



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR  
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

Práctica Profesional Supervisada  
Bachillerato en Ciencias Geográficas

Persona Docente: M.Sc Guillermo Calderón Ramírez  
Correo electrónico: [gcalderon@una.cr](mailto:gcalderon@una.cr)

**Caracterización del uso del suelo y estrategias para disminuir la erosión en  
Finca Agroindustrial Tres Amigos.**

**Agroindustrial Tres Amigos S.A.**

**Por:**

**Leonardo Barrantes Abarca.**

**Julio 2021.**

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradecer a mi familia por todo el apoyo desde el primer día en que ingresé a la carrera estando siempre conmigo en los momentos más complicados, gracias a ello, me he topado con personas increíbles que de una u otra manera han aportado a mi carrera profesional. Por otra parte, me gustaría colocar en segundo lugar a mis compañeros y compañeras de la carrera, ya que gracias a la amistad desarrollada durante años, logramos salir adelante juntos, cada uno de ellos aportó de manera importante a mi formación profesional y personal.

Seguidamente, me gustaría agradecer a la empresa Agroindustrial Tres Amigos, que me facilitó el espacio y me brindó su confianza para realizar el presente trabajo; en especial a Joan Rojas y Bárbara Baquedano por su dedicación y colaboración en el trabajo.

Finalmente, me gustaría agradecer en general al personal de la Universidad Nacional, gracias a la formación recibida logré comenzar mi desarrollo profesional como una persona crítica y ética.

## Tabla de Contenido

I. Introducción.....	5
II. Planteamiento del problema.....	5
III. Objetivos.....	8
a. Objetivo General: .....	8
b. Objetivos Específicos: .....	8
IV. Justificación.....	9
V. Metodología.....	9
a. Delimitación del área de estudio y método de investigación.....	9
Apartado 1: Caracterización del uso del suelo.....	11
Apartado 2: Análisis de propiedades químicas.....	13
VI. Análisis y resultados.....	14
Apartado 1: Caracterización del uso del suelo.....	14
Apartado 2: Análisis de propiedades químicas.....	18
VII. Conclusiones y recomendaciones.....	21
VIII. Referencias Bibliográficas.....	23
IX. Anexos.....	25

## **Contenido de figuras**

Mapa 1: Área de estudio, Agroindustrial Tres Amigos S.A.....	10
Mapa 2: Clasificación del uso del suelo en el cantón de San Carlos.....	12
Mapa 3: Uso del suelo, Agroindustrial Tres Amigos S.A.....	14
Imagen 1: Uso de suelo, Bosque.....	15
Imagen 2: Uso de suelo, pasto y bosque.....	16
Imagen 3: Uso de suelo, Piña.....	16
Mapa 4: Área de protección río Tres Amigos, Agroindustrial Tres Amigos S.A.....	18

## **Contenido de gráficos**

Gráfico 1: Clasificación de uso del suelo, Agroindustrial Tres Amigos, porcentajes.....	17
Gráfico 2: Clasificación de uso del suelo por hectáreas, Agroindustrial Tres Amigos....	17
Gráfico 3: Concentración de bases del suelo, Agroindustrial Tres Amigos.....	19
Gráfico 4: Concentración de bases del suelo, Agroindustrial Tres Amigos.....	20

## **Acrónimos**

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

A3A: Agroindustrial Tres Amigos.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

Ha: Hectárea

## **I. Introducción**

El recurso del suelo es fundamental para la vida; sin embargo, la atención que se le presta a este es algo deficiente, afectando el mismo en búsqueda de extraer beneficios. A mayor presión humana sobre el suelo menor es la velocidad de respuesta de este recurso para recuperarse, afectando así los precios de los alimentos, y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la población en general. Esta afectación se puede evitar, al gestionar de manera adecuada el suelo, este incrementa su productividad, generando, además de abastecimiento de alimentos, una regulación del clima y una conservación de los servicios ecosistémicos. (Pennock & McKenzie, 2016).

Uno de los principales usos que se le da al suelo en el distrito de Pital, es el destinado al cultivo de piña; por lo cual la presente investigación busca clasificar el uso del suelo en la finca Agroindustrial Tres Amigos, esto como un método de planificación y/o regulación en cuanto a las capacidades del uso del suelo con respecto a su uso actual. Además, la extensión de los cultivos de piña en la zona norte del país ha venido creciente en las últimas décadas, destruyendo una importante cantidad de cobertura boscosa, por lo que una clasificación de uso del suelo delimitará el área actual utilizada para el cultivo de piña, así como lo que actualmente se cataloga como pasto, entre otros.

Mediante insumos como la clasificación de uso del suelo, y la síntesis de las propiedades químicas del suelo, se facilita la generación de propuestas de estrategias para la conservación y protección de la cobertura boscosa, y de igual manera, proteger el recurso hídrico de los ríos que atraviesan la finca.

La investigación se desarrollará mediante dos apartados, los cuales tratan sobre la clasificación de uso del suelo y clasificación de características químicas del suelo según lote.

## **II. Planteamiento del problema**

En Costa Rica, el cultivo de piña se ha desarrollado durante las últimas décadas de manera exponencial, generando problemáticas y beneficios tanto para la economía como para el ambiente, tales como la deforestación desmedida, la erosión temprana de los suelos debido a las malas prácticas agrícolas, la contaminación de las fuentes de agua, tanto superficial como subterránea, entre muchas otras; tal como lo menciona Rojas (2017) “Entre 2000 y 2015, el crecimiento de la actividad piñera “consumió” 5.556 hectáreas del bosque que cobija a Costa Rica.” (párr.1). Afectando tanto de manera directa como indirecta la cobertura del suelo, independientemente del tipo de uso del que se trate. De acuerdo con Pedro Beirute, citado por

Arias (2019) “La piña de Costa Rica es reconocida como la mejor del mundo. Costa Rica es el principal exportador de esta fruta” (párr.4). Lo mencionado anteriormente deja en evidencia las grandes extensiones de terreno necesarias para llegar a ser el país con mayor producción de esta fruta; aún siendo Costa Rica un país con muy poca extensión de terreno.

La finca a la cual hace referencia esta Práctica Profesional es Agroindustrial Tres Amigos S.A, corresponde a una finca agrícola productora de piña fresca para la exportación la cual menciona que a través de su subsidiaria Fruta Internacional, empieza a expandir sus operaciones en el cantón de San Carlos, Alajuela a mediados de la década del 2000, mediante la compra de tierra a habitantes del cantón de San Carlos. Además, las primeras fincas que compra la compañía son las tierras en el distrito de Pital, luego en Río Cuarto y, por último, en Santa Rosa de Pocosal. Desde entonces, esta empresa ha expandido su producción en el cantón, llegando a alcanzar en el año 2020 cerca de 2000 hectáreas (aproximadamente 60% en áreas cultivables y 40% en áreas de cobertura boscosas de importancia en la protección y conservación de biodiversidad). (E.J. Araya, comunicación personal, 03 de marzo de 2021)

En el distrito de Pital Agroindustrial Tres Amigos S.A cuenta con una propiedad de 1073 hectáreas  $552m^2$ , de las cuales 615 hectáreas son dedicadas al cultivo de piña y el restante de 458 hectáreas corresponde a áreas bajo cobertura boscosa.

Considerando lo mencionado en el párrafo anterior, es indispensable mencionar que el área que se utiliza para el cultivo de piña está delimitada; sin embargo, con respecto al total de la propiedad, en donde existen otros tipos de coberturas del suelo, se desconoce por completo los límites concretos de las otras coberturas. Considerando lo anterior como el mayor problema, y mostrando el gran aporte que generaría un instrumento, como lo es un mapa de usos del suelo; evitando de esta manera posibles expansiones desmedidas y/o destructivas del cultivo de piña en coberturas actualmente boscosas.

La finca en la que se está trabajando, ha venido creciendo, tanto en su productividad como en su extensión de terreno, para el mes de abril del 2021, la empresa contaba con un total de 140 empleados directos y un cambiante de 300 empleados indirectos. Es por ello, que la finca Agroindustrial Tres Amigos S.A, está interesada en realizar los procedimientos respectivos para un adecuado manejo y la conservación del uso del suelo. De acuerdo con Di Gregorio & Jansen (1998) Esta se define como “*The observed biophysical cover of the earth's surface*”, traduciendo el concepto anterior como todo aquello observable sobre la tierra, estableciendo distintas categorías o clasificaciones dependiendo la actividad predominante.

La producción de piña puede desarrollarse de forma amigable con el ambiente, para ello es necesario realizar estrategias que hagan productiva la finca, al mismo tiempo, generando un menor impacto en el medio ambiente. Algunas de estas estrategias pueden ser la elaboración de insumos como, una clasificación de uso del suelo, una identificación de propiedades químicas del suelo, un análisis de las labores de labranza realizadas en la actualidad, entre muchas otras. Quijandría, Berrocal, & Pratt. (1997) afirman que: “la manera en que se manejan las fincas de piña en Costa Rica causa un deterioro muy marcado de los suelos” (p.7). Lo anterior se relaciona estrictamente con problemas en la superficie terrestre que afectan la productividad:

1. Erosión: se conoce por erosión, al desgaste que sufren los suelos y que a su vez provocan alteraciones en la fertilidad. De acuerdo con Quijandría, Berrocal, & Pratt. (1997) “la erosión se ve ocasionada (...) por la mala escogencia del área de siembra y las prácticas de preparación de los terrenos para la siembra” (p.7). Mismos autores mencionan que como consecuencia, algunas zonas como Venecia y Río Cuarto se ven expuestas a sufrir un grave impacto debido a la poca cobertura vegetal que otorga la piña al suelo para permitir su cultivo.

2. Compactación: es el proceso artificial mediante el cual se obliga a las partículas a ponerse más en contacto unas con otras, expulsando el aire que queda atrapado; esta transformación se encuentra ligado con la utilización de la maquinaria que es implementada en la siembra y cosecha del cultivo (Quijandría, Berrocal, & Pratt, 1997).

3. Deterioro de la actividad microbiológica: como bien se sabe, el uso de fungicidas y herbicidas permiten cuidar los cultivos de amenazas, sin embargo; el uso excesivo de ellos, además de causar la muerte de patógenos, provoca la desaparición de todas las especies que se encuentran en el suelo, incluso aquellas que no tienen ninguna relación con la piña; lo cual a la vez ocasiona la pérdida en la capacidad productiva del mismo suelo y la contaminación del recurso hídrico. (Quijandría, Berrocal, & Pratt, 1997).

### **III. Objetivos:**

#### 1. General:

- Elaborar estrategias de mitigación para la degradación del suelo generado por la labranza del terreno caracterizados por el cultivo de piña, evaluando las labores de campo que se realizan actualmente previas a la siembra.

#### 2. Específicos:

- Caracterizar el uso del suelo, por medio de imágenes satelitales, en la finca Agroindustrial tres amigos S.A, con el fin de contribuir con el manejo y la conservación del suelo.

-Identificar las características químicas del suelo, según la distribución de áreas de plantación para conocer las singularidades de cada lote, utilizando datos de los últimos tres años.



#### **IV. Justificación:**

En Costa Rica, el uso del suelo determina de manera directa el ordenamiento territorial; además, la productividad de los suelos y la degradación de este, resulta de interés a la hora de investigar acerca de la aplicación correcta de las normas de uso del suelo establecidas por el MAG y MINAE en la norma N°41960 para el uso conforme de suelo. Las empresas productoras de alimentos, pocas veces toman en cuenta la conservación del uso del suelo, lo cual provoca la degradación.

La piña es uno de los productos agrícolas predominantes del país, generando un gran impacto tanto en el suelo como en el ambiente en general. De acuerdo con Quijandría, Berrocal y Pratt (1997), quienes mencionan a Kortbech-Olsen (1996) “la producción de piña se ha desarrollado ampliamente a nivel mundial en los últimos cinco años, motivada por el aumento sostenido de la demanda de frutas tropicales, (...); en los mercados de Estados Unidos y Europa” (p. 01). Sin embargo, la mayor cantidad de esta fruta es producida en Centroamérica, tal como lo menciona la revista BIOCENOSIS (2013), Costa Rica es el país número uno en el mundo con respecto a la producción piñera, debido a las facilidades climatológicas, hidrológicas y terrenales con las que cuenta el país para poder cultivarla, sin embargo, la producción tipo monocultivo de alta intensidad no se ha desarrollado de la mejor manera, en vista del impacto ambiental que está provocando y que a su vez es un generador de divisas dentro del país (La Nación, 2016).

#### **V. Metodología**

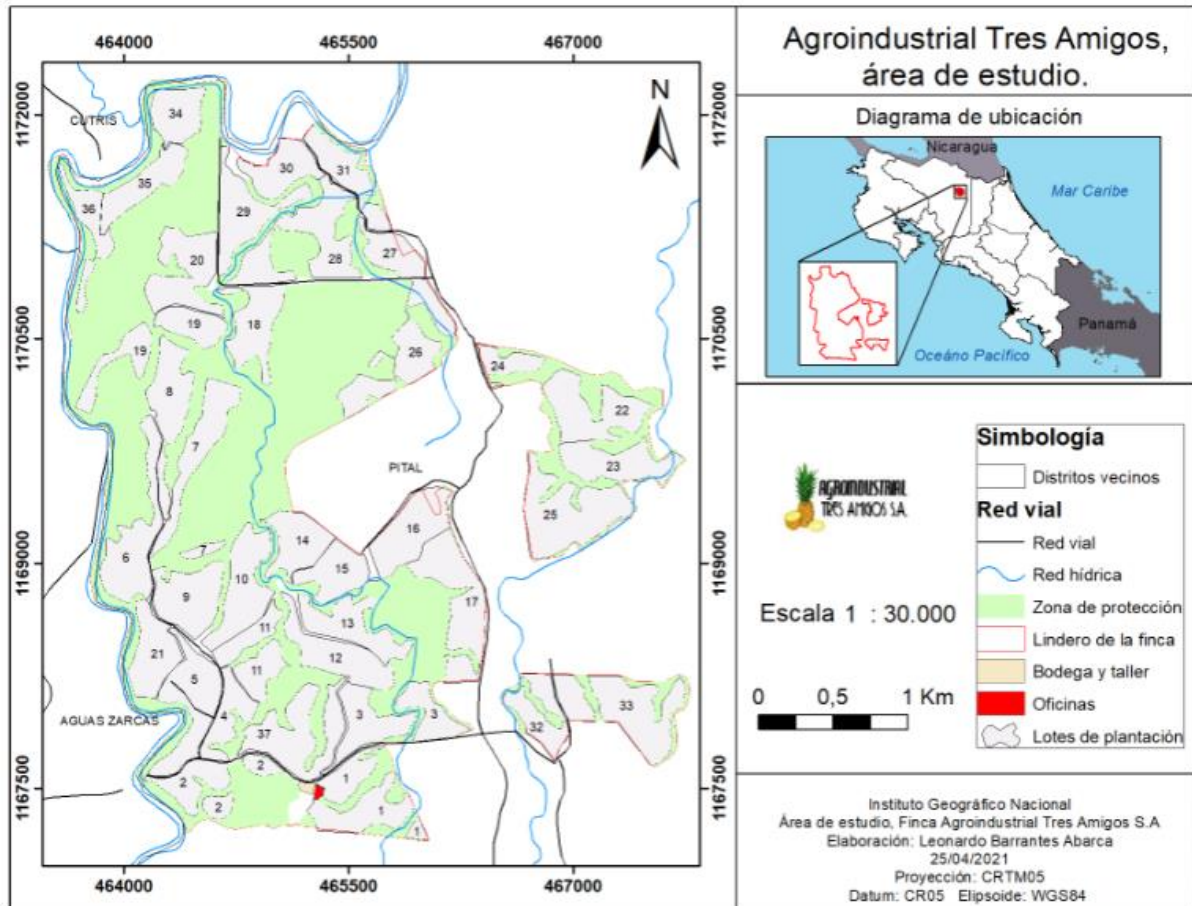
##### **a. Delimitación del área de estudio y método de investigación**

Desde la década de los años ochenta, Costa Rica ha promovido el cultivo de piña de forma intensiva, mayoritariamente en la Zona Norte fronteriza con Nicaragua. (Echavarría & Prunier, 2020). El cultivo de esta fruta tropical se ha expandido de manera exponencial en los últimos años, esto principalmente para los cantones de San Carlos, Los Chiles, Sarapiquí.

La finca productora de piña fresca Agroindustrial Tres Amigos S.A, forma parte de estas grandes extensiones de terreno dedicado a dicho cultivo. Se ubica precisamente en el distrito de Pital de San Carlos, limita al norte y al oeste con el río Tres Amigos, y con los distritos de Cutris, Aguas Zarcas y Pital; la finca tiene un área total de 1074 hectáreas, incluyendo áreas de siembra, pastos, zona de protección, edificaciones, entre otros; tal como se

muestra en el mapa 1, en donde se ilustra, además, la cantidad y distribución de los lotes destinados al cultivo de piña.

Mapa 1: Área de estudio, Agroindustrial Tres Amigos S.A.



El estudio se realizará bajo el método de investigación mixto, debido a que se realiza procesos de datos cualitativos y cuantitativos para concluir los objetivos de la investigación, tomando en cuenta principalmente la rama de la geografía integrada, para así, mediante el uso de tecnologías de sistemas de información geográfica y teledetección, lograr categorizar los diferentes usos del suelo y realizar estrategias de mitigación para el impacto provocado al suelo; y con ello, a su cobertura en general. Moscoso (2017) define el método de investigación mixto como “...aquellos métodos que combinan en una misma investigación las miradas cuantitativas y cualitativas en vistas de la realización de la fase empírica del estudio” (párr. 1). En cuanto a la investigación cuantitativa se encuentra el procesamiento de imágenes satelitales, y las clasificaciones del suelo de acuerdo con sus propiedades y componentes químicos de los 37 lotes que conforman la finca; mientras que por parte de la cualitativa se encuentra la clasificación de uso del suelo siguiendo las clasificaciones antes mencionadas establecidas por el MAG y MINAE en la norma N°41960.

Las grandes extensiones de cultivos de piña traen consigo beneficios para el país; como por ejemplo la creación y aumento de fuentes de trabajo, la dinamización de la economía rural, el aumento en las exportaciones, la mejora en vías de comunicación, entre otros. Por lo que, mediante la elaboración de cartografía de uso del suelo y las propiedades químicas de cada lote, se elaboraron propuestas para mejorar la conservación de uso del suelo y su cobertura boscosa, como para el suelo descubierto y el actualmente utilizado para la siembra de plantas de piña. Ver anexo 1. Además, que se cumpla con el artículo N°33 de la Ley Forestal referente a bosque de ribera y la protección.

### **Apartado 1: Caracterización del uso del suelo**

Se realiza la descarga de la imagen satelital más reciente y con menos nubosidad posible, esto desde la plataforma Copernicus (ESA); dicha imagen proveniente del satélite sentinel 2, el cual contiene un total de 12 bandas, y en este caso, una resolución de 20 x 20 m por píxel, las cuales se deben transformar a una resolución de 10 x 10m por píxel, esto para lograr una mejor definición de la imagen final y mayor detalle en los resultados obtenidos; dicha imagen fue capturada en el mes de noviembre del año 2020. Seguidamente se procede a realizar la delimitación del área total del área de estudio, esto mediante la creación de una capa en formato Shape; todo ello mediante el uso del software ArcGIS.

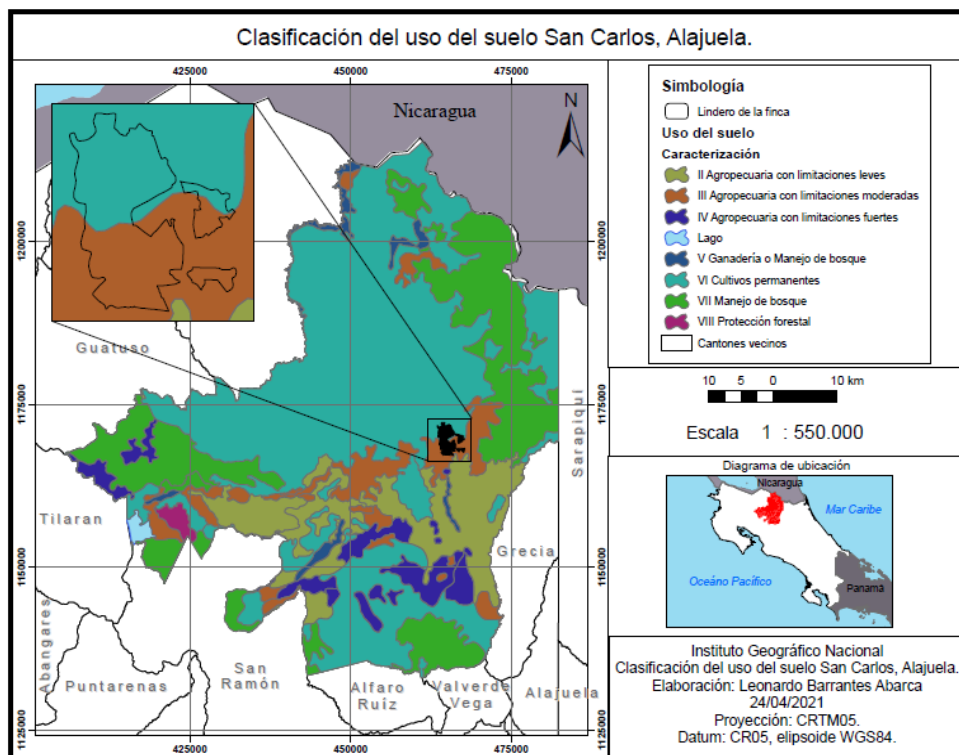
Posteriormente se procede a caracterizar el uso del suelo en el área de estudio, en donde se utiliza una herramienta llamada clasificación supervisada, esto para el uso del suelo en la Finca Agroindustrial Tres Amigos y 50m a la redonda; con esta herramienta, de acuerdo con (MAE Y MAGAP, 2015) "...el analista "supervisa" el proceso de categorización de pixeles, entrando al algoritmo de la computadora, por medio de descriptores numéricos para cada una de las categorías presentes en la escena analizada" (p.20). Continuando con lo que se menciona en la cita anterior, para realizar la clasificación supervisada, se deben seleccionar cuidadosamente los pixeles de la imagen satelital que representan un uso del suelo en específico, esto mediante el posicionamiento de puntos sobre los pixeles, realizando esto para cada uno de los usos presentes en el área de estudio. Posterior a ello, se procede a transformar el producto de la clasificación supervisada (capa ráster) de ráster a polígono, esto como manera de filtro, para así poder eliminar seguidamente los polígonos pequeños menores a 1 hA. Mediante el uso de la paleta de colores establecida por el MAG para la elaboración de cartografía enfocada al uso de suelo, se clasifica cada uno de estos con el color correspondiente.

Por último, se realiza una comprobación del mapa obtenido, mediante un recorrido en la finca para confirmar que el proceso se realizará de acuerdo con el uso de suelo más reciente posible.

Para realizar la clasificación supervisada se requiere criterio técnico, como lo es la fotointerpretación; sin embargo, del área de estudio facilita la fotointerpretación, ya que es un terreno principalmente utilizado para la agricultura de monocultivo, siendo necesario promover su conservación y mejoramiento.

En el caso del cantón de San Carlos, en el que la mayoría de sus usos del suelo se enfocan principalmente en el uso agrario, se realizó el Plan Regulador en el año 1982, escala 1:5000 (GeoPortalIDESCA, 2020). Lo que ha servido como un importante instrumento para que el cantón se desarrolle conforme a las normas estipuladas, tal como se muestra en el Mapa 2, en donde actualmente cuenta con clasificaciones del uso del suelo II, agropecuaria con limitaciones leves; III, agropecuaria con limitaciones moderadas; IV, agropecuaria con limitaciones fuertes; V, ganadería y manejo de bosque; VI, cultivos permanentes; VII, manejo de bosque; y VIII, protección forestal.

Mapa 2: Clasificación del uso del suelo en el cantón de San Carlos.



En el mapa anterior, se observa que la mayor extensión de terreno en cuanto a clasificaciones del uso del suelo es la categoría VI que se refiere a cultivos permanentes tales como café, piña, cacao, entre otros.

Tal como se muestra en el mapa 2, la finca en la que se está trabajando se encuentra dentro de los usos del suelo III, agropecuaria con limitaciones moderadas, debido a pendiente o composición del suelo; y VI, cultivos permanentes; considerándose el uso actual del suelo en la finca (cultivos de piña) como uso conforme; sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, estos datos son del año 1982, y no muestran gran detalle espacial en las categorías de uso del suelo, por lo que el municipio del cantón está en proceso de realizar una actualización del Plan regulador cantonal (INVU, 2020).

## **Apartado 2: Análisis de propiedades químicas**

Con respecto a los análisis de las propiedades químicas del suelo, se deben obtener los datos históricos de los muestreos realizados a cada uno de los 37 lotes que conforman la finca, información facilitada por el profesional a cargo de los servicios técnicos en la finca. Una vez obtenidos los datos, se seleccionan solamente los datos con una antigüedad no mayor a tres años de acuerdo con la disponibilidad de estos; y transformando los datos a formato de tabla para una mejor comprensión. Ver anexo 1.

Posterior a esto, se procede a investigar, mediante fuentes secundarias, las tolerancias o niveles adecuados de elementos químicos que conforman las bases presentes en el suelo buscando facilitar la creación de un tratamiento de enmienda de suelo especializado para cada lote. Una vez se logran coleccionar los niveles adecuados de cada elemento químico presente en cada lote se ilustran estas tolerancias mediante gráficos donde estas propiedades químicas se muestran según lote.

Según los resultados obtenidos se elaborará un mapa que contenga los datos que más se alejen de las tolerancias de cada propiedad química establecidas por el CIA de la Universidad de Costa Rica, mencionadas en el apartado 2 de análisis de resultados, esto para que las personas encargadas de la toma de decisiones en cuanto a las aplicaciones de productos naturales o químicos para mejorar el estado de las propiedades químicas del suelo, tomen acción con base en este mapa.

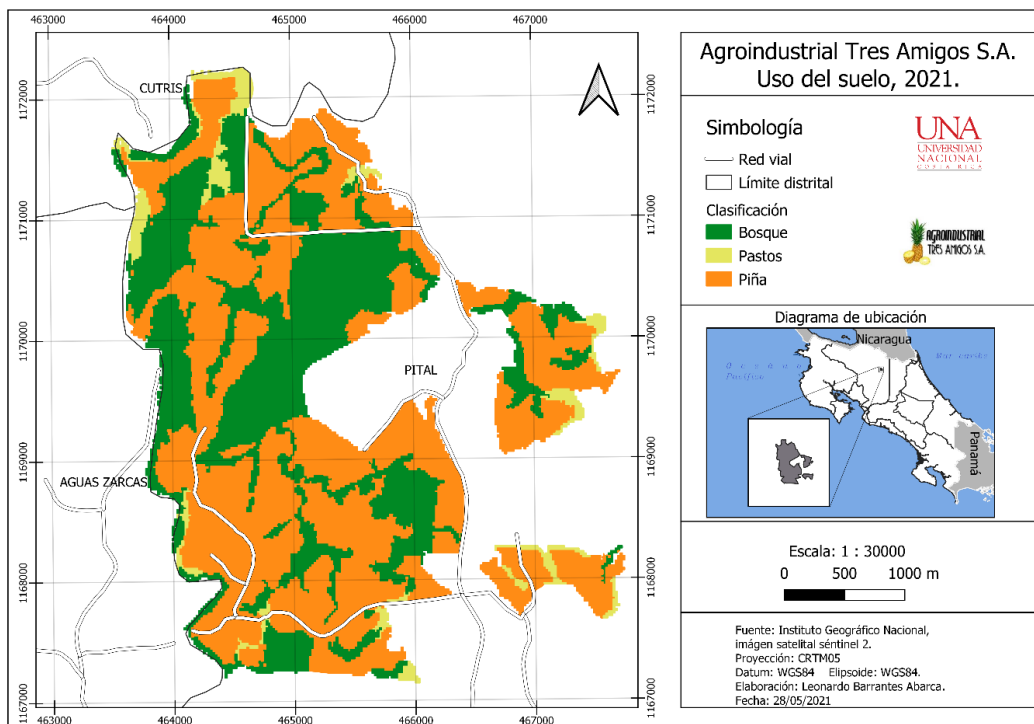
## VI. Análisis de resultados

### Apartado 1: Caracterización del uso del suelo

Con respecto al uso del suelo en la finca Agroindustrial Tres Amigos, se detectaron, mediante el uso de imágenes satelitales, tres diferentes tipos de uso (Bosque, pastos y cultivos de piña). Cabe resaltar que, en el caso de esta clasificación de uso del suelo, solamente se seleccionaron los tres tipos mencionados anteriormente, esto debido a que la resolución obtenida de la imagen satelital no permite observar a gran detalle la presencia de edificaciones, servicios sanitarios o las oficinas de la empresa, debido a su reducido tamaño.

El uso de suelo predominante en la finca es la piña, la cual como se muestra en el mapa 3, es representada por el color naranja, el siguiente uso de suelo con mayor extensión de terreno es el bosque, el cual se encuentra distribuido por toda la finca, representado en el mapa 3 con el color verde; y, por último, el uso de suelo de pastos es el que ocupa la menor extensión de terreno, concentrando este uso principalmente al norte, limitando con el río Tres Amigos. Mediante la visita a campo para la comprobación de resultados, se logró apreciar el motivo de la presencia de estos pastos, y se concluyó que se debe principalmente a la irregularidad del terreno, ya que esta limita de manera importante las labores para el cultivo de piña.

Mapa 3: Uso del suelo, Agroindustrial Tres Amigos S.A.



En cuanto a la cobertura de suelo ocupada por el bosque, se logró comprobar, mediante la visita a campo, que la presencia de este uso del suelo a lo largo y ancho de la finca se debe principalmente a que la misma es atravesada por varias quebradas, en los cuales, a simple vista, se respeta la distancia establecida por la ley N°7575, tal como se muestra en la imagen 1; sin embargo, la comprobación de lo anterior es algo compleja ya que habría que recolectar datos de estas quebradas, lo cual excede los objetivos planteados para esta investigación.

De acuerdo con Barrientos (2005) el bosque presente en la subcuenca del río Tres Amigos “incluye bosque primario (bajo régimen de protección o no). bosque secundario, bosque en proceso de reforestación o plantaciones forestales.” p.26



Imagen 1: Uso de suelo, Bosque

Otro de los motivos que justifican la distribución del uso del suelo destinado a cobertura boscosa es el relieve, en su mayoría, las extensiones de bosque presentan un relieve irregular en los bordes de las quebradas, convirtiendo estas áreas en no aprovechables para el cultivo, aún cuando excedan los 15 metros de área de protección establecidos por la ley; dando paso así a la conservación de especies, tanto de flora como de fauna.





Imagen 2: Uso de suelo, pasto y bosque.

En cuanto al uso de suelo destinado para la plantación de piña, tal como se muestra en la imagen 2, estas áreas presentan un relieve regular, con pendientes con bajo grado de inclinación, facilitando labores de preparación del suelo, aplicaciones, y cosecha. De acuerdo con Rosales (2013) la piña es un cultivo que está presente en el país desde hace más de 50 años, en distintas regiones; a partir de 1986, se inició la exportación de la fruta que nos ha dado un lugar de preferencia a nivel mundial.



Imagen 3: Uso de suelo, Piña

El uso de suelo predominante de la finca, como se mencionó anteriormente, es el destinado al cultivo de piña, el cual, de acuerdo con la clasificación supervisada, cuenta con una extensión de 623.9 Ha (Gráfico 2), y tal como se muestra en el gráfico 1 es el equivalente a un 58% del área total de la finca.



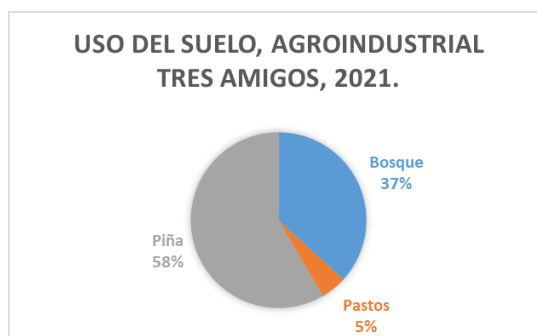


Gráfico 1: Clasificación de uso del suelo, Agroindustrial Tres Amigos, porcentajes.

A pesar de que el cultivo de piña está distribuido por toda la finca, se mantienen espacios de cobertura boscosa, permitiendo así la interacción de distintas especies, y funcionando como corredores biológicos, los cuales, de acuerdo con Canet (2007) se definen como “un espacio geográfico delimitado, generalmente de propiedad privada y cuya función es proporcionar conectividad entre las Áreas Silvestres Protegidas, los paisajes, ecosistemas y hábitat naturales o modificados, para hacer posible la migración y dispersión de la flora y fauna silvestre...”

Mencionado lo anterior, y tal como se ilustra en el gráfico 2, la segunda cobertura del suelo con mayor extensión es la de bosque, con un total de 393 Ha (37%), y siendo gran parte de este total conformado por bosque de ribera, según se observó en la visita a campo. Además, a pesar de que Agroindustrial Tres Amigos cuenta con apenas 51.33 hectáreas de pastos (5%), Barrientos (2005) menciona que para la subcuenca del río Tres Amigos “Los pastos constituyeron el principal uso del suelo de la subcuenca del río Tres Amigos con el 61.6 por ciento del total.” p.30

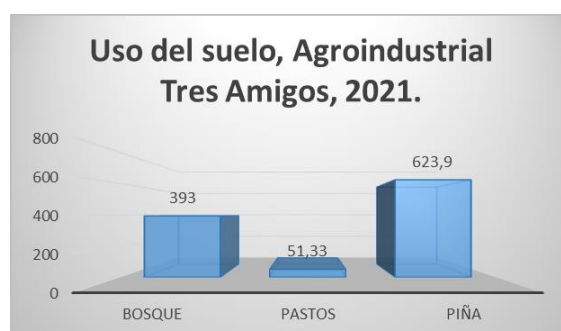


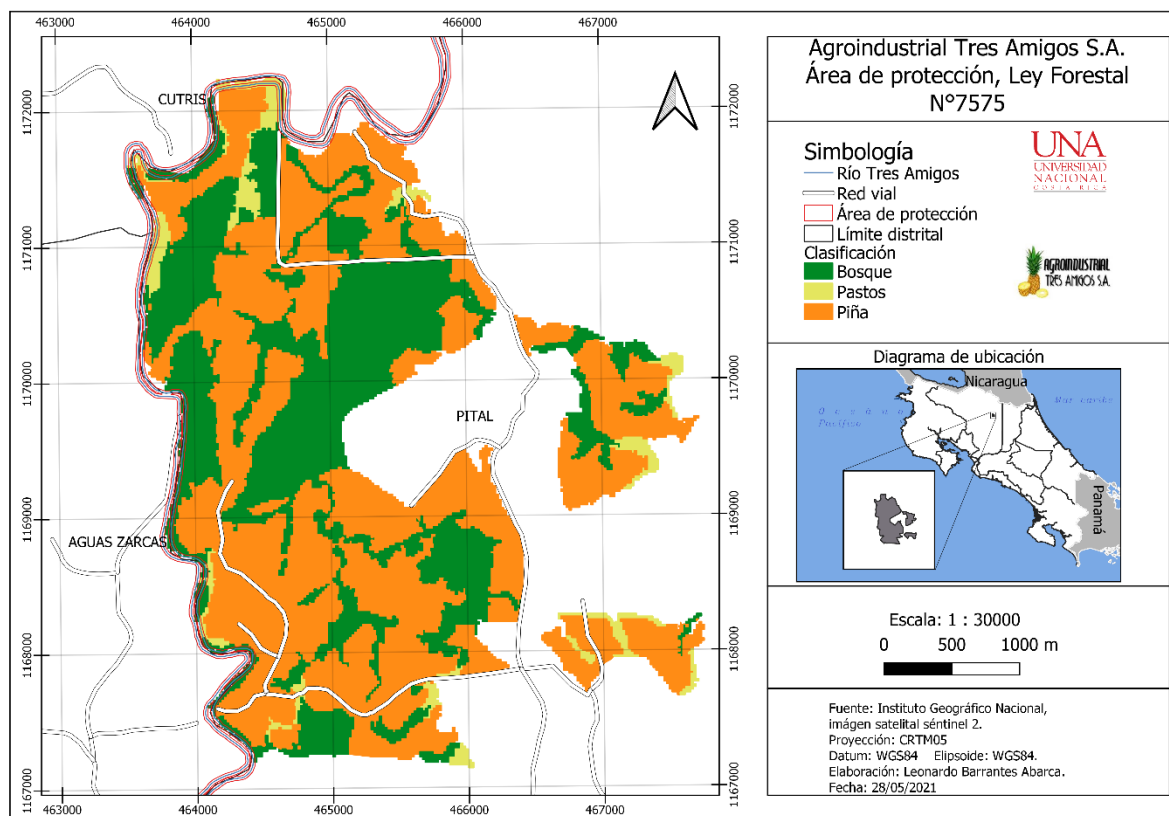
Gráfico 2: Clasificación de uso del suelo por hectáreas, Agroindustrial Tres Amigos.

Por parte de la ley forestal N°7575, artículo 3, se ilustra en el mapa 4 los 15 metros de protección con los que debe contar el río, entendiéndose así, que a excepción del lote 19 (ver mapa 1), sí se cumple con lo establecido por dicha ley; incluso, en la mayoría de los lotes

destinados para el cultivo de piña, esta área de protección es aún mayor a los 15 metros establecidos por la ley, tal como en el caso de los lotes 21, 06, 02, y 36.

Por parte de la quebrada que atraviesa los lotes 01, 03, 13, 10 14, 18, 20, 28, 29, y 30 (ver mapa 1); existe una inconsistencia en la ubicación de esta, volviendo así imposible la comprobación de las áreas protegidas con respecto a esta quebrada, para confirmar dicha inconsistencia, durante la visita de campo se utilizó la aplicación QField con los datos previamente cargados, en donde efectivamente se comprobó que existe un error en la capa de ríos brindada por el Instituto Geográfico Nacional con respecto a la realidad en el terreno. Además, la baja resolución y la cobertura boscosa impide la digitalización de esta.

Mapa 4: Área de protección río Tres Amigos, Agroindustrial Tres Amigos S.A



## Apartado 2: Análisis de propiedades químicas

En este apartado se presentará los principales resultados obtenidos de la síntesis de los informes de laboratorio con respecto a las propiedades químicas del suelo según lote. Para dicho apartado, se consideraron las bases del suelo, Calcio, Potasio, Magnesio, y el nivel de

pH. De acuerdo con el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) el suelo de la finca está clasificado como ultisoles (ver anexo 2). De acuerdo con MAG (2016) “ Por muchos años estos suelos se han utilizado para la expansión ganadera, lo que ha provocado serios problemas de erosión, debido a alta carga animal y por altas precipitaciones.” Además, se caracterizan por presentar problemas de acidez, siendo necesario un plan de enmienda que incluya calcio para corregirlos (MAG, 2016). Los materiales utilizados como correctivos de acidez del suelo son principalmente carbonatos, hidróxidos y óxidos de Ca y/o Mg (Alcarde 1992).

Tal como se muestra en el gráfico 3, los lotes 15, 21, 35, y 36 son los que presentan mayor concentración de Magnesio y Calcio, siendo estos datos favorables para el estado del suelo de acuerdo con los datos de fertilidad suministrados por el Centro de Investigaciones Agronómicas. Otro de los datos importantes a resaltar, es que, en su mayoría, los resultados de los análisis de laboratorio están por debajo de los establecidos por el CIA (ver anexo 2) en el área de estudio, siendo uno de las posibles causas el excesivo uso del suelo para el cultivo de piña (monocultivo), considerándose necesario un plan de enmienda de suelos para recuperar la fertilidad del suelo de la finca.

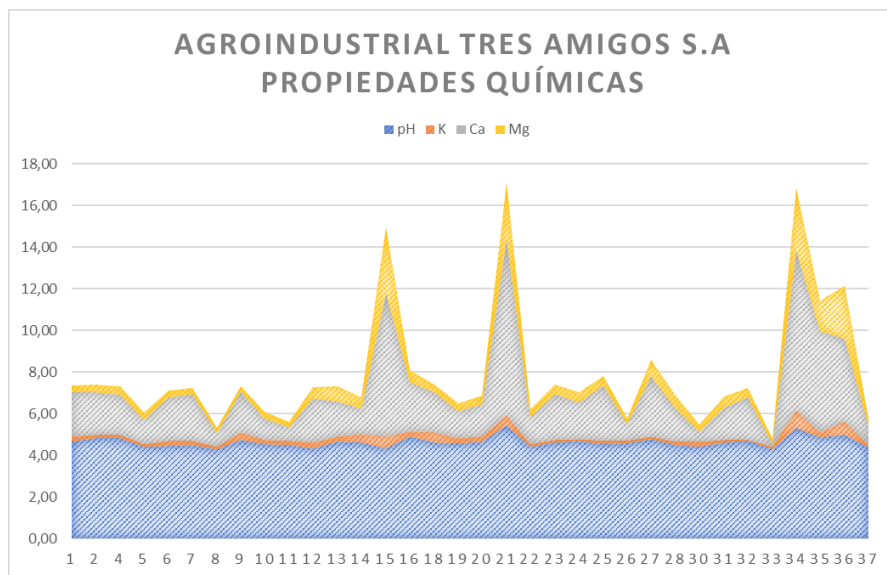


Gráfico 3: Concentración de bases del suelo, Agroindustrial Tres Amigos.

Al igual que el gráfico 3, el gráfico 4 muestra las bases del suelo y sus concentraciones según lote; sin embargo, con el gráfico 4 se muestra la regularidad en los niveles de pH presentes, y la gran diferencia existente en los niveles de calcio, esto podría darse debido a los planes de enmienda de suelo que ya fueron aplicados (ver anexo 3) para disminuir la acidez y lograr una mejor productividad del suelo. Ortíz-Miranda (2013) menciona que “Por la

inclemencia constante del clima tropical. En los suelos de las regiones tropicales ocurre una precipitación que excede a la evapotranspiración durante la mayor parte del año, alcanzando niveles de percolación muy altos y por esto las bases Ca y Mg son lixiviadas...” volviendo necesaria la aplicación de estas bases al suelo luego de ser explotadas de manera intensiva por la agricultura de monocultivo.

Calva & Espinosa. (2017) menciona que “El control de la acidez mediante el uso adecuado de enmiendas puede ser una herramienta básica para desarrollar una agricultura rentable y amigable con el ambiente que haga uso eficiente del suelo...” demostrando la importancia de equiparar los niveles de pH presentes en los lotes, y de acuerdo con sus necesidades. Para lo anterior, Calva & Espinosa (2017) mencionan que “las mejores fuentes para ese tipo de suelo son, en efecto, carbonato de calcio (cal agrícola) y dolomita.” Para el caso de la finca agrícola en la que se trabaja, los niveles de Ph del suelo son bastante similares independientemente del lote al que se le realizó el análisis, dejando evidencia del seguimiento que se le ha dado a cada una de las singularidades de cada lote para así crear una mejor calidad de composición del suelo apta para el cultivo de piña sin perder la fertilidad del suelo de manera acelerada. “La acidez en los suelos también puede ser causada por efecto del manejo agrícola del suelo. El cultivo intensivo de la tierra, la extracción de nutrimentos por parte de la cosecha, el efecto residual ácido que dejan los fertilizantes nitrogenados, y el incremento en los problemas de erosión por mal manejo del suelo...” Ortiz-Miranda (2013).

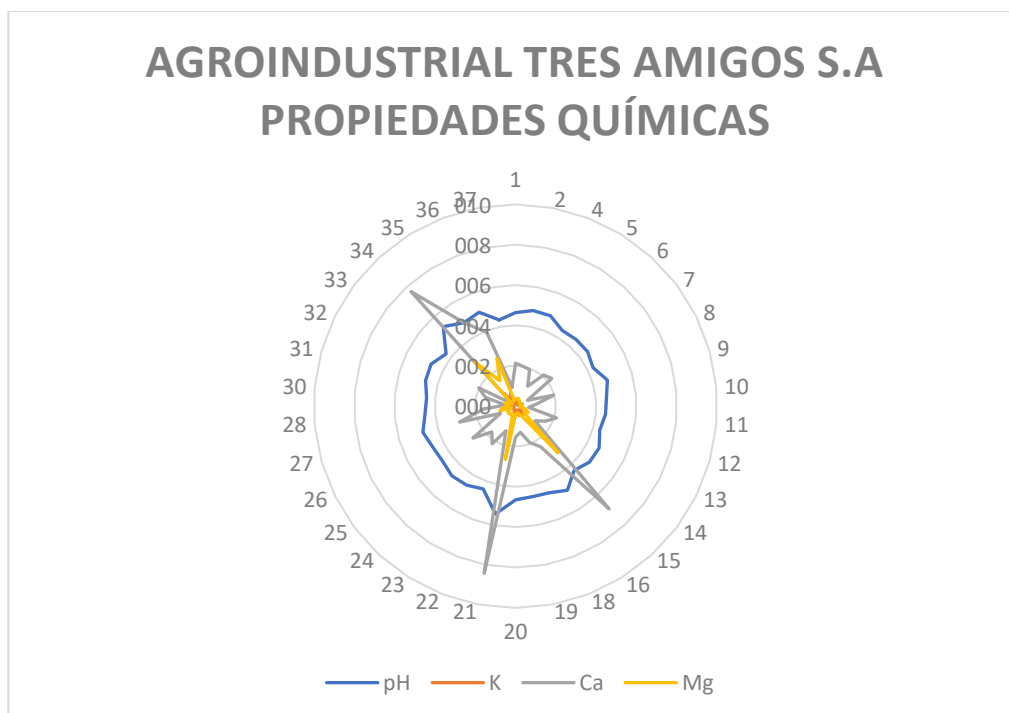


Gráfico 4: Concentración de bases del suelo, Agroindustrial Tres Amigos.

Para evitar el incremento del pH, se ha sugerido el uso de enmiendas a base de yeso o sulfato de calcio, que neutralizan el exceso de aluminio y manganeso en suelos ácidos sin variar el pH del suelo (Silva et al. 2006). Lo anterior, viendo el yeso como un posible reemplazo u opción sustituto del calcio para los planes de enmienda del suelo.

## **VII. Conclusiones y Recomendaciones**

A modo de conclusión, el uso predominante del suelo en la finca Agroindustrial Tres Amigos es la plantación de piña, distribuida por la totalidad de la finca; seguido de la cobertura boscosa, y por último de pastos. Tal como se mencionó anteriormente, el uso del suelo se puede catalogar como uso conforme, esto debido a que está conformado por ultisoles y sus propiedades físicas, relieve, y condiciones climáticas son favorables para la producción del cultivo de piña. Tomando como fuente la imagen satelital utilizada para la clasificación de uso del suelo, se logró observar la existencia de gran cantidad de extensión de terreno destinada para el cultivo de piña ajenos a la finca A3A; lo cual demuestra que en las fincas aledañas se da un uso del suelo predominante del cultivo de piña.

Continuando en la misma línea, en cuanto a la clasificación del uso del suelo, se debe resaltar la mayor limitación a la hora de realizar la clasificación supervisada; esta fue la resolución de la imagen, la cual, como se mencionó anteriormente, limitó la identificación de una mayor cantidad de clasificaciones, tales como las edificaciones, el terreno descubierto, entre otras; sin embargo, la imagen satelital utilizada permitió cumplir con los objetivos establecidos. Una recomendación importante sería obtener una imagen aérea mediante un vehículo aéreo no tripulado, de esta manera, obteniendo una mejor resolución, y, por ende, mejores resultados.

De esta manera, se recomienda además realizar una revisión a mayor detalle, especialmente para el lote 19, esto debido a que el mismo invade el área de protección mostrada en el mapa 4. Además, sería importante analizar específicamente casos como el del lote 06 en cuanto al área de protección; lo anterior debido a que, mediante la visita a campo, se observa una pendiente importante entre el área de plantación y el bosque de ribera.

Es necesario generar estudios de posibles amenazas de deslizamientos en los bordes del río Tres Amigos, esto debido a las pendientes pronunciadas que existen en este sector; además

de estudios de riesgo o vulnerabilidad ante inundaciones, debido a la presencia de arroyos distribuidos por toda la finca.

Todos los puntos mencionados anteriormente son aportes que el profesional en geografía puede realizar en el ámbito de la agricultura, entre muchos otros; sin embargo, al tratarse de una empresa privada, su metodología y objetivos son diferentes a una entidad pública, por lo que no siempre se considera estrictamente necesario el tomar en cuenta las recomendaciones antes mencionadas.

Tomando en cuenta lo anterior, es importante mencionar la importancia del trabajo en equipo multidisciplinario, ya que, de esta manera se pueden abarcar los puntos de interés con mayor profundidad y efectividad, obteniendo mejores resultados, tal como para el apartado dos en el cual, mediante la elaboración de los gráficos conformados por las propiedades químicas de los lotes, se recomienda dar un seguimiento especializado a los lotes 21 y 34, esto debido a que, a pesar de contar con niveles de calcio y magnesio elevados, aún presentan niveles de pH relativamente altos, con respecto a los demás lotes. Además de valorar los beneficios y/o consecuencias que podría generar las enmiendas a base de yeso en el cultivo de la piña.

Finalmente, es importante mencionar que la presente investigación; además de realizar los aportes antes mencionados, podría ser utilizada potencialmente para solicitar la bandera azul agropecuaria, o como requisito de los cumplimientos solicitados por algunos clientes para las auditorías periódicas en la finca Agroindustrial Tres Amigos.

## VIII. Referencias

- Alcarde J.C. 1992. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. ANDA, Sao Paulo, Brasil. Boletim Técnico No. 6. 26p.
- Arias, J. (2019). Elaboración de un Plan de Manejo y conservación de uso del suelo en finca productora de piña fresca Agroindustrial Tres Amigos, Pital de San Carlos. Crhoy.com. <https://www.crhoy.com/economia/pina-desbanco-al-banano-como-principal-producto-de-exportacion-agricola/>
- Barrientos, F. R. (2005). Uso del suelo, prácticas culturales, sistemas productivos y sostenibilidad en las fincas de la subcuenca del río Tres Amigos, cuenca del río San Carlos. *Pensamiento Actual*, 5(6).
- Biblioteca virtual del MAG (SA). [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-pina.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-pina.pdf)
- Calva, C., & Espinosa, J. (2017). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana. *Siembra*, 4(1), 110-120.
- Canet Desanti, L. (2007). Herramientas para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos en Costa Rica.
- Cordero, J. (2016, 26 de octubre). Producción de piña en Costa Rica enfrenta acusaciones por supuesto impacto ambiental. *La Nación*. Recuperado de: [http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Produccion-Costa-Rica-entredicho-ambiental\\_0\\_1593640658.html](http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Produccion-Costa-Rica-entredicho-ambiental_0_1593640658.html)
- Di Gregorio, A., & Jansen, L. J. (1998). A new concept for a land cover classification system. *The Land*, 2(1), 55-65.
- Echavarría, T. R., & Prunier, D. (2020). Extractivismo agrícola, frontera y fuerza de trabajo migrante: La expansión del monocultivo de piña en Costa Rica. *Frontera norte*, (32), 1.
- INVU, 2020. Importancia de Planes Reguladores. INVU. <https://www.invu.go.cr/planes-reguladores>
- MAE Y MAGAP. (2015). Protocolo metodológico para la elaboración de mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:100.000. Quito,39 Ecuador. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/01-METODOLOGIA\\_MAPA\\_COBERTURA\\_USO.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/01-METODOLOGIA_MAPA_COBERTURA_USO.pdf)

MAG (2016). Suelos de Costa Rica, Orden ultisol. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1604.PDF>

Maglianesi, M.A., (2013). Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. *Biocenosis*. <http://investiga.uned.ac.cr/revistas/index.php/biocenosis/article/view/611/507>

Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649.

Ortiz-Miranda, R. I. (2013). Evaluación de dosis y fuentes de enmiendas calcáreas en la fertilidad del suelo y el crecimiento de piña en Finca Tres Amigos, Pital, San Carlos.

Pennock, D., & McKenzie, N. (2016). Estado mundial del Recurso suelo.

Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). Análisis de la piña en Costa Rica Análisis de Sostenibilidad.

[https://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Quijandria/publication/289528887\\_La\\_Industria\\_de\\_la\\_Pina\\_en\\_Costa\\_Rica\\_Analisis\\_de\\_Sostenibilidad/links/568ed5d408aef987e567e04e.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Quijandria/publication/289528887_La_Industria_de_la_Pina_en_Costa_Rica_Analisis_de_Sostenibilidad/links/568ed5d408aef987e567e04e.pdf)

Rojas, P. (2017). 5500 hectáreas de bosque sucumbieron por cultivos de piña. *Crhoy.com*. <https://www.crhoy.com/ambiente/5-500-hectareas-de-bosque-sucumbieron-a-cultivos-de-pina/>

Rosales, A. (2013). Manual para la interpretación de imágenes de sensores remotos de las principales coberturas y usos de la tierra de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Silva J.A., Hamasaki R., Paull R., Ogoshi R., Bartholomew D.P., Fukuda S., Hue N.V., Uehara G., Tsuji G.Y. 2006. Lime, gypsum and basaltic dust effects on the calcium nutrition and fruit quality of pineapple. *Acta Horticulturae* 702:123-131.



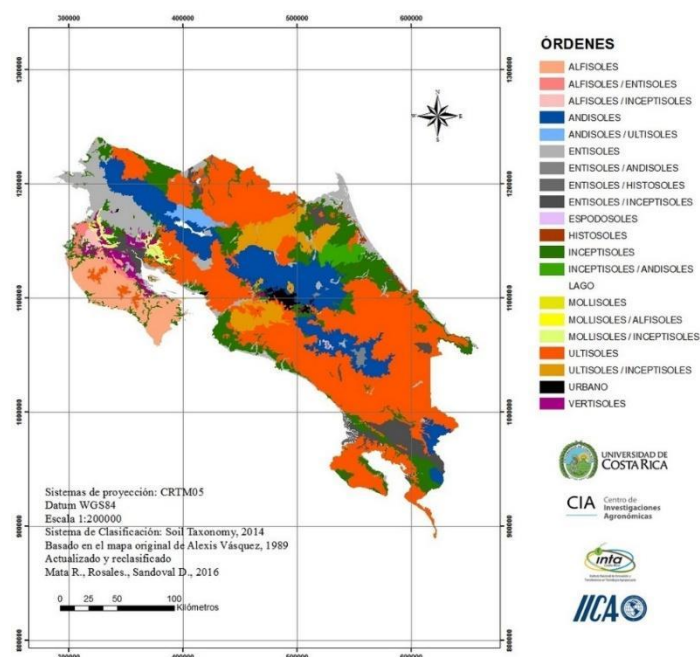
## IX. Anexos

### Anexo 1. Tabla de propiedades químicas del suelo

Base de datos de Suelo				
Lote	pH	K	C-a	M <sub>a</sub>
1	4,64	0,25	2,13	0,34
2	4,82	0,18	2,01	0,37
4	4,80	0,17	1,94	0,42
5	4,41	0,13	1,17	0,35
6	4,47	0,24	2,08	0,32
7	4,48	0,22	2,26	0,28
8	4,29	0,12	0,66	0,22
9	4,74	0,35	1,97	0,27
10	4,53	0,19	1,05	0,31
11	4,48	0,22	0,66	0,23
12	4,34	0,29	2,12	0,51
13	4,64	0,28	1,67	0,70
14	4,61	0,41	1,21	0,53
15	4,32	0,58	6,89	3,14
16	4,91	0,23	2,36	0,58
18	4,61	0,48	1,94	0,38
19	4,57	0,25	1,31	0,36
20	4,65	0,26	1,53	0,42
21	5,44	0,49	8,43	2,69
22	4,40	0,13	1,31	0,38
23	4,61	0,14	2,19	0,47
24	4,68	0,10	1,74	0,50
25	4,52	0,19	2,63	0,47
26	4,57	0,13	0,82	0,22
27	4,77	0,14	2,88	0,80
28	4,51	0,16	1,59	0,59
30	4,42	0,22	0,49	0,33
31	4,63	0,10	1,55	0,54
32	4,68	0,08	2,03	0,42
33	4,30	0,09	0,20	0,17
34	5,32	0,66	7,68	2,96
35	4,86	0,23	4,88	1,48
36	4,99	0,67	3,92	2,55
37	4,35	0,12	0,95	0,29

Fuente: Agroindustrial Tres Amigos (S.f).

### Anexo 2. Clasificación del suelo, Costa Rica



Anexo 3. Enmienda lote 10, 2021.

# SILTECH

Enmienda

## Informe de recomendación de enmienda

Fecha: 28 de marzo del 2021												
Finca: Tres amigos						Fecha de ingreso:						
Cultivo: Piña						Fecha de muestreo: 20/4/2021						
			cmol(+)/L					mg/L				
N° Lab.	Lote	pH	K	Ca	Mg	Al	Acidez	P	Si	Fe	Zn	Mn
S2121313	10	4,68	0,27	2,59	0,73		1,38	10,3	50	107	2,3	53,6
		Lote	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	% Sat Ac	CICE	Si/Al			
		10	3,52	9,54	2,71	12,25	27,74	4,98	0,45			
Metodología: Olsen Modificado: K, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo - KCl 1N; Al, Ca, Mg, Acidez - pH, Cl en H <sub>2</sub> O; Si en HOAC 0,5 M											Bajo	
											Optimo	
											Alto	

**Aportes**

	SiO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	Ca/Mg	Kg / Ha	\$ / saco
Kg/Ha	52,7	264	256	99	20	3	800	\$11,00
%	6,6	33	32	12	2,6			

**Modo de aplicación:** Aplicar sobre la cama listo para sembrar, de forma homogénea

**Observaciones:** La fórmula de **Siltech Enmienda** se diseñó para buscar el mejor establecimiento del cultivo teniendo como objetivo la corrección de la condición de pH, Acidez, Al, Fe y relación de bases. Este lote tiene muy bajo el calcio y magnesio, muy alta la acidez y el aluminio.

