el MAGAP (2014).

Adicionalmente, Montilla y Pacheco, (2017; 2015) reportan elevadas tasas de deforestación anual y el uso indiscriminado de agroquímicos, reflejando prácticas de cultivos ineficientes que disminuyen los niveles de producción, degradan los ecosistemas naturales (pérdidas de biomasa boscosa, biodiversidad y calidad de suelos y agua), con el consecuente incremento de emisiones de gases de efecto invernadero que potencian el cambio climático y los conflictos sociales. Todas las condiciones anteriormente señaladas se conjugan, en la realidad de los productores, para condicionar bajos niveles de productividad en el sector agrícola y con ello pocos ingresos económicos para las

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

familias disminuyendo sensiblemente su calidad de vida.				
2.3 Línea Base del proyecto				
<p>El objetivo de este proyecto contempla el uso de conceptos y aplicaciones en el marco de la Agricultura de Precisión (AP), la cual permite, entre otras técnicas, utilizar sensores remotos para diagnosticar y sincronizar las demandas de suelos y cultivos en aspectos Nutricionales, hídricos y fitosanitarios, por ejemplo, la aplicación de los fertilizantes en sitio específico. Los trabajos de Vélez, (2015), Atzberger, (2013); Melchiori et al (2012, 2006); Martin et al (2007); Raun et al (2002); son antecedentes internacionales que demuestran resultados favorables de esta tecnología sobre el incremento de la eficiencia de uso del nitrógeno.</p> <p>Respecto al uso de imágenes multispectrales de alta resolución para los fines mencionados, los avances recientes en ciencia y tecnología, ponen a la disposición de los investigadores, poderosas y versátiles herramientas para la adquisición, tratamiento y análisis de estas imágenes. Así Redel and Zubillaga, (2014), Candiago <i>et al.</i>, (2015), Abunyewa <i>et al.</i>, (2016) Bulanon <i>et al.</i>, (2016), Dash and Ogutu, (2016), Geipel, <i>et al.</i>, (2016), Wojtowicz <i>et al.</i>, (2016), Onojeghuoa, <i>et al.</i> (2018) reportan el uso de información geoespacial para calcular índices espectrales, basados en las correlaciones entre la reflectancia de suelos y cultivos y su estado hídrico, nutricional y fitosanitario, para determinar la variabilidad intralote y necesidades específicas de riego y agroquímicos.</p>				
* Adjuntar : Página Legal				
Identificación y caracterización de la población objetivo (beneficiarios y participantes)				
Número Directos Hombres: 100	Número Directos Mujeres: 100	Total Número Directos: 200	Total Número Indirectos: 2000	Personas con capacidades especiales:
Número de docentes participantes: 7	Docentes participantes hombres: 5		Docentes participantes mujeres: 2	
Número de estudiantes participantes: 20	Estudiantes participantes hombres: 10		Estudiantes participantes mujeres: 10	
Factores críticos de éxito: Matriz de riesgo				
Restricciones/Supuestos:				

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO *(Matriz de Marco Lógico)*

	Indicador	Medio de Verificación/Entregables	Supuestos
Fin: Contribuir con el incremento de la productividad agrícola en zonas de producción de maíz en Ecuador.	Incremento en la Productividad agrícola	Estadísticas de producción	El uso de información técnica permitirá la reducción en los costos de producción y el incremento en los rendimientos.
Propósito (objetivo general): Utilizar Tecnologías de la Información Geográfica para la generación de	Información Técnica generada.	Informes técnicos	El uso de tecnologías geoespaciales permitirá la generación de información, útil actualizada y abundante

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

<p>información hídrica, nutricional y fitosanitaria de suelos y cultivos Provincia de Manabí</p>			<p>sobre suelos y cultivos.</p>
<p>Componente 1 (objetivo específico 1): Caracterizar la respuesta espectral de cultivos en diferentes condiciones nutricionales.</p> <p>Actividades: 1.1 Desarrollar cultivos experimentales con diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada. 1.2 Medir la respuesta espectral de los cultivos experimentales, en diferentes etapas del desarrollo fenológico 1.3 Calcular diferentes índices espectrales.</p>	<p>Índices espectrales</p>	<p>Imágenes multiespectrales</p>	<p>Los suelos y cultivos en distintas condiciones hídricas, nutricionales y fitosanitarias tendrán un respuesta espectral diferente</p>
<p>Componente 2 (objetivo específico 2): Correlacionar diferentes propiedades físico químicas del suelo estimadas con tecnologías geoespaciales y tradicionales</p> <p>Actividades: 2.1 Medir la respuesta espectral de diferentes tipos de suelo 2.2 Estimar algunas propiedades físico químicas de suelos con tecnologías geoespaciales 2.3 Estimar algunas propiedades físico químicas de suelos con procedimientos tradicionales 2.4 Realizar análisis de correlación entre las propiedades del suelo obtenidas con diferentes tecnologías</p>	<p>Propiedades físico químicas del suelo</p>	<p>Imágenes multiespectrales</p>	<p>Los análisis estadísticos permitirán calibrar modelos para obtener algunas propiedades físico químicas del suelo con imágenes multiespectrales.</p>

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

<p>Componente 3 (objetivo específico 3): Cuantificar los rendimientos de producción de los diferentes cultivos</p> <p>Actividades: 3.1 Calcular los rendimientos de producción en los cultivos experimentales 3.2 Determinar los rendimientos de producción, con encuestas a productores seleccionados 3.3. Realizar análisis estadísticos a los datos de rendimiento.</p>	<p>Rendimientos de Producción</p>	<p>Encuestas y registros de producción</p>	<p>Los procedimientos matemáticos y estadísticos permiten obtener adecuadamente los rendimientos de producción. La información suministrada por los productores es estadísticamente confiable</p>
<p>Componente 4 (objetivo específico 3): Correlacionar los rendimientos de producción con los índices de Vegetación, los tratamientos agronómicos aplicados y las propiedades físico químicas del suelo</p> <p>Actividades: 3.1 Realizar análisis estadístico multivariado a través de un análisis de varianza</p>	<p>Índices de correlación</p>	<p>Datos de rendimientos índices de Vegetación, los tratamientos agronómicos y propiedades físico químicas del suelo</p>	<p>Los análisis estadísticos multivariados permitirán determinar los tratamientos más apropiados según las características de suelos y cultivos</p>

Detalle de entregables del proyecto				
Bienes				
Servicios				
Detalle de adquisiciones del proyecto				
Descripción	% Nacional	% Importado	Detalle insumo nacional	Detalle insumo importado
Servicios Análisis físico químicos de suelo	100		50 muestras compuestas de suelo de diferentes sitios del estudio, de acuerdo al protocolo estándar del INIAP	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Categorización del Proyecto			
Indispensable	Necesario X	Deseable	Admisible

4. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN *(Diseño del Estudio: Detallar diseño experimental, tipo de análisis estadístico, otros)*

Para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, la metodología se estructura en cuatro componentes: *i*) El diseño experimental, *ii*) índices de vegetación y propiedades Físico-químicas del suelo y *iii*) difusión de los resultados del proyecto, como se describe a continuación:

Diseño experimental

Se prevé establecer 10 parcelas experimentales del cultivo maíz, en condiciones controladas en el Campus de Lodana de la Universidad Técnica de Manabí, así como seleccionar 50 productores de maíz en las condiciones reales del área de estudio.

En las parcelas experimentales se aplicarán diferentes tratamientos agronómicos en un diseño experimental de Bloques al azar con tres diferentes niveles de fertilización de Nitrógeno en diferentes etapas fenológicas del cultivo. Desde el punto de vista de manejo agronómico se prevé utilizar un sistema de riego tecnificado, así como realizar los controles fitosanitarios requeridos para garantizar el buen desarrollo de la producción.

Adicionalmente, se realizará un muestreo no probabilístico en cultivos de maíz, en distintos sectores de la provincia de Manabí y, sobre los cuales se levantará la información fotogramétrica y multiespectral en distintos momentos del desarrollo fenológico de la planta, de acuerdo a los criterios de Martín et al. (2007).

Índices de vegetación y propiedades Físico-químicas del suelo

Plan de Vuelo y sensor multiespectral

Se realizarán los vuelos con un DRON de tecnología avanzada, dotado de una cámara multiespectral Parrot Sequoia, la cual, posee un sensor “multispectral” que capta la parte de radiación que reflejan las plantas en cuatro bandas diferentes del espectro electromagnético: el verde (0.5-0.6 μ m), el rojo (0.6-0.7 μ m) y dos bandas infrarrojas, infrarrojo cercano (800 nm a 2500 nm) e infrarrojo medio (2.5 - 50 μ m). Asimismo, la cámara posee un sensor “sunshine” que memoriza la intensidad de la luz que emana del sol en estas mismas cuatro bandas del espectro electromagnético.

El plan de vuelo se prevé realizar al inicio, durante y al final de las cuatro etapas fenológicas del cultivo de maíz, aplicando con una resolución espacial de 10 cm. Las imágenes obtenidas a través del plan de vuelo, permite el realizar el análisis de la vigoridad de las plantas, detectando la cantidad de luz que absorben y reflejan gracias a los sensores multiespectral y de luz solar, lo que permite evidenciar los procesos en los cultivos tales como el stress en la vegetación producido por la presencia de plagas y enfermedades, falta de agua, propiedades fisicoquímicas del suelo. Con programas especialmente diseñados para estas tecnologías, se combinan las imágenes aéreas tomadas por los sistemas aéreos (Drones), convirtiéndolas en mapas 2D o 3D, mediante la obtención de nube de puntos, modelos digitales del terreno (DMS) y Ortomosaicos.

Índices de vegetación

A partir de las imágenes obtenidas en el plan de vuelo, se determinarán los índices de vegetación y propiedades físico químicas del suelo mediante el uso de las herramientas de álgebra de mapas disponibles en los programas de sistemas de información geográfica:

Índice de vegetación verde (VIG) = $(B_{\text{verde}} - B_{\text{roja}}) / (B_{\text{verde}} + B_{\text{roja}})$;

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) = $(B_{\text{IR}} - B_{\text{roja}}) / (B_{\text{IR}} + B_{\text{roja}})$;

donde *B* está por las diferentes bandas del espectro electromagnético.

A partir, de los índices de vegetación obtenidos para cada una de las cuatro fases fenológicas del cultivo de maíz, se aplicarán modelos de correlación lineal entre los índices y la producción y adicionalmente se integrará las variables de elevación y niveles de fertilización utilizados en el diseño experimental, para el análisis se prevé el uso del programa de estadística “R”. Los modelos de correlación lineal permitirán establecer algoritmos para la determinación de las necesidades de fertilización nitrogenada con base a la literatura y calibrados para las condiciones agroecológicas del

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

área de estudio.

Propiedades físico-químicas del suelo

Se usarán imágenes multiespectrales para estimar propiedades físico químicas del suelo como humedad, textura, salinidad, materia orgánica, entre otras, a través de índices espectrales, mismos que serán calibrados según las condiciones agroecológicas del área de estudio.

Encuestas y entrevistas no estructuradas a los agricultores.

Para realizar las encuestas y entrevistas se identificará una muestra representativa de producción de maíz en el área de estudio, para esto se trabajará preferentemente con organizaciones de productores de maíz. Una vez, identificados los productores, se organizarán talleres participativos con los agricultores que se beneficiaran de forma directa del proyecto, donde, se aplicaran encuestas semiestructuradas y entrevistas para recolectar información sobre los tratamientos agronómicos aplicados y los rendimientos de producción obtenidos. Asimismo, se procederá a georreferenciar cada una de las parcelas de producción de maíz de los agricultores participantes en el proyecto para asociar las encuestas a las parcelas en ambiente SIG.

Análisis geoestadístico

Se realizará análisis estadístico multivariado, a través de un análisis de varianza, ANOVA para analizar la corrección entre los rendimientos obtenidos, los índices de Vegetación, los tratamientos agronómicos aplicados y las propiedades físico químicas del suelo, definiendo cuales índices presentan el mejor comportamiento para la generación de recomendaciones a los productores.

Difusión de los resultados

Se realizará el mapeo de los actores que estarán involucrados directa e indirectamente en el proyecto, para luego caracterizarlos, de acuerdo, a indicadores importantes, como poder en la toma de decisiones, interés en la problemática, así como por los beneficios que se obtendrán y posición que podrían adoptar al respecto del proyecto. Además, se socializarán los avances y resultados del proyecto a través de talleres y foros dirigidos al sector agrícola, y también mediante publicaciones técnicas y científicas en revistas de alto impacto.

Se realizarán capacitaciones y acompañamiento a los agricultores para la implementación y uso óptimo de tecnologías Para estas capacitaciones se contará con la participación de estudiantes de pre y postgrado a través de los proyectos de tesis y vinculación con la sociedad, contemplados en los planes de estudio de la Universidad.

5. FINANCIAMIENTO

(Ingresar información en Anexos)

6. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

Viabilidad Técnica: Se cuenta con equipamiento y procedimientos técnicos para el levantamiento y procesamiento de información geoespacial con lo cual se generará la información sobre las características de suelos y cultivos

Equipamiento Tecnológico Disponible:

Drones de mediano y gran alcance para uso fotogramétrico.
GPS doble y simple frecuencia
GPS navegadores
GPS SIG colectores
Estación GNSS de monitoreo continuo
Software especializado (CAD, SIG, topografía automatizada)
Restituidores digitales

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Estaciones de trabajo Equipo complementario de apoyo y para trabajos de campo	
Qué perdería el país si el proyecto no se ejecuta en este periodo?	Se pierde la posibilidad de obtener información oportuna en condiciones reales de acuerdo a las condiciones climatológicas del área de estudio
¿Cuáles son los resultados o impactos esperados del proyecto?	<p>Impacto Social: Sustitución de prácticas convencionales por mecanismos de desarrollo sustentable y la implementación de un enfoque tecnológico sustentado en la agricultura de precisión (AP)</p> <p>Impacto Científico: Se obtendrán datos y validarán procedimientos técnicos para detectar tempranamente posibles problemas e implementar soluciones óptimas en términos de costos y rendimientos, mejorando así los niveles de productividad.</p> <p>Impacto Económico: Los resultados del proyecto permitirá la disminución de costos de producción, incremento en los rendimientos y reducción del impacto ambiental, basada en la aplicación diferencial de tratamientos agronómicos.</p> <p>Impacto Político: Posibilidad de implementar políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible a través de la agricultura de precisión</p> <p>Otro Impacto: Vinculación con la sociedad a través de actividades de capacitación para la implementación de mecanismos agrícolas sostenibles económica y ambientalmente.</p>
Análisis de impacto ambiental. La incorporación de tecnologías de producción sustentable, se fundamenta en la disminución en el uso de agroquímicos en los tratamientos agronómicos, por el uso de dosis específicas en tiempo y lugar preciso. Con esto se reduce la degradación y contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como disminución significativa en las emisiones de gases efecto invernadero, como el Metano y el Óxido Nitroso, por la reducción de la deforestación y la dosis de la fertilización nitrogenada, como medidas de adaptación y mitigación del Cambio Climático.	
Sostenibilidad social: equidad, género, participación ciudadana	
<p>Difusión y Transferencia Tecnológica</p> <p>Se realizará el mapeo de los actores que estarán involucrados directa e indirectamente en el proyecto, para luego caracterizarlos, de acuerdo, a indicadores importantes, como poder en la toma de decisiones, interés en la problemática, así como por los beneficios que se obtendrán y posición que podrían adoptar al respecto del proyecto. Además, se socializarán los avances y resultados del proyecto a través de talleres y foros dirigidos al sector agrícola, así también mediante publicaciones técnicas y científicas en revistas de alto impacto y participación de los investigadores del proyecto, como ponente en eventos científicos.</p> <p>En cuanto a la difusión de información relacionada con las necesidades hídricas, nutricionales y fitosanitarias de suelos y cultivos se propone el uso de Tecnologías de la Información y la comunicación, preferiblemente las redes sociales y foros en línea.</p>	

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

También se realizarán capacitaciones y acompañamiento a los agricultores para la implementación y uso óptimo de la información técnica obtenida en el proyecto. Para estas capacitaciones se contará con la participación de estudiantes de pre y postgrado a través de los proyectos de tesis y vinculación con la sociedad, contemplados en los planes de estudio de la Universidad.
Artículo Científicos 2 artículos en revistas indexadas
Prototipos
Registro de Propiedad Intelectual
Empresas Spin Offs
Otros: Folletos, programas de radio,
Análisis de riesgos: Ingresar la información en el ANEXO

7. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN
Los datos que ingrese en este ítem serán empleados para hacer seguimiento

Hitos del proyecto (Un hito x mes)							
No.	Fecha Inicio	Fecha Fin	Actividades (1)	Entregables (1)	USD. Presupuesto (3)		
					INV.	CTE	TOTAL
1	Enero 2019	Abril 2019	Desarrollar cultivos experimentales con diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada	Dosis de fertilización por tratamientos	1000		1000
2	Marzo 2019	Agosto 2019	Medir la respuesta espectral de suelos y cultivos experimentales, en diferentes etapas del desarrollo fenológico	Imágenes multiespectrales	4800		4800
3	Marzo 2019	Julio 2019	Calcular diferentes índices espectrales.	Índices Espectrales			
4	Mayo 2019	Agosto 2019	Estimar algunas propiedades físico químicas de suelos con tecnologías geoespaciales	Propiedades Físico químicas del Suelo			
5	Junio 2019	Septiembre 2019	Estimar algunas propiedades físico químicas de suelos con procedimientos tradicionales	Propiedades Físico químicas del Suelo			

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

6	Septiembre 2019	Noviembre 2019	Realizar análisis de correlación entre las propiedades del suelo obtenidas con diferentes tecnologías	Análisis de correlación de las propiedades del suelo			
7	Julio 2019	Agosto 2019	Calcular los rendimientos de producción en los cultivo	Rendimientos de Producción			
8	Agosto 2019	Octubre 2019	Realizar análisis estadístico multivariado a través de un análisis de varianza	Análisis de varianza			
9	Noviembre 2019	Diciembre 2019	Diseñar Campaña de capacitación	Campaña de capacitación			
10	Enero 2020	Febrero 2020	Ejecutar campaña de capacitación	Informe de capacitación			
11	Octubre 2010	Febrero 2020	Publicar artículo Científico	Artículo Científico	500		
12	Agosto 2019	Febrero 2020	Asistencia a evento Científico		5000		

Los hitos son mensuales, debido al seguimiento que realiza la Unidad de Planificación Institucional de la Universidad y SENPLADES.

- (1) Debe colocarse las actividades y entregables subidas en el punto 3. **OBJETIVOS DEL PROYECTO.**
(2) Debe colocarse el presupuesto de acuerdo a la planificación financiera del punto 5. **FINANCIAMIENTO.**

8. BIBLIOGRAFÍA Y OTRA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA CITADA

Abunyewa, A., Ferguson, R., Wortmann, C. y Mason, S. (2016) Grain sorghum leaf reflectance and nitrogen status. African Journal of Agricultural Research. Vol. 11(10), pp. 825-836, 10 March, 2016 DOI: 10.5897/AJAR2015.10495

Atzberger, C., (2013). Advances in Remote Sensing of Agriculture: Context Description, Existing Operational Monitoring Systems and Major Information Needs. Revista Remote Sensing 949 – 981.

Banco Central del Ecuador. BCE (2016) Estadísticas Económicas.
<http://www.bce.fin.ec/index.php/estadisticas-economicas>

Bulanon, D., Lonai, J., Skovgard, H. and Fallahi, M. (2016) Evaluation of Different Irrigation Methods for an Apple Orchard Using an Aerial Imaging System. International Journal Of Geo-Information. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2016, 5, 79; doi:10.3390/ijgi5060079

Candiago, S., Remondino F., De Giglio, M., Dubbini, M. and Gattelli (2015) Evaluating Multispectral Images and Vegetation Indices for Precision Farming Applications from UAV Images. Remote Sensing, 2015, 7, 4026-4047; doi:10.3390/rs70404026

Castro, M. (2017) Rendimientos de maíz duro seco en invierno 2016. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, Ecuador

Dash, J. and Ogutu, B. (2016) Recent advances in space-borne optical remote sensing systems for monitoring global terrestrial ecosystems. Progress in Physical Geography 2016, Vol. 40(2) 322–351 DOI: 10.1177/0309133316639403 ppg.sagepub.com

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Díaz, J. (2015) Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía E Historia. Máster en Tecnologías de La Información. Geográfica. Trabajo Fin de Máster.

FAO (2016) El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. FAO 2016.

Geipel, J., Link, J., Wirwahn, J. and Claupein, W. (2016) A Programmable Aerial Multispectral Camera System for In-Season Crop Biomass and Nitrogen Content Estimation. *Agriculture* 2016, 6, 4; doi:10.3390/agriculture6010004

INEC (2010) Censo Nacional de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>

INEC (2017) Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/PRESENTACION-Espac.pdf>

INEC. 2016. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos **Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2016**. Quito, Ecuador.

Khanal, S., Fulton, J., Douridas, N., Klopfenstein, A., Shearer, S. (2018) Integrating aerial images for in-season nitrogen management in a corn field. *Computers and Electronics in Agriculture* 148 (2018) 121–131.

MAGAP (2014) Metodología de Valoración de Tierras Rurales. Machala: Ministerio de Ganadería y Pesca. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/GEOGRAFICA/Conage/Documentos/Metodologias/Metodologia_valoracion_tierras_rp.pdf.

MAGAP. (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito. Obtenido de www.agricultura.gob.ec

Martin, K., Raun, W., Freeman, K., Teal, R., Desta, K., Arnall, D. Tubaña, B., Solie, J., Stone, M. (2007) Expression of spatial variability in corn (*Zea mays* L.) as influenced by growth stage using optical sensor measurements. *Oklahoma State University. Stillwater, Oklahoma. Agron J.* 99:384- 389

Melchiori R. et al, (2012). Uso de un UAV para el diagnóstico del estado de nutrición nitrogenada en maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

Melchiori, R., Caviglia, O., Faccendini, N., Bianchini, A., Round, W. (2006) Evaluación de re fertilización nitrogenada basada en la utilización de un sensor óptico. INTA EEA Paraná. Actualización Técnica en maíz. Serie Extensión n° 41 p 33:36

Montilla, A. y Pacheco H. (2015) Estudio de la dinámica espacial del eje Manta – Montecristi. Un proceso de expansión urbana con implicaciones sociales y ambientales. *Revista la Técnica*. N° 14, junio 2015, pp. 92 - 107

Montilla, A. y Pacheco, H (2017) Comportamiento temporal y espacial del bosque ribereño en el curso bajo del río Portoviejo y la quebrada Chilán, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Número 1, Volumen 33

Onojeghuoa, A., Blackburna, G., Huangb, J., Kindredc, D. and Huangb, W. (2018) Applications of satellite ‘hyper-sensing’ in Chinese agriculture: Challenges and opportunities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Volume 64, February 2018, Pages 62-86

Quiroz, David, y Mayra Merchan. 2016. «Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro». *Iniap*, 1(1): 126.

Quiroz, M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro (*Sea maíz L.*) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (INIAP). Estación Experimental Tropical. Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Páginas 126.

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Raun, W., Solie, J., Johnson, G., Stone, M., Mullen, R., Freeman, K., Thomason, W., Lukina, E. (2002) Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application Agron.J. 94:815-820

Redel, H y Zubillaga, M. (2014) Aproximaciones para el manejo sitio-específico de la fertilización nitrogenada en maíz a través de índices espectrales. Universidad de Buenos Aires.

Sarauz, S. y Guerrero, M. (2015) rendimientos de maíz duro seco en el Ecuador invierno 2015. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, Ecuador Agosto, 2015

Vélez., (2015). Utilización de Imágenes multiespectrales para Recomendación de Fertilización nitrogenada en Maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

Wójtowicz, M., Wójtowicz, A., y Piekarczyk, J. (2016) Application of remote sensing methods in agricultura. Communications in biometry and crop science vol. 11, no. 1, 2016, pp. 31–50. International Journal of the faculty of agriculture and biology, Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Poland.

9. ANEXO

En los formatos que se encuentran en la hoja electrónica que se acompaña se debe ingresar la información relacionada con:

- Acta de Consejo de Departamento
- Matriz de riesgos del proyecto
- Planificación financiera
- Página Legal e Informe de búsquedas
- Currículo Vitae actualizado de todos los participantes
- Carta de auspicio del grupo de investigación al cual pertenece de ser pertinente

10. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Ciudad y Fecha: Sangolquí, 24 de enero de 2018 _____	Director del Proyecto _____ Oswaldo Padilla Almeida C.I. 1709776650
<p>DECLARO QUE EL PROYECTO SE ENCUENTRA APROBADO Y TIENE EL RESPALDO DEL DEPARTAMENTO/CENTRO</p> <p>_____</p> <p>Tcn. Enrique Morales, PhD CC. 1708893373 Director del Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción</p> <p>ACTA DE APROBACIÓN DE CONSEJO NO. _____</p>	

En el caso de las extensiones incluir la firma de respaldo de la Jefatura de Investigación.