



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### INGENIERÍA AGRONÓMICA

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019.”**

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Oña Catota Cristian David

TUTOR:

Ing. MSc. Fabián Troya.

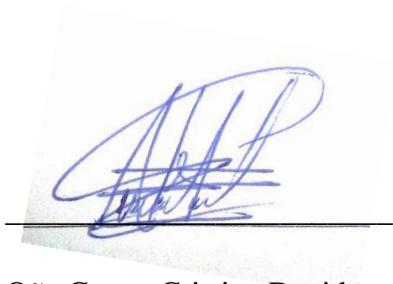
Salache – Latacunga – Ecuador.

Febrero – 2019.

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Oña Catota Cristian David declaro ser autor del presente proyecto de investigación: Evaluación de la adaptación de la Tuna (*Opuntia ficus indica* L. Mill.) aplicando abono orgánico (Cuyasa) en 4 diferentes dosis, como alternativa para la recuperación de suelos erosionados en el CEASA, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 – 2019”, siendo el Ing. Fabián Troya tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Oña Catota Cristian David.

C.I. 050373570-6.

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Oña Catota Cristian David, identificada/o con C.C. N° 050373570-6 de estado civil soltero y con domicilio en el barrio “Cuicuno Sur”, Parroquia Toacaso, Cantón Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”** el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: abril 2014 – febrero 2019.

Aprobación HCA. - 19 de febrero de 2019.

Tutor. - Ing. MSc. Fabián Troya.

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que

establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 26 días del mes de febrero del 2019.



Oña Catota Cristian David

**EL CEDENTE**



Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”**, de Oña Cota Cristian David, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2019.

El Director



---

Ing. MSc. Jorge Fabián Troya Sarzosa.

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el o los postulantes: Oña Catota Cristian David, con el título de Proyecto de Investigación “**EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

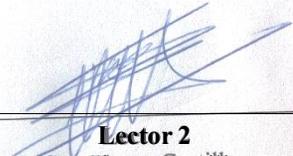
Latacunga, febrero 2019.

Para constancia firman:



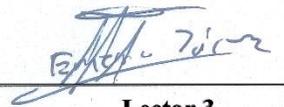
**Lector 1 (Presidente)**

Nombre: Ing. MSc. José Zambrano.  
CC: 050049411-7



**Lector 2**

Nombre: Ing. MSc. Clever Castillo  
CC: 050171549-4



**Lector 3**

Nombre: Ing. MSc. Emerson Jácome.  
CC: 050197470-3

## AGRADECIMIENTO

*En el presente trabajo quiero agradecer en primer lugar a Dios y a la Virgen de Guadalupe por bendecirme y permitirme culminar mis estudios universitarios, a mi madre y hermano y resto de familiares por su comprensión, confianza apoyo incondicional durante todos estos años, porque fueron el pilar fundamental dándome muchas fuerzas y fueron mi inspiración para cumplir un sueño que lo creía inalcanzable.*

*Al Ing. Luis Catota por las facilidades, apoyo y contribuciones realizadas durante este proceso.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.*

*También quiero expresar mi fraternal agradecimiento a mi Director de Proyecto, Ing. Fabián Troya por su contribución a lo largo del presente trabajo, y quien me brindó su apoyo en la culminación de mi proyecto de investigación, al Ing. Segundo Zambrano, Ing. Clever Castillo y al Ing. Emerson Jácome por su apoyo, contribución, atención y paciencia que permitió la finalización de este trabajo.*

***Cristian David Oña Catota***

## DEDICATORIA

*Mi presente trabajo quiero dedicárselo a Dios y a la Virgen de Guadalupe por permitirme tener vida, salud, fuerza, agalla y sabiduría para poder cumplir una meta más en la vida.*

*A mi madre MARIA CATOTA por brindarme su amor, su comprensión, su apoyo, educación y sobre todos valores durante toda mi vida, por nunca haberse rendido antes las adversidades que hemos tenido que pasar.*

*A mi hermano ESTEFANO QUINATO CATOTA quien es mi inspiración para seguir adelante, a mis tíos ANIBAL ALOMOTO, CARLOS, LUIS, MÓNICA CATOTA ALOMOTO, por sus consejos y motivaciones para seguir adelante.*

*A tío MARIO CATOTA a quien considero como mi segundo padre, por haberme enseñado a conseguirme el pan diario con el sudor de la frente, la lección de vida más valiosa que me pudieron haberme enseñado.*

*A mis abuelitos PEDRO CATOTA Y JUANA ALOMOTO por el cariño, amor y experiencias de la vida compartidas por haberme criado desde niño.*

*A mis primos JESUS Y JONATHAN ALOMOTO por estar conmigo en las buenas y en las malas mucho más.*

*A todos mis familiares y amigos por el apoyo brindado hacia mi persona.*

***Cristian David Oña Catota***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “Evaluación de la adaptación de la Tuna (*Opuntia ficus indica* L. Mill.) aplicando abono orgánico (Cuyasa) en 4 diferentes dosis, como alternativa para la recuperación de suelos erosionados en el CEASA, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 – 2019.

**Autor:** Oña Catota Cristian David.

### RESUMEN

La presente investigación: evaluar la adaptación de la Tuna (*Opuntia ficus indica* L. Mill.) aplicando Cuyasa en 4 diferentes dosis, como alternativa para la recuperación de suelos erosionados, se desarrolló en la Universidad Técnica de Cotopaxi a 2734 m.s.n.m., con un pH del suelo alcalino (10,18) una temperatura media de 14.2 °C y una precipitación anual de 254.8 mm.

Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y cuatro repeticiones obteniendo un total de 20 unidades experimentales. El establecimiento del ensayo con el cultivo de tuna roja conjuntamente con la implementación del diseño a una densidad de siembra de 0,8 metros entre plantas y 1,5 metros entre hileras, cada unidad experimental quedó delimitada con 4 metros de largo por 2,5 metro de ancho con una separación de 1 metro entre tratamientos, cada tratamiento conformada con 8 plantas. Dando una densidad de 8 mil plantas por hectárea.

La aplicación de Cuyasa se la realizó cuatro veces con un intervalo de dos meses a partir del mes de siembra (mayo del 2018) con las diferentes dosis: T0 (tuna sin fertilización), T1(2,5 Ton/Ha), T2(5 Ton/Ha), T3(7,75 Ton/Ha) y T4(10 Ton/Ha), se analizó el costo para cada uno de los tratamientos considerando el valor de Cuyasa como también el precio de las plantas por tratamiento. Los resultados de la presente investigación arrojan los siguientes datos: Para las propiedades físicas y químicas del suelo: todos los tratamientos bajaron el pH del suelo de 10,18 a 9,6 e incrementaron el porcentaje de materia orgánica (MO) en el suelo de 0,6 a 1,2; el tratamiento (T2) presentó las mejores propiedades para la recuperación de suelos erosionados.

Mientras que para la adaptación de la tuna el mejor tratamiento fue el T3, considerando que obtuvo los mejores resultados en, altura de planta (41,41cm), número de botones (1,91/planta) y producción de bayas (3,88/planta) y el T0 presentó los promedios más bajos. La calidad suelo y salud del cultivo al inicio fueron 0,9 y 2,9 respectivamente. Al finalizar la primera etapa de la investigación los resultados obtenidos 4,6 y 4,7 respectivamente demuestran la recuperación de los suelos erosionados. El análisis de costos por tratamiento evidencia que el T4, fue el tratamiento de mayores costos mientras que el T0 fue el tratamiento de menos costo.

**Palabras clave:** recuperación de suelos, terrazas de banco, Cuyasa, bayas, materia orgánica.

## ABSTRACT

The present research: to evaluate the adaptation of the tuna (*Opuntia ficus indica* L. Mill.) Applying Cuyasa in 4 different doses, as an alternative to recover soils eroded, was developed at Technical University of Cotopaxi at 2734 msnm, with a pH of alkaline soil (10,18) average temperature of 14.2 o C and an annual rainfall of 254.8 mm.

A completely randomized block design (DBCA) and four repetitions were applied to obtain a total of 20 experimental units. The test system with cultivation of red tuna. Delimited with 4 meters long by 2.5 meters wide with a separation of 1 meter between treatments, each treatment consisting of 8 plants. Giving a density of 8 thousand plants per hectare.

The application of Cuyasa was performed four times with an interval of two months from the month of sowing (May 2018) with different doses: T0 (tuna without fertilization), T1 (2.5 Ton / Ha), T2 (5 Ton / Ha), T3 (7.75 Ton / Ha) and T4 (10 Ton / Ha), the cost for each treatment was analyzed considering the value of Cuyasa as well as the price of the plants per treatment.

The results of the present investigation yield the following data: For the physical and chemical properties of the soil: all the treatments lowered the soil pH from 10.18 to 9.6 and increased the percentage of organic matter (OM) in the soil of 0.6 to 1.2; the treatment (T2) presented the best properties for the recovery of eroded soils.

While for prickly pear adaptation the best treatment was the T3, considering that it got the best results in, a height of plant (41,41cm), the number of buttons (1,91 / plant) and production of berries (3,88) / plant) and the T0 presented the lowest averages. The soil quality and health of the crop at the beginning were 0.9 and 2.9 respectively. At the end of the first stage of the research, the obtained results 4.6 and 4.7 respectively show the recovery of eroded soils. The analysis of costs by treatment shows that T4 (10 Ton / Ha) was the treatment of higher costs while T0 (tuna without fertilization) was the least costly treatment.

**Keywords:** recovery of soils, terraces, Cuyasa, berries, organic matter.

## AVAL DE TRADUCCIÓN.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA** de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales **OÑA CATOTA CRISTIAN DAVID**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS INDICA L. MILL.) APLICANDO ABONO ORGÁNICO (CUYASA) EN 4 DIFERENTES DOSIS, COMO ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS EN EL CEASA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2018 – 2019”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero 2019.

Atentamente,

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna.  
C.I.: 050261735-0

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

## INDICE:

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL:.....	1
1.1. Título del Proyecto:.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS.....	3
3.1. Beneficiarios directos:.....	3
3.2. Beneficiarios indirectos:.....	3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS:.....	4
5.1. General:.....	4
5.2. Específicos:.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. MARCO TEÓRICO:.....	6
7.1. ORIGEN E IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LA TUNA:.....	6
7.2. HABITAT PARA EL CULTIVO DE TUNA:.....	6
7.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE TUNA:.....	7
7.3.1. El tallo:.....	7
7.3.2. Cladodios:.....	7
7.3.3. El sistema radicular:.....	7
7.3.4. Hojas:.....	7
7.3.5. Flores:.....	7

7.3.6.	Fruto: .....	7
7.4.	PROPAGACIÓN PARA EL CULTIVO DE TUNA: .....	7
7.4.1.	Propagación vegetativa: .....	7
7.5.	REQUERIMIENTOS AGRO CLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE TUNA ..	8
7.5.1.	Suelo:.....	8
7.5.2.	Agua: .....	8
7.5.3.	Condiciones climáticas: .....	8
7.6.	DENSIDAD DE SIEMBRA DE LA TUNA.....	9
7.6.1.	Para la producción de frutos:.....	9
7.7.	MANEJO DEL AGUA / RIEGOS EN EL CULTIVO DE TUNA .....	9
7.8.	FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO PARA TUNA.....	9
7.9.	MATERIA ORGÁNICA: .....	10
7.10.	CUYASA.....	10
7.11.	EROSIÓN DEL SUELO:.....	11
7.12.	CONSERVACIÓN DE SUELOS:.....	12
7.13.	PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO.....	12
7.14.	CALIDAD DEL SUELO: .....	13
7.14.1.	INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO:.....	13
7.15.	SALUD DEL CULTIVO: .....	15
7.15.1.	INDICADORES SALUD DEL CULTIVO.....	15
7.16.	LA TUNA PARA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS: ...	17
	Producto ecológico.....	17
	Restauración de terrenos.....	18
7.17.	ANÁLISIS COSTO: .....	19
8.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS: .....	19
9.	METODOLOGÍAS .....	21
9.1.	Modalidad de investigación: .....	21
	• Cuantitativa:.....	21
	• Cualitativa:.....	21
9.2.	UBICACIÓN: .....	21
	Lugar de estudio:.....	21

Lugar territorial: .....	21
9.3.    Coordenadas geográficas: .....	22
9.4.    Condiciones ambientales: .....	22
9.5.    Propiedades del suelo: .....	22
9.6.    CULTIVO E INSUMO AGRICOLA: .....	22
9.7.    Método: .....	22
9.7.1.    FASE DE CAMPO.....	23
9.7.1.1.    Identificación del área de estudio.....	23
9.7.1.2.    Establecimiento del ensayo.....	23
9.7.1.3.    Implementación del diseño.....	23
9.7.1.4.    Toma de datos.....	23
9.7.1.6.    Aplicación de Cuyasa.....	24
9.7.1.7.    Costos de tratamientos: .....	24
9.7.2.    TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	24
9.7.2.1.    Observación.....	24
9.7.2.2.    Medición .....	24
9.7.2.3.    Registro de datos.....	24
9.7.2.4.    Análisis estadístico.....	25
9.7.3.    FACTOR EN ESTUDIO: .....	25
9.7.4.    DISEÑO EXPERIMENTAL: .....	25
9.7.4.1.    Unidad experimental: .....	25
9.7.4.2.    Análisis estadístico:.....	26
10.    ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL SUELO: .....	28
10.1.    DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO. ...	28
10.2.    ADAPTACIÓN DE LA TUNA.....	33
10.3.    CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVO: .....	51
10.3.1.    Parámetros de calidad de suelo: .....	51
10.3.2.    Parámetros de salud de cultivo:.....	53
10.4.    ANÁLISIS PARA LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO. ....	55
11.    DISCUSIÓN DE RESULTADOS: .....	56

12.	IMPACTOS: .....	61
13.	TABLA DE COSTOS:.....	62
14.	CONCLUSIONES:.....	63
15.	RECOMENDACIONES. ....	64
16.	BIBLIOGRAFÍA: .....	64
17.	ANEXOS: .....	69

## ÍNDICE DE CUADROS.

<b>Cuadro 1.</b>	Actividades en base a los objetivos. ....	4
<b>Cuadro 2:</b>	Clasificación taxonómica de la tuna.....	6
<b>Cuadro 3.</b>	Composición química del abono de cuy. ....	11
<b>Cuadro 4.</b>	Clase descriptiva de los parámetros de calidad de suelo.....	14
<b>Cuadro 5.</b>	Clase descriptiva de los parámetros de salud de cultivo. ....	16
<b>Cuadro 6.</b>	Operacionalización de variables.....	19
<b>Cuadro 7.</b>	Precipitaciones mensuales en CEASA – Salache.....	22
<b>Cuadro 8.</b>	Tabla de tratamientos. ....	25
<b>Cuadro 9.</b>	Coefficientes para ajustes ortogonales. ....	26
<b>Cuadro 10.</b>	Diseño de bloques en campo:.....	26
<b>Cuadro 11.</b>	Esquema del ADEVA para el cultivo de tuna: .....	27
<b>Cuadro 12.</b>	Tabla resumen de análisis químico inicial y final del suelo con cultivo de tuna en el CEASA 2018 – 2019.....	28
<b>Cuadro 13.</b>	Análisis de varianza para la variable “altura de planta” durante ocho meses. .	33
<b>Cuadro 14.</b>	Prueba de LSD Fisher para las repeticiones en la variable altura de planta al primer mes. ....	34
<b>Cuadro 15.</b>	Prueba de LSD Fisher para las repeticiones en la variable altura de planta al sexto mes. ....	35
<b>Cuadro 16.</b>	Análisis de varianza para la variable “grosor de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.....	38
<b>Cuadro 17.</b>	Análisis de varianza para la variable “largo de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.....	40
<b>Cuadro 18.</b>	Análisis de varianza para la variable “ancho de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.....	41
<b>Cuadro 19.</b>	Análisis de varianza para la variable “promedio total de botones” en plantas de tuna. ....	43
<b>Cuadro 20.</b>	Prueba de LSD Fisher para la variable promedio total de botones” en plantas de tuna. ....	44

<b>Cuadro 21.</b> Análisis de varianza para la variable “promedio total del número de hojas nuevas en tuna. ....	45
<b>Cuadro 22.</b> Análisis de varianza para la variable “promedio total de flores” en cultivo de tuna. ....	46
<b>Cuadro 23.</b> Análisis de varianza para la variable “promedio total de bayas” en cultivo de tuna. ....	47
<b>Cuadro 24.</b> Prueba de LSD Fisher para la variable “promedio total de bayas en tratamientos” en plantas de tuna. ....	48
<b>Cuadro 25.</b> Prueba de LSD Fisher para la variable “promedio total de bayas en terrazas” en plantas de tuna. ....	48
<b>Cuadro 26.</b> Análisis de varianza para el “diámetro de bayas” en el cultivo de tuna. ....	49
<b>Cuadro 27.</b> Matriz de la calidad de suelo, Salache 2018 - 2019.....	51
<b>Cuadro 28.</b> Matriz de salud del cultivo en tuna, Salache 2018 - 2019.....	53
<b>Cuadro 29.</b> Tabla de egresos totales por tratamiento:.....	55
<b>Cuadro 30.</b> Tabla de costos del proyecto de investigación.....	62

### **INDICE DE GRÁFICOS.**

<b>Gráfico 1.</b> Croquis Unidad experimental. ....	25
<b>Gráfico 2.</b> Gráfico de las promedio alturas de planta de tuna por mes. ....	36
<b>Gráfico 3.</b> Relación botones – hojas nuevas – bayas.....	50
<b>Gráfico 4.</b> Gráfica de la calidad de suelo en el cultivo de tuna, Salache 2018 - 2019.....	52
<b>Gráfico 5.</b> Gráfica de salud del cultivo en tuna, Salache 2018 - 2019.....	55

### **INDICE DE ANEXOS.**

<b>Anexo 1.</b> Hoja de vida de los Investigadores. ....	69
<b>Anexo 2.</b> Hoja de vida del estudiante. ....	73
<b>Anexo 3.</b> Analisis inicial del suelo. ....	74
<b>Anexo 4.</b> Análisis de final de suelos de la primera etapa de la investigación.....	76
<b>Anexo 5.</b> Análisis de cuyasa. ....	78
<b>Anexo 6.</b> Cultivo de tuna. ....	79
<b>Anexo 7.</b> Aplicación de Cuyasa al cultivo de tuna. ....	79
<b>Anexo 8.</b> Aparecimiento de botones vegetales en le cultivo de tuna. ....	79
<b>Anexo 9.</b> Hojas nuevas y formación de flores.....	80
<b>Anexo 10.</b> Mantenimiento de taludes en el cultivo de tuna.....	80
<b>Anexo 11.</b> Riego al cultivo de tuna. ....	80
<b>Anexo 12.</b> Toma de datos en el cultivo de tuna.....	81
<b>Anexo 13.</b> Muestras de suelo para análisis químico, Inicial (izquierda) y final (derecha). .	81
<b>Anexo 14.</b> Enrollamiento de raíz en el cultivo de tuna. ....	81
<b>Anexo 15.</b> Cultivo de tuna en la terraza 4.....	82

<b>Anexo 16.</b> Cultivo de tuna en la terraza 1 (izquierda) y terraza 3 (derecha). .....	82
<b>Anexo 17.</b> Matriz de datos para altura de planta. ....	83
<b>Anexo 18.</b> Matriz de datos para grosor de hojas antiguas. ....	84
<b>Anexo 19.</b> Matriz de datos para el largo de hojas antiguas en el cultivo de tuna.....	84
<b>Anexo 20.</b> Matriz de datos para el ancho de hojas del cultivo de tuna.....	85
<b>Anexo 21.</b> Matriz de datos para el número de botones - Matriz de datos para el número de hojas nuevas.....	86
<b>Anexo 22.</b> Matriz de datos para el número de flores en el cultivo de tuna - Matriz de datos para el número total de bayas.....	87
<b>Anexo 23.</b> Matriz de datos para el diámetro de bayas en el cultivo de tuna. ....	88
<b>Anexo 24.</b> Cuaderno de campo para calidad de suelo y salud del cultivo. ....	89

## **1. INFORMACIÓN GENERAL:**

### **1.1.Título del Proyecto:**

“Evaluación de la adaptación de la Tuna (*Opuntia ficus indica* L Mill.) aplicando abono orgánico (Cuyasa) en 4 diferentes dosis, como alternativa para la recuperación de suelos erosionados en el CEASA, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2018 – 2019”

### **1.2.Fecha de inicio:**

Abril 2018.

### **1.3.Fecha de finalización:**

Marzo 2019.

### **1.4.Lugar de ejecución:**

Salache, Eloy Alfaro, Latacunga, Cotopaxi.

### **1.5.Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **1.6.Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica.

### **1.7.Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto de Suelos.

### **1.8.Equipo de Trabajo:**

- Responsable del Proyecto: Ing. MSc. Fabián Troya.
- Tutor: Ing. MSc. Fabián Troya.
- Lector 1: Ing. MSc. José Zambrano.
- Lector 2: Ing. MSc. Clever Castillo.
- Lector 3: Ing. MSc. Emerson Jácome.

### **1.9.Área de Conocimiento:**

Agricultura, Silvicultura y Pesca.

**1.10. Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria:

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

**1.11. Sub líneas de la investigación por carrera:**

Producción Agrícola sostenible

**1.12. Coordinador del Proyecto**

Nombre: Cristian David Oña Catota.

Teléfonos: 0994818138.

Correo electrónico: cristian.ona6@utc.edu.ec

**2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

Con el pasar de los años el Ecuador ha tenido que afrontar numerosos procesos erosivos, según la Secretaria Nacional de Planes y Desarrollo (Senplades) en el 2012 “cerca de 40 mil hectáreas de terreno arable se pierden cada año”, siendo la región interandina la más activa en este sentido, el propósito de este trabajo es validar a la tuna y a la Cuyasa (Abono orgánico de cuy) como una alternativa viable para la solución frente al grave problema de erosión de suelos que está sufriendo el país en la actualidad, constituyéndola de esta forma como una estrategia más para la conservación y recuperación de suelos con un gasto mínimo para el pequeño agricultor.

La tierra es abandonada por los campesinos y la erosión prosigue su obra sobre el subsuelo, motivo por el cual esta investigación buscara determinar una nueva alternativa para reiniciar los procesos de rehabilitación de suelos. “En la región central del Ecuador cerca de 710 mil familias se dedican a la producción de cuyes” (El Telégrafo., 2015) por lo que se entiende que la producción de materia orgánica por parte de esta especie es de suma consideración,

para realizar los diferentes procesos de recuperación de suelos y evaluar los cambios ya sea positivos o negativos de características físico-químicas del suelos del CEASA que este tipo de abono orgánico puede producir, con esto buscamos evaluar el comportamiento de la Cuyasa tanto en el aporte a las diferentes propiedades del suelo del cual se tiene un análisis químico previo, así como su influencia en el desarrollo del cultivo de la tuna.

En el Ecuador se producen cerca de 72 Ha de tuna en región sierra- centro (Lara, 2018), mientras que alrededor del país se estima que existan 180 Ha de tuna ( (El Comercio, 2011) especie que se adapta de manera favorable a suelos con limitantes, siempre y cuando esta sea fertilizada con materia orgánica proveniente de ganado Vacuno con dosis de entre 10 a 20 Ton/Ha, en este caso buscamos dar una alternativa en la incorporación de abono orgánico al cultivo de tuna, mediante la evaluación del comportamiento de la tuna previamente fertilizada con Cuyasa (abono de cuy).

La presente investigación podría ser una alternativa para el agricultor con suelos degradados con escasa materia orgánica, ya que podrá frenar la erosión del suelo y comenzar con el proceso de rehabilitación de los mismos, promoviendo su propia sostenibilidad (socio – económica y ambiental)

### **3. BENEFICIARIOS.**

#### **3.1. Beneficiarios directos:**

Propietarios de suelos erosionados y productores de tuna del sector de Salache Bajo y sus alrededores, 400 estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **3.2. Beneficiarios indirectos:**

Productores de tuna y propietarios de suelos erosionados a nivel regional y nacional.

### **4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo al estudio realizado por el INIAP en el Ecuador el 50 % de las tierras presentan problemas de erosión, este porcentaje equivale alrededor de 12, 35 millones de hectáreas de terreno en territorio ecuatoriano, siendo la región sierra la que mayor superficie de terreno erosionado presenta debido a su topografía (La Hora, 2011)

La parte alta del suelo de CEASA se halla en proceso de erosión, el pH del suelo es de 10,18, un suelo altamente alcalino por lo que se lo llega a considerar como suelos no aptos para la agricultura, es decir improductivo, sin embargo, se sabe que la tuna (*Opuntia ficus indica L Mill.*) se adapta de manera favorable a suelos con este tipo de limitantes, incluso con el manejo adecuado del cultivo se puede llegar a obtener producción de tuna a mediano plazo.

## 5. OBJETIVOS:

### 5.1. General:

- Evaluar la adaptación de la tuna mediante la aplicación de un abono orgánico a diferentes dosis en suelos erosionados.

### 5.2. Específicos:

- Determinar las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Determinar el mejor tratamiento para la adaptación de cultivo de tuna.
- Determinar cambios en la calidad del suelo y salud del cultivo.
- Realizar el análisis de costo de los tratamientos en estudio.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Cuadro 1.** Actividades en base a los objetivos.

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Determinar las propiedades físicas y químicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestreo inicial del suelo en estudio.</li> <li>- Envío de muestras al laboratorio de suelos del Iniap -Quito para su respectivo análisis.</li> <li>- Procesamiento de datos obtenidos.</li> <li>- Muestreo final de suelo por cada uno de los tratamientos, de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos de disponibilidad de nutrientes y minerales presentes en el suelo al inicio y al final del proyecto.</li> <li>- Datos de variación de potencial hidrogeno (pH)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte de análisis inicial de suelo en estudio.</li> <li>- Reporte del análisis final de suelo por cada tratamiento.</li> </ul>

	primera etapa de la investigación.		
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD (TAREAS)</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar el mejor tratamiento para la adaptación de cultivo de tuna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección del lugar.</li> <li>- Trasplante del cultivo de tuna.</li> <li>- Fertilización con abono orgánico (Cuyasa) cada dos meses.</li> <li>- Recolección de datos e información del cultivo de tuna.</li> <li>- Procesamiento de datos obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento del cultivo.</li> <li>- Tabulación de datos recolectados de los estados fisiológicos de la tuna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotografías.</li> <li>- Libro de campo.</li> <li>- Fotografías.</li> <li>- Libro de campo.</li> </ul>
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD (TAREAS)</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar cambios en la calidad del suelo y salud del cultivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo de proyecto.</li> <li>Revisión periódica de la calidad del suelo.</li> <li>Revisión periódica del estado de salud del cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabulación de datos de la calidad del suelo en escala de 10-1.</li> <li>- Tabulación de datos de estado del cultivo en escala de 10-1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de toma de datos.</li> <li>- Tabulación de datos.</li> </ul>
<b>OBJETIVO 4</b>	<b>ACTIVIDAD (TAREAS)</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Realizar el análisis de costo de los	Registrar egreso por cada uno de los tratamientos.	Tabulación de gastos totales por cada uno de los tratamientos.	Análisis de costo por tratamiento.

tratamientos en estudio.	Tabular costos de cada uno de los insumos empleados.	Análisis costo de cada uno de los tratamientos.	
--------------------------	--	---	--

Elaboración propia.

## 7. MARCO TEÓRICO:

### 7.1. ORIGEN E IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LA TUNA:

La tuna es una cactácea del género *Opuntia*, esta especie fue domesticada en México, país en el que se halla la mayor riqueza de cultivares tradicionales, por lo cual es considerado su centro de origen. (Reyes, Aguirre, & Hernandez, 2005)

La *Opuntia ficus indica* es un recurso importante en la economía rural y de las zonas áridas, gracias a sus altos rendimientos que se obtienen en la fruta, provenientes de superficies que no cuentan con una precipitación adecuada para la siembra de especies más exigentes en agua y suelo, mientras que la *Opuntia ficus indica* es muy eficaz para adaptarse y crecer donde la mayoría de las especies vegetales, debido a diferentes limitantes del suelo. (Silva, 2017)

**Cuadro 2:** Clasificación taxonómica de la tuna.

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Cactaceae
<b>Subfamilia:</b>	Opuntioideae
<b>Género:</b>	<i>Opuntia</i>
<b>Especie:</b>	<i>ficus-indica</i>
<b>Nombre científico:</b>	<i>O. ficus-indica</i> (L.) 1768 Mill.

**Fuente:** (Castro, Paredes, & Dacio, 2009)

### 7.2. HABITAT PARA EL CULTIVO DE TUNA:

En lo que respecta a suelos, se adapta bien a diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos sueltos, arenosos, de profundidad media, con un pH preferentemente alcalino y a altitudes que varían entre los 800 y 2.500m.s.n.m., aunque

también pueden encontrarse a altitudes menores, cerca de la costa. En terrenos apropiados con pH neutro y sin problema de plagas, la *Opuntia ficus indica* puede llegar a vivir hasta 80 años. Las plantaciones comerciales de explotaciones intensivas, pueden durar 5 años (Amaya, 2009).

### **7.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE TUNA:**

- 7.3.1. El tallo:** La tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro.
- 7.3.2. Cladodios:** Forma pencas denominadas cladodios de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas de color amarillas. Las pencas y tallos tienen espinas. (Rodríguez, 2010)
- 7.3.3. El sistema radicular:** es profundo; no obstante, dependiendo de la humedad ambiental, pueden desarrollar raíces laterales superficiales. (Rodríguez, 2010)
- 7.3.4. Hojas:** Sólo en cladodios internos, transformadas en espinas en forma de garra, engrosadas en su base, para defensa; las caducas sólo se observan sobre tallos tiernos, desaparecen cuando las pencas han alcanzado un grado de desarrollo y en cuyo lugar quedan las espinas. (Rodríguez, 2010)
- 7.3.5. Flores:** Son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada areola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero. (Rodríguez, 2010)
- 7.3.6. Fruto:** Es una baya polisperma de forma ovoide esférica de color verde y toma diferentes colores cuando maduran, son comestibles, agradables y dulces, presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud. (Rodríguez, 2010)

### **7.4. PROPAGACIÓN PARA EL CULTIVO DE TUNA:**

- 7.4.1. Propagación vegetativa:** La unidad básica meristemática de las *Opuntia* es la areola que se encuentran ubicadas de manera helicoidal en el cladodio y pueden originar ramas, flores o raíces. Los cladodios son desprendidos de la planta madre, la zona de corte cicatriza y se suberiza, sellando los sitios de pérdida de humedad adicional. La liberación inmediata de mucílago por los tejidos heridos mejora y acelera la cicatrización. Una vez que se suberiza, cada pieza puede actuar como un

propágulo independiente. El agua almacenada cubrirá las necesidades de transpiración, la formación de nuevas raíces y de brotes si se coloca en el suelo. El cladodio puede sostener la pérdida de agua por un largo tiempo: hasta seis meses sin perder viabilidad si se le almacena en un sitio sombreado y seco. Un cladodio completo puede producir un piso de nuevos cladodios por año, dependiendo del cultivar y la humedad del suelo durante la estación de crecimiento. Para la selección de las pencas, se escogen las más vigorosas, sanas, libres de plagas y enfermedades y, de ser factible, aquellas plantas que hayan mostrado buena producción de fruto y cladodios, mayores de 18 meses y con un promedio de 25 cm. El sistema de plantación se selecciona de acuerdo a la topografía del terreno, siendo recomendable el sistema de tresbolillo, y con surcos a curvas de nivel en terrenos de laderas con el fin de mantener y conservar el suelo y el agua. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)

## **7.5. REQUERIMIENTOS AGRO CLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE TUNA**

- 7.5.1. Suelo:** Los suelos deben ser de textura franca, franco arcilloso arenosa, arenosos, franco arenoso, con pH 6.5–8.5. Los mejores suelos para las plantaciones tuna son los de origen calcáreo con textura arenosa, con buen drenaje, profundidad media y con un pH neutro o de preferencia alcalino. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)
- 7.5.2. Agua:** Aunque el cultivo de la tuna es tolerante a la falta de agua, si se pretende establecer una plantación para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación, y obtener mejores rendimientos. Si el cultivo es para forraje y fruto, la producción depende de la cantidad y calidad del riego. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)
- 7.5.3. Condiciones climáticas:** En cuanto a las condiciones climáticas requeridas para su desarrollo, es necesaria una temperatura media anual de 16-28° C; una precipitación anual media de 150-1800 mm, la altitud tiene un margen de 800 - 1800 msnm. En general, los rangos mencionados se refieren a condiciones óptimas de desarrollo la planta de tuna, sin embargo, la especie, prolifera fuera de estas características. Una vez establecido la plantación, se adapta a condiciones o áreas disturbadas, aunque

requieren de labores y cuidados para lograr buenos rendimientos y duración de la plantación. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)

## **7.6. DENSIDAD DE SIEMBRA DE LA TUNA.**

**7.6.1. Para la producción de frutos:** La densidad de siembra varía de acuerdo con el terreno y la tecnología aplicada. Generalmente se siembra en hileras de 3.0m y 1.0m entre plantas, haciendo una población estimada de 3333 plantas por hectárea. La siembra a doble hilera en camas de 1.20 m de ancho con distancia entre camas de 3.0 m sucesivamente y las distancia entre plantas de 0.50 m, hacen una población es de 9047. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)

## **7.7. MANEJO DEL AGUA / RIEGOS EN EL CULTIVO DE TUNA**

Debido a que la tuna es un cultivo tolerante a la sequía, los riegos son casi nulos, pero en caso de que se necesite (por sequía muy prolongada), se debe aplicar una lámina de riego de 10 cm. El agua es un recurso que permite la brotación, en los meses de mayor sequía. El manejo del agua de lluvia es un factor importante para el crecimiento efectivo de las plantas. Existen técnicas simples que han sido probadas con éxito, con el objetivo de reducir la escorrentía y colectar el agua in situ, para permitir la infiltración y extender la disponibilidad de humedad para el cultivo. La lluvia puede ser colectada si el sitio se barbecha con anticipación. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)

## **7.8. FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO PARA TUNA.**

Según los resultados de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), indican que es recomendable la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos debido a la respuesta positiva que de ello se observa.

En suelos poco profundos, se sugiere utilizar 5 ton/ha de estiércol vacuno, que equivale a 8 kg por planta. En la producción de los cladodios tiernos para consumo se utilizan grandes cantidades de abono. En las plantaciones tradicionales, se cubren las calles con abono de 10 a 15 cm (generalmente de bovino) cada dos o tres años. En el sistema intensivo, la aplicación de abono se lleva a cabo cada año. Los niveles de estiércol por hectárea varían de 10 a 20 toneladas, aplicándose de 100 a 200 kg de Nitrógeno y de 80 a 100 kg de Fósforo por hectárea. (Castro , Paredes, & Dacio , 2009)

### **7.9. MATERIA ORGÁNICA:**

La materia orgánica está formada por restos de animales y vegetales, así como de excrementos presentes en el suelo, que por acciones tanto del clima como de algunos microorganismos se descomponen y se convierten en elemento asimilables los cuales son aprovechable por los vegetales. (Marconi, 2011)

La MO juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos, y a través de funciones de tipo biológico, químico y físico, derivadas de las muchas y variadas reacciones gobernadas o mediatizadas por la MOS (Materia Orgánica del suelo), entre las que se incluyen cambio iónico, oxidación-reducción, capacidad tampón, complejación de metales y adsorción de compuestos orgánicos naturales y/o xenobióticos, lo que en términos productivistas permitiría asegurar las necesidades alimentarias, por otra parte, la MO participa en numerosos procesos geoquímicos que inciden en la productividad y preservación de los ecosistemas terrestres, y particularmente estabiliza el suelo frente a la erosión y mediatiza la ecodinámica de contaminantes orgánicos e inorgánicos. (Sales, 2006)

### **7.10. CUYASA.**

El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo. (Zaldivar, 2005)

El empleo de materias orgánicas en agricultura, como método de mantenimiento y recuperación de la fertilidad de los suelos, es conocido desde tiempos pasados, los múltiples beneficios como la mejora estructural del suelo, ayuda a que otros compuestos se mineralicen y sean captados por las plantas también el costo económico se reduce lo cual sea favorable para el agricultor. (Fao, 2010)

El estiércol del cuy es uno de los mejores junto con el del caballo. La importancia de este abono es la necesidad de disminuir la dependencia de los productos químicos artificiales, en consecuencia, reduce la oscilación del pH y el intercambio catiónico lo cual aumentamos la fertilidad (Molina, 2000).

En el caso del estiércol de cuy se identifica la facilidad de recolección en comparación del estiércol de otros animales, puesto que normalmente se los encuentra en galpones, la cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 kg de peso. (Zaldivar, 2005)

#### **Ventajas de utilizar el estiércol de cuy “Cuyasa”:**

- Mantiene e incrementa la fertilidad natural del suelo logrando reponer los nutrientes que son extraídos por el cultivo de plantas.
- Incrementa la capacidad de retención de agua y el desarrollo de los microorganismos del suelo, que se encargarán de descomponer la materia orgánica en sustancias más simples para ser asimiladas por las raíces. (Zaldivar, 2005)
- Incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo puesto que no es toxico.
- Tiene mayor peso por volumen (Más materia seca).
- Se obtienen cosechas sanas
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas. (Guaman, 2010)

**Cuadro 3.** Composición química del abono de cuy.

ESPECIE.	M.S. %	N %	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> %	K <sup>2</sup> O %	CAO %	MGO %	SO <sup>4</sup> %
CUYES	14	0.60	0.03	0.18	0.50	0.18	0.10

Fuente: Separ, 2004.

#### **7.11. EROSIÓN DEL SUELO:**

**Suelo:** constituye el recurso natural no renovable a una escala temporal humana y el soporte básico imprescindible para la existencia de los ecosistemas terrestres, ya sean naturales o productivos. (Saturdino de Alba, Alcazar, Cermeño, & Berbero, 2011)

Se entiende por erosión del suelo al desgaste de las partículas orgánicas y minerales, La erosión es un proceso natural que ha de sufrir el suelo, pero las actividades de la humanidad, así como diferentes factores tales como: agua, viento, pendiente, adversidades climáticas, fenómenos sísmicos y volcánicos, actividades del hombre (agricultura), etc. lo han acelerado hasta convertirlo en un grave problema hoy en día. (Marconi, 2011)

La erosión no se puede evitar, pero si reducir, mediante el empleo de algunas prácticas denominadas prácticas de conservación de suelos.

### **7.12. CONSERVACIÓN DE SUELOS:**

Según Marconi (2011), conservación de suelos es aquella actividad, la cual “Consiste en reducir la pérdida y daño de las partículas orgánicas y minerales del suelo, mediante el empleo de ciertas prácticas”, es decir que busca evitar el desgaste del suelo y por ende mejorar su fertilidad, y así continuar con su uso para el beneficio de los organismos vivos.

A los suelos hay que preservarlos contra su degradación, contaminación, erosión, acidificación, desertificación, salinización, etc., mediante el empleo correcto de ciertas prácticas llamadas “prácticas de conservación de suelos”. (Marconi, 2011)

### **7.13. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO.**

Según (Marconi, 2011) esta zona alguna de las actividades que se recomiendan para la conservación de suelos:

1. Realizar la siembra en forma directa: Esto es, que se debe evitar el arar o laborar el suelo para realizar la siembra de los granos, pues al hacerlo los suelos quedan expuestos a la erosión del agua y aire. Esta práctica también recibe el nombre de labranza cero.
2. Usar cultivos de cubierta: Consiste en sembrar especies concretas o dejar crecer la vegetación espontánea entre las hileras de árboles en cultivos perennes o en el período de tiempo que hay entre sucesivos cultivos anuales. De este modo se reduce la erosión.
3. En suelos con pendiente: Se debe construir zanjas para drenaje de aguas, terrazas, estanques y barreras de piedra, realizar siembras en contorno o a nivel, etc.
4. Evitar: La tala y quema de los bosques.
5. No usar: Al suelo como basurero o depósito de desechos dañinos.
6. Sembrar barreras vivas (filas de arbustos y árboles): para romper el efecto erosivo del viento.

#### **7.14. CALIDAD DEL SUELO:**

La calidad del suelo es aquella que determina la sostenibilidad de la producción en un agroecosistema, el cual está estrechamente relacionado con la fertilidad del suelo tomando en cuenta oferta y disponibilidad de nutrientes, sin embargo, la calidad del suelo es un atributo que puede ser inferido por características específicas del suelo como son: compactación, erosión, pH, materia orgánica etc. De esta manera la pérdida de calidad de suelo puede definirse como la degradación del suelo ( Abi-Saab Arrieche, 2012)

Para evaluar la calidad de los suelos se miden y se observan las propiedades químicas, físicas y biológicas; dándole más importancia esta última, debido a que los microorganismos e invertebrados del suelo cumplen un rol fundamental en los procesos de descomposición de la materia orgánica, así como en el ciclo de nutrientes. (Altieri & Nicholls, 2001)

Por tal motivo se sabe que evaluando la calidad del suelo es posible comprender el efecto que generan las prácticas y manejos sobre los suelos para posteriormente poder sugerir estrategias que mejoren la calidad del suelo, para dicha evaluación se hace uso de indicadores de calidad del suelo. ( Abi-Saab Arrieche, 2012)

##### **7.14.1.INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO:**

Son aquellos parámetros que nos ayudan a evaluar el estado de los suelos mediante observaciones o mediciones que nos indican si un suelo es sano, productivo o si, por el contrario; se encuentra degradado. (Altieri & Nicholls, 2001)

- **Estructura:** Hace relación a la propiedad de mantenerse al momento de disturbar el suelo.
- **Compactación e infiltración:** Referenciada a la cantidad de filtración de agua en función del tiempo.
- **Profundidad del suelo:** Relacionada con la capa arable del terreno.
- **Estado de residuos:** Se evalúa el olor, origen y tamaños de las partículas de los residuos orgánicos presentes en al área de estudio tomando en cuenta el tiempo que lleva ahí.
- **Color, olor y materia orgánica:** Esta apreciación es general que suponen mayor dedicación en la evaluación de este parámetro, se trata de la entrada y salida de la materia orgánica incorporada al suelo

- **Retención de humedad:** La capacidad de retención de agua en función del tiempo y condiciones ambientales a las que se encuentra expuesta el área de estudio.
- **Desarrollo de raíces:** Se evalúa la capacidad del cultivo de interés tiene para desalojar sus raíces, uno de los efectos negativos es el horquillamiento de las raíces.
- **Cobertura de suelo:** Se evalúa el porcentaje del suelo que se halla con cobertura.
- **Erosión:** Se evalúa determinando el tipo de erosión, y el porcentaje que este afecta en el área de estudio.
- **Actividad biológica:** Dentro de este parámetro se hallan micro, meso y macro-organismos, que actúan directamente con el suelo tanto arriba como debajo de él.

**Cuadro 4.** Clase descriptiva de los parámetros de calidad de suelo.

<b>CALIDAD DE SUELO</b>			
<b>Valoración de Característica</b>			
<b>Rangos.</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Estructura</b>	Suelo polvoso sin gránulos visibles.	Suelo Suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave.	Suelo friable y granular, agregados mantienen formas después de aplicar presión suave, aun humedecidos.
<b>Compactación e infiltración</b>	Compacto, se Anega.	Presencia de capa compacta delgada, agua infiltra lentamente.	Suelo no compacto, agua infiltra.
<b>Profundidad del suelo</b>	Suelo expuesto.	Suelo superficial delgado (menos de 10cm).	Suelo superficial más profundo (más de 10cm).
<b>Estado de residuos</b>	Residuo orgánico presente que no se descompone o muy lentamente.	Aún persiste residuo del año pasado en vías de descomposición.	Residuos en varios estados de descomposición, pero residuos viejos bien descompuestos.
<b>Color, Olor y Materia Orgánica</b>	Suelo de color pálido, con olor malo o químico, y no se nota presencia de materia orgánica o humus.	Suelo de Color café claro rojizo, sin mayor olor y con algo de materia orgánica.	Suelos de color negro o café oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica.
<b>Retención de Humedad</b>	Suelo se seca rápido.	Suelo permanece seco en época seca.	Suelo mantiene algo de humedad en época seca.
<b>Desarrollo de Raíces</b>	Raíces poco desarrolladas enfermas.	Raíces de crecimiento de algo limitado, se ven algunas raíces finas.	Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas.

<b>Cobertura de Suelo</b>	Suelo desnudo.	Menos de 50% del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva.	Más del 50% del suelo con cobertura viva o muerta.
<b>Erosión</b>	Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas.	Erosión evidente.	No hay mayores signos de erosión.
<b>Actividad Biológica</b>	Sin Signos de Actividad Biológica, no se ven lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípidos, etc.).	Se ven algunas lombrices y artrópodos.	Mucha Actividad Biológica, abundantes lombrices y artrópodos.

Fuente: Adaptado de (Perez, 2012)

## 7.15. SALUD DEL CULTIVO:

Los indicadores de salud del cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, crecimiento del cultivo y raíces, así como rendimiento potencial. Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de especies de árboles de sombra, e incluso malezas dominantes), diversidad genética (número de variedades del cultivo), diversidad de la vegetación natural circundante y tipo de manejo del sistema (en transición a orgánico con mucho o poco insumos externos) se hacen para evaluar el estado de la infraestructura ecológica del cultivo, asumiendo que un cultivo con mayor diversidad vegetal y genética, un manejo diversificado que aprovecha las sinergias de la biodiversidad y que está rodeado por vegetación natural tiene condiciones de entorno más favorables para la sostenibilidad (Altieri & Nicholls, 2001)

### 7.15.1.INDICADORES SALUD DEL CULTIVO.

- **Apariencia:** Se relaciona con la condición nutricional, los factores que afectan a este parámetro pueden ser las condiciones climáticas adversas para el cultivo de interés, condiciones químicas del suelo, desbalance de nutrientes, etc.
- **Crecimiento del cultivo:** Es la observación del crecimiento de la planta, los resultados están relacionados con el manejo y condiciones del ensayo.
- **Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.):** Hace referencia al soporte y a la capacidad de recuperación de la planta ante un factor de estrés ya sea por fenómenos naturales tales como épocas secas, lluvias intensas, vientos, cambios climáticos bruscos, etc.

- **Incidencia de enfermedades:** Determina la incidencia de las plagas y enfermedades, además comprende la susceptibilidad genética de la planta, se evalúa cualitativamente con una estimación del porcentaje de daño causado o de contagio de plantas.
- **Competencia por malezas:** La presencia de malezas puede ser benéfica o puede causar competencia al cultivo de interés, en este caso se evalúa la intensidad de la competencia en relación a la duración de cultivo y las etapas en que este se ve afectado, para lo cual se debe tener en cuenta el periodo vegetativo en el que se halla en cultivo.
- **Rendimiento actual o potencial:** Evalúa los productos que salen del lugar en estudio, se debe hacer referencia a sistemas de cultivo similares con el fin de obtener una comparación adecuada tanto a nivel zonal o regional.
- **Diversidad genética:** Se encarga de evaluar el número de especies por cada cultivo y el porcentaje que ocupa dentro del conjunto de cultivos.
- **Diversidad vegetal:** La cantidad de especies cultivadas y su distribución en el espacio, para evaluar este parámetro es necesario saber el número de especies cultivadas, cultivos asociados.
- **Diversidad natural circundante:** Es el área y la forma de la ocupación de las áreas naturales dentro del área de estudio, se debe conocer el área total del terreno en estudio.
- **Sistema de manejo:** Hace referencia a las prácticas, principalmente a aquellas destinadas al control de plagas y enfermedades, así como también las fuentes de fertilización (orgánicas, no orgánicas).

**Cuadro 5.** Clase descriptiva de los parámetros de salud de cultivo.

<b>SALUD DEL CULTIVO</b>			
<b>Valoración de Características.</b>			
<b>Rangos.</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>

<b>Apariencia</b>	Cultivo Clorótico o descolorido con signos severos de deficiencias nutricionales.	Cultivo Verde claro, con algunas decoloraciones.	Follaje color verde intenso, sin signos de deficiencia.
<b>Crecimiento del cultivo</b>	Cultivo poco denso, de crecimiento pobre, tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento.	Cultivo más denso, pero no muy uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aun delgados.	Cultivo denso uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos.
<b>Resistencia o tolerancia al estrés</b>	Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés.	sufren en época seca o lluviosa, se recuperan lentamente.	Soportan sequías y lluvias intensas, recuperación rápida.
<b>Incidencia de Enfermedades</b>	Susceptible a enfermedades, más del 50% de plantas con síntomas.	Entre 20-45% de plantas con síntomas de leves a severos.	Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves.
<b>Competencia por Malezas</b>	Cultivos estresados dominados por malezas.	Presencia media de malezas, cultivo sufre algo de competencia.	Cultivo Vigoroso, se sobrepone a malezas.
<b>Rendimiento anual o potencial</b>	Bajo a relación a la media local.	Aceptable, está en la media local.	Alto, está sobre la media local.
<b>Diversidad Genética</b>	Pobre, domina una sola variedad de planta	Media, dos variedades	Alta, más de dos variedades
<b>Diversidad Vegetal</b>	Monocultivo sin sombra	Con solo una especie de sombra	Con más de 2 especies de sombra, e incluso otros cultivos o malezas
<b>Diversidad Natural circundante</b>	Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera.	Rodeado al menos en un lado por vegetación natural.	Rodeado al menos de 50% de sus bordes por vegetación natural.
<b>Sistema de Manejo</b>	Monocultivo Convencional, manejado con agroquímicos.	en transición a orgánicos, con sustitución de insumos.	Orgánico diversificado, con poco uso de insumos orgánicos o biológicos.

Fuente: Adaptado de (Perez, 2012)

## 7.16. LA TUNA PARA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS:

La siembra de tuna como un uso alternativo para la recuperación de suelos se la puede hacer de la siguiente manera:

**Producto ecológico.** La siembra de grandes superficies de tunales permitiría la recuperación y regeneración del suelo, preservando la biodiversidad de zonas desérticas y semidesérticas,

en donde habitan diferentes tipos de especies tanto vegetales como animales en algunos de los casos.

Es una alternativa que ayudara a contrarrestar cambios climáticos globales y desertificación. Otros beneficios provenientes de la tuna son la conservación del suelo y el agua, así como la protección de la fauna local en zonas áridas y semiárida, debido a que crece en tierras severamente erosionadas, su uso es importante por su abundancia en áreas donde muy pocos cultivos pueden lograrse.

**Restauración de terrenos.** Un producto adicional es el mucílago o goma, obtenible por el prensado de la penca o cladodio (hoja de tuna), en la agricultura el mucílago ayuda a mejorar la infiltración de agua en suelo. (Vargas , y otros, 2016), es decir que actúa principalmente en el drenaje del suelo.

Es una especie muy usada en las prácticas agroforestales, asociado con cultivos con especies agrícolas y/o forrajeras, en cercos vivos espinosos, barreras vivas para la retención de suelos, protección de taludes contra la erosión y, en general, como parte de prácticas de protección de suelos.

La tuna se utiliza en muchos países para proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica. Evita la desertificación en zonas áridas y semiáridas, formando setos en curvas de nivel, que soportan las condiciones del medio árido caracterizado por una precipitación pobre e irregular y alta oscilación térmica diaria y anual. (Abraján, 2008)

Gardiner et al. (1999), informa sobre las primeras investigaciones relacionadas con la acción de un extracto de nopal para mejorar la infiltración del agua en el suelo.

Los autores compararon poliacrilamidas con un extracto de nopal sin diluir y diluido y concluyeron que la aplicación del extracto aumenta la infiltración de agua en la tierra, en una magnitud similar al de las poliacrilamidas. Sin embargo, todavía quedan muchas preguntas al respecto. Se ignora la persistencia de los efectos del extracto, así como el ingrediente activo y el mecanismo de acción. (Abraján, 2008)

### **7.17. ANALISIS COSTO:**

**Análisis de costos:** Se considera el enfoque del método de costeo TCO (Total Cost of Ownership) en el cual se discriminan los costos directos e indirectos para cada uno de los componentes de costos de los proyectos del organismo. (Agesic, 1976)

**Elementos del costo:** En el costo de fabricación se identifican tres elementos: las materias primas, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, conceptos básicos que deben agrupar los valores de todo lo necesario para cumplir con el proceso productivo. (Marulanda, 2009)

Los costos son la principal fuente de toma de decisiones para establecer el precio del producto terminado, es decir que si una empresa maneja costos de producción muy elevados al mismo tiempo sus precios serán altos. (Cedeño & Quijije , 2016)

## **8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:**

### **EVALUAR LA ADAPTACIÓN DE LA TUNA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO A DIFERENTES DOSIS EN SUELOS EROSIONADOS.**

#### **H0 = hipótesis nula.**

Los factores del medio (tratamientos y terrazas) en suelos erosionados no influyen en la adaptación de tuna.

#### **H1 = hipótesis alternativa.**

Los factores del medio (tratamientos y terrazas) en suelos erosionados influyen en la adaptación de tuna.

### **8.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

**Cuadro 6.** Operacionalización de variables.

**Variable independiente:** Evaluación de adaptación de tuna.

<b>VI. DESARROLLO DEL CULTIVO</b>
-----------------------------------

<b>Indicador.</b>	<b>Unidad de medida.</b>	<b>Instrumento técnico.</b>	<b>Instrumento metodológico.</b>	<b>Técnica.</b>
Ancho de hoja.	cm.	Cinta.	Libro de campo.	Medición.
Largo de hoja.	cm.	Cinta.	Libro de campo.	Medición.
Grosor de la hoja.	mm	Calibrador.	Libro de campo.	Medición.
Altura de planta.	cm	Cinta.	Libro de campo.	Medición.
Numero de botones.	Unidad.	-	Libro de campo.	Contabilización.
Numero de hojas nuevas.	Unidad.	-	Libro de campo.	Contabilización.
Numero de flores.	Unidad.	-	Libro de campo.	Contabilización.
Numero de bayas.	Unidad.	-	Libro de campo.	Contabilización.
Diámetro de bayas.	mm	Calibrador.	Libro de campo.	Medición.

**VD. DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO.**

<b>Indicador.</b>	<b>Unidad de medida.</b>	<b>Instrumento técnico.</b>	<b>Instrumento metodológico.</b>	<b>Técnica.</b>
Análisis de suelo.	-	-	Resultado de análisis.	Interpretación.

**VD. DETERMINAR EL MEJOR TRATAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN DE CULTIVO DE TUNA.**

<b>Instrumento técnico.</b>	<b>Instrumento metodológico.</b>	<b>Técnica.</b>	<b>Instrumento metodológico.</b>	<b>Técnica.</b>
Análisis estadístico.		InfoStat	Resultado estadístico.	Interpretación.

			Test LSD Fisher al 5%.	
<b>VD. DETERMINACIÓN DE CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL SUELO Y SALUD DEL CULTIVO.</b>				
<b>Indicador.</b>	<b>Unidad de medida.</b>	<b>Instrumento técnico.</b>	<b>Instrumento metodológico.</b>	<b>Técnica.</b>
Calidad del suelo y Salud del cultivo.	-	Matriz.	Libro de campo.	Observación e interpretación.

Fuente: Elaboración propia.

## 9. METODOLOGÍAS

### 9.1. Modalidad de investigación:

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de la modalidad de investigación cualitativa y cuantitativa:

- **Cuantitativa:** Tenemos variables medibles en lo que se refiere al desarrollo fisiológico de la tuna y resultados de análisis de laboratorio.
- **Cualitativa:** Apreciación de resultados en cuanto a la calidad de suelo y la salud del cultivo

Cabe resaltar que esta investigación fue de campo ya que se trabajó en contacto directo con el objeto de estudio de forma directa esto con el fin de recopilar datos e información que se consideren necesarios, para poder realizar los análisis estadísticos respectivos.

### 9.2. UBICACIÓN:

#### Lugar de estudio:

CEASA, campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### Lugar territorial:

- Provincia: Cotopaxi.
- Cantón: Latacunga.
- Parroquia: Eloy Alfaro.
- Barrio: Salache.

### 9.3. Coordenadas geográficas:

- **Zona:** 17 sur.
- **Coordenada X:**764249
- **Coordenada Y:**9889461
- **Altura:** 2734 msnm.

### 9.4. Condiciones ambientales:

El sector Salache presentó una temperatura media de 14 °C anuales en el 2018 de acuerdo a los datos de la estación meteorológica de Salache UTC (M1235) en convenio con el INAMHI.

**Cuadro 7.** Precipitaciones mensuales en CEASA – Salache.

Mes	Precipitación (mm)
Mayo	45.8
Junio	20.2
Julio	12.4
Agosto	13.1
Septiembre	16.8
Octubre	21.1
Noviembre	149.2
Diciembre	38.1

**Fuente:** estación meteorológica M125 – UTC – CEASA.

### 9.5. Propiedades del suelo:

- **Textura:** Franco arenoso.
- **pH:** 10.18.
- **Topografía:** Pendiente.

### 9.6. CULTIVO E INSUMO AGRICOLA:

- Plántulas de tuna (roja).
- Cuyasa (diferentes dosis).

### 9.7. Método:

El método utilizado fue el inductivo y experimental.

## **9.7.1. FASE DE CAMPO.**

### **9.7.1.1. Identificación del área de estudio**

Para el área de estudio se prepararon cuatro terrazas de 25 metros de largo por 2.5 metros de ancho

### **9.7.1.2. Establecimiento del ensayo**

Este proyecto se realizó en el cultivo de tuna con la variedad roja, se realizó la plantación en los suelos en proceso de recuperación del CEASA.

### **9.7.1.3. Implementación del diseño**

Se las delimitó las unidades experimentales con una piola y estacas para marcar con claridad los tratamientos y las repeticiones, la parcela total tuvo las siguientes medidas de 4m x 2.5 m, sembradas a doble hilera con una separación de 1,50 metros entre hileras, la separación entre tratamientos se la dejó en un 0,8 m. Obteniendo una densidad de siembra de 8 mil plantas por hectárea.

### **9.7.1.4. Toma de datos**

Se la realizó cada mes, en lo que se refiere a la salud de cultivo y estado del suelo. De igual forma los parámetros previamente establecidos para la toma de datos en la tuna se la realizó de la siguiente manera:

- Altura de hoja se la realizó con un flexómetro o cinta métrica presionando ligeramente hacia el suelo y midiendo hasta el ápice de hoja más alta de la tuna, este valor se registró en la hoja de campo en centímetros (cm) y se la realizó en todas las plantas del área de estudio.
- El largo y ancho de las hojas antiguas se los tomo de una sola hoja de la planta escogida al azar, la medición se la realizó con el flexómetro desde el punto en el cual se forma la hoja hasta el ápice de la misma en el largo de la hoja mientras que para el ancho de las hojas se ubicó el flexómetro en la parte más ancha de la hoja, estos datos fueron registrados en la hoja de campo en centímetros (cm).
- El grosor de la hoja se midió con la ayuda de un calibrador, se midieron las mismas hojas que fueron muestreadas para las variables largo y ancho de hojas antiguas, el calibrador se ubicó en el ápice de las hojas y se registró la medida en el libro de campo.

- Para las variables de número de botones totales, número de hojas nuevas, número de flores totales y promedio de bayas totales se realizó un muestreo dentro de cada unidad experimental cada muestra consistió de 4 plantas por unidad experimental, las cuales se observaron directamente y se registraron las variables antes mencionadas en unidades en la hoja de campo.

#### **9.7.1.5.Muestreo de suelos.**

Se la realizo al inicio y al final de la primera etapa del cultivo de tuna, con el método de zigzag para ambas ocasiones.

#### **9.7.1.6.Aplicación de Cuyasa.**

La aplicación del abono orgánico (Cuyasa) se la realizó con una frecuencia de dos meses.

#### **9.7.1.7.Costos de tratamientos:**

Se registró cada uno de los egresos por cada uno de los tratamientos de cada actividad realizada dentro de los mismos tanto de la adquisición se insumos agrícolas como la de abonos orgánicos y demás materiales que se utilizaron en los mismos.

### **9.7.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **9.7.2.1.Observación**

Esta técnica se utilizó para tener una relación directa con el objeto de estudio que es la observación del proceso de adaptación, luego se medirá y se observará ciertas variables utilizando algunas matrices, previamente elaboradas para este fin.

#### **9.7.2.2.Medición**

Esta técnica es un proceso básico que nos permitirá medir los indicadores que se tomaron en campo como lo serán: Ancho, largo, grosor de hojas antiguas y nuevas, diámetro de bayas, altura de planta.

#### **9.7.2.3.Registro de datos**

Esta técnica nos ayudará recopilar datos válidos, y sobre todo fiables en el que se puede comprobar la viabilidad del proyecto y objeto en estudio, además de realizar tabulaciones con los mismos para su respectiva interpretación, estos datos serán registrados en matrices previamente elaboradas.

#### 9.7.2.4. Análisis estadístico

Esta técnica nos permitirá realizar el análisis de los diferentes datos que se obtendrán en la fase de campo, para este proceso utilizaremos el software InfoStat, además se aplicará la prueba de LSD Fisher al % 5 para las pruebas de comparación según corresponda.

#### 9.7.3. FACTOR EN ESTUDIO:

Dosis de abono de cuy.

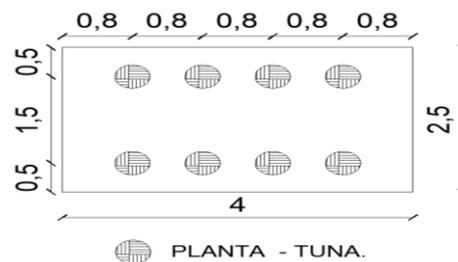
- **T0:** Sin fertilización.
- **T1:** 2.5 ton/Ha.
- **T2:** 5 ton/Ha.
- **T3:** 7.5 ton/Ha.
- **T4:** 10 ton/Ha.

#### 9.7.4. DISEÑO EXPERIMENTAL:

##### 9.7.4.1. Unidad experimental:

Las terrazas de banco tienen un promedio de 25 metros de largo por 2.5 metros de ancho, por lo tanto, nuestra unidad experimental quedaría de 4 metros de largo por 2.5 metros de ancho con una separación de 1 metro entre unidades experimentales para un mejor desarrollo del experimento, teniendo así un total de 20 unidades experimentales.

**Gráfico 1.** Croquis Unidad experimental.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 8.** Tabla de tratamientos.

<b>Tratamiento.</b>	<b>Codificación.</b>	<b>Descripción.</b>
1	T0.	Tuna + sin fertilización.

2	T1.	Tuna + 2.5 ton/ha de abono de cuy.
3	T2.	Tuna + 5 ton/ha de abono de cuy.
4	T3.	Tuna + 7.5 ton/ha de abono de cuy.
5	T4.	Tuna + 10 ton/ha de abono de cuy.

Fuente: Elaboración propia.

Para la tabulación en Excel se utilizarán polinomios ortogonales, para mostrar tendencias en la recopilación de datos, para ello nos basaremos en la tabla de coeficientes y divisores para comparaciones ortogonales:

**Cuadro 9.** Coeficientes para ajustes ortogonales.

# Tratamientos	Grado de polinomio	Ajuste.	Totales tratamiento.					Divisor
			T0	T1	T2	T3	T4	
5	1	Lineal.	-2	-1	0	+1	+2	10
	2	Cuadrático	+2	-1	-2	-1	+2	14
	3	Cubico.	+1	+2	0	-2	+1	10
	4	Cuartico.	-1	+4	+6	-4	+1	70

Fuente: Elaboración propia.

#### 9.7.4.2. Análisis estadístico:

El método aplicado para esta investigación es el diseño experimental por DBCA (diseño de bloques completamente al azar) con 5 tratamientos y 4 repeticiones respectivamente, dándonos un total de 20 unidades experimentales.

**Cuadro 10.** Diseño de bloques en campo:

	<b>TRA.</b>	<b>T-I</b>	<b>T-II</b>	<b>T-III</b>	<b>T-IV</b>	<b>T-V</b>
<b>REP.</b>						

<b>R-I</b>	T4.	T0	T2.	T1.	T3
<b>R-II</b>	T0.	T2.	T1.	T3.	T4.
<b>R-III</b>	T1.	T3.	T0.	T4.	T2.
<b>R-IV</b>	T3.	T1.	T4.	T2.	TO.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 11.** Esquema del ADEVA para el cultivo de tuna:

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>
Total	19
Dosis	4
Lineal	1
Cuadrático	1
Cúbico.	1
Cuartico	1
Repeticiones	3
<b>Error Experimental.</b>	<b>12</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Para determinar significación en el estudio se realizarán pruebas de significación, para lo cual se utilizará la prueba de LSD Fisher al 5% como Test de comparación en caso de existir diferencias significativas.

## 10. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL SUELO:

### 10.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.

**Cuadro 12.** Tabla resumen de análisis químico inicial y final del suelo con cultivo de tuna en el CEASA 2018 – 2019.

TABLA RESUMEN DE ANALISIS DE SUELOS DEL CULTIVO DE TUNA.																
UNIDAD DE MEDIDA	PH	M.O.	N	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mg/k	Ca/Mg	Ca+Mg/K
	-	%	ppm	ppm	ppm	meq / 100gr	meq/ 100gr	meq/ 100gr	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/ 100gr	meq/ 100gr	meq/ 100gr
<b>TESTIGO</b>																
Inicial	10,18	0,60	52	48	259	3,92	13	2	1	6,2	32	3,20	0,80	6,5	0,5	3,8
Final	10	1	17	58	14	1,8	18,1	1,8	0,5	3	21	0,6	0,9	1	10,06	11,06
<b>T1 (2,5 Ton/Ha)</b>																
Inicial	10,18	0,60	52	48	259	3,92	13	2	1	6,2	32	3,20	0,80	6,5	0,5	3,8
Final	9,93	1,3	27	45	11	2,7	21,4	1,9	0,4	2,4	25	0,5	1,7	0,7	11,26	8,63
<b>T2 (5 Ton/Ha)</b>																
Inicial	10,18	0,60	52	48	259	3,92	13	2	1	6,2	32	3,20	0,80	6,5	0,5	3,8
Final	9,61	1,2	26	93	17	3	20,2	1,9	0,3	2,4	26	0,6	2,5	0,63	10,63	7,37
<b>T3 (7,5 Ton/Ha)</b>																
Inicial	10,18	0,60	52	48	259	3,92	13	2	1	6,2	32	3,20	0,80	6,5	0,5	3,8
Final	9,93	1,3	20	74	19	2,8	20,3	1,9	0,4	2,4	21	6	2,2	0,68	10,68	7,93
<b>T4 (10 Ton/Ha)</b>						2,8										
Inicial	10,18	0,60	52	48	259	3,92	13	2	1	6,2	32	3,20	0,80	6,5	0,5	3,8
Final	9,8	1,4	23	100	23	3,5	19,4	1,9	0,4	4,1	20	1	2,6	0,54	10,21	6,09

**Fuente:** DSA – Iniap - Elaboración propia.

Transcurridos nueve meses de la investigación, tiempo en el cual se realizó la aplicación de Cuyasa en las dosis ya establecidas para cada tratamiento, para dicha interpretación de resultados se cuenta con un análisis de suelo inicial y final a partir de los cuales se hallan los siguientes resultados.

**10.1.1. pH del suelo:** De acuerdo al Cuadro 12 a partir de los resultados del análisis inicial obtenidos en mayo del 2018 se obtuvo un pH 10.18 el cual se considera un suelo demasiado alcalino (FitzPatrick, 1996), mientras que en el análisis final de la primera etapa, se observó que el pH bajó en todos los tratamientos incluso en aquel tratamiento donde se no se aplicó materia orgánica, demostrado que la tuna ayuda a mejorar el pH del suelo, así como también los diferentes tratamientos empleados siendo el tratamiento 2 (T2= 5 ton/Ha) el que más logro disminuir el pH del suelo.

**10.1.2. Porcentaje de materia orgánica (% MO):** Como podemos en el cuadro 12, el % MO en el suelo al iniciar el estudio fue de apenas 0.60 % el cual se considera bajo, sin embargo, de acuerdo a los resultados del análisis final se demuestra un incremento el % MO en el suelo, inclusive en el tratamiento donde la tuna se manejó sin fertilización se logró incrementar el porcentaje de MO al 1%, destacando que en los tratamientos en los cuales si se realizó la incorporación de materia orgánica el % de MO aumento al 1.20 % en el tratamiento 2 (5 Ton/Ha), al 1.30 % en los tratamientos 1 y 3 (2.5 y 7.5 Ton/Ha respectivamente) y al 1.40 % en el tratamiento 4 (10 Ton/Ha), sin embargo, pese al incremento, estos porcentajes aún se consideran bajos.

**10.1.3. Nitrógeno (N):** Los niveles de nitrógeno en el cuadro 12, se determinaron en nivel medio (52 ppm) de acuerdo al análisis inicial, mientras que en el análisis final del suelo se detectó la disminución en los niveles de nitrógeno en el suelo de un rango de calificación de medio a bajo, teniendo así en la tuna sin fertilización (T0) la mayor disminución de nitrógeno (17 ppm), de igual forma las demás dosis tales como T1 (2.5 ton/Ha) con niveles de 27 ppm de nitrógeno siendo esta la que menos disminución obtuvo a diferencia de los demás tratamientos, T2 (5 Ton/Ha) con 26 ppm, T3 (7.5 Ton/Ha) con 20 ppm siendo la segunda disminución más alta y T4 (10 Ton/Ha) con niveles de nitrógeno de 23 ppm.

**10.1.4. Fosforo (P):** En el cuadro 12, los niveles de fosforo se determinaron en un nivel alto (48 ppm) en el análisis inicial del suelo, los resultados finales del análisis químico del suelo reflejan que los niveles de fosforo en el suelo aumentan de un rango de calificación de alto a saturado como es el caso del T2 (5 Ton/Ha) con 93 ppm de fosforo, T3 (7.5 Ton/Ha) con 74 ppm de fosforo y T4 (10 Ton/Ha) con 100

ppm de fósforo, excepto en el tratamiento 1 (T1= 2.5 Ton/Ha) en el cual se obtuvo una leve disminución en los niveles de fósforo (45 ppm) de igual forma en la tuna sin fertilización (T0) los niveles de fósforo tienden a elevarse ligeramente a 58 ppm en los niveles de fósforo.

**10.1.5. Azufre (S):** De acuerdo a análisis inicial del suelo (cuadro 12) en el cual se vio que los niveles de azufre fueron de 259 ppm, el cual se sobre entiende que está saturado en el suelo, mientras que en el análisis final los niveles de azufre disminuyen, obteniendo los siguientes resultados: dentro de la clasificación media tenemos a los tratamientos T0 (tuna sin fertilización) con 14 ppm de azufre en el suelo, T1 (2.5 Ton/Ha) con 11 ppm, T2 (5 Ton/Ha) con 17 ppm y T3 (7.5 Ton/Ha) con 19 ppm, mientras que dentro de la clasificación de rango Alta tenemos al T4 (10 Ton/Ha) con 23 ppm, teniendo así como conclusión que mientras más baja la dosis de abono menor disminución en los niveles de azufre, sin embargo el testigo (T0) nos corrobora que el cultivo de tuna también influye para la disminución de los niveles de azufre en el suelo del CEASA.

**10.1.6. Potasio (K):** De acuerdo cuadro 12, donde el análisis inicial el potasio en el suelo, determino en meq/100ml el cual se considera alto 3.92 meq/100ml, sin embargo, en el análisis final, se ve claramente como este cultivo absorbe el potasio para corroborar esto nos basamos en el testigo (tuna sin fertilización) el cual en el análisis final del suelo bajo su nivel de potasio a 1.80 meq/100ml mientras que en los demás tratamientos de igual forma bajaron los niveles pero no su clasificación de alta la cual se mantiene demostrando que la aplicación de Cuyasa influye la cantidad de potasio en el suelo con los siguientes resultados, T1 con 2.70 meq/100ml de potasio, T2 con 3 meq/100ml, T3 con 2.80 meq/100ml y T4 con 3.50 meq/100ml, siendo este último tratamiento/dosis presento la menor disminución en los niveles de potasio en el suelos del CEASA.

**10.1.7. Calcio (Ca):** De acuerdo al análisis inicial (cuadro 12) en el cual se determinó el nivel de calcio era Alto en el suelo del CEASA con 13 meq/100ml. En el análisis final, los niveles de calcio en los diferentes tratamientos se incrementaron, esto gracias a la aportación de MO que es rica en este nutriente así como también el desarrollo fisiológico de la tuna ha hecho que los niveles de calcio aumenten

obteniendo los siguientes resultados: T0 (tuna sin fertilización) con 18.10 meq/100ml, T1 (2.5 Ton/Ha) con 21.40 meq/100ml, T2 (5 Ton/Ha) con 20.20 meq/100ml, T3 (7.5 Ton/Ha) con 20.30 meq/100ml y T4 (10 Ton/Ha) con 19.40 meq/100ml siendo esta la dosis que en mayor cantidad incremento los niveles del calcio en los suelos del CEASA.

**10.1.8. Magnesio (Mg):** Los niveles de magnesio se determinaron en el cuadro 12 en nivel medio (2 meq/100ml) en el análisis inicial del suelo en estudio, de acuerdo al análisis final, la aplicación diferentes dosis provocó que los niveles de magnesio en el suelo disminuyan, sin embargo, mantienen su nivel de calificación medio (1.80 meq/100ml), demostrando que el cultivo de tuna absorbe el nutriente el cual se demuestra con el testigo (tuna sin fertilización = T0) mientras que en los otros tratamientos/ dosis no se puede establecer diferencias entre sí, sin embargo, se puede observar tienden a tener una leve disminución en cuanto al contenido de magnesio en el suelo con 1.90 meq/100ml para los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

**10.1.9. Zinc (Zn):** Como podemos observar en el cuadro 12, de acuerdo a análisis inicial del suelo en cual se vio que los niveles de zinc fueron de 1 ppm, el cual se sobre entiende que el contenido de este mineral en el suelo es bajo, de igual forma en el análisis final los niveles de zinc disminuyeron obteniendo los siguientes resultados: dentro de la clasificación media tenemos a los tratamientos T0 (tuna sin fertilización) con 0.50 ppm de azufre en el suelo, T1 (2.5 Ton/Ha) con 0.40 ppm, T2 (5 Ton/Ha) con 0,30 ppm, T3 (7.5 Ton/Ha) con 0.40 ppm y T4 (10 Ton/Ha) con 0.40 ppm, teniendo así como conclusión el tratamiento 2 (T2) es que mayor disminución tuvo en el contenido de Zinc en el suelo del CEASA.

**10.1.10. Cobre (Cu):** De acuerdo a análisis inicial (cuadro 12) en cual se vio que los niveles de cobre fueron de 6.20 ppm, el cual se sobre entiende que tiene un contenido alto en el suelo a comparación de los resultados finales del análisis de suelo nos muestran que se lograron bajar notoriamente los niveles de cobre a un nivel medio a excepción de tratamiento 4 (T4= 10 Ton/Ha) el cual aún se considera alto con 4.10 ppm, de esa manera los tratamientos 1, 2 y 3 (T1 2.5 Ton/ha, T2 5 Ton/Ha y T3 7.5 Ton/Ha respectivamente) disminuyeron el contenido de cobre en

el suelo a 2.40 ppm ubicando con un rango medio, al igual que el testigo (tuna sin fertilización) con un contenido de cobre con 3 ppm en el suelo del CEASA.

**10.1.11. Hierro (Fe):** Como se puede observar en el cuadro 12, los niveles de hierro se determinaron en nivel medio (32 ppm) de acuerdo al análisis inicial del suelo, mientras tanto que en el análisis final se determinó la disminución en los niveles de hierro, sin embargo, esto no ha cambiado su clasificación, puesto que se mantiene en nivel medio, teniendo así en T4 (10 Ton/Ha) la mayor disminución de hierro a 20 ppm, de igual forma las demás dosis tales como T2 (5 Ton/Ha) con niveles de 26 ppm de hierro siendo esta la que menos disminución obtuvo a diferencia de los demás tratamientos, T1 (2.5 Ton/Ha) con 25 ppm, T3 (7.5 Ton/Ha) con 21 ppm siendo la segunda disminución más alta al igual que T4 (10 Ton/Ha) con niveles de hierro de 21 ppm.

**10.1.12. Manganeso (Mn):** De acuerdo al cuadro 12, en el análisis inicial los niveles de manganeso fueron de 3.20 ppm, el cual se sobre entiende que se halla en bajo contenido en el suelo, luego de haber realizado en análisis final del suelo concluimos que los niveles de manganeso disminuyeron, al T4 (10 Ton/Ha) con 1 ppm es el tratamiento que menos disminución de manganeso en el suelo tuvo seguido del T2 (5 Ton/Ha) y T3 (7.5 Ton/Ha) con 0.60 ppm para ambos tratamientos además del T0 (tuna sin fertilización) que tiene el mismo valor, siendo la dosis de baja de abono T1 (2.5 Ton/Ha) con 0.60 ppm la que mayor disminución tuvo con respecto a los niveles de manganeso en suelos del CEASA.

**10.1.13. Boro (B):** En el análisis inicial (cuadro 12) se determinó el nivel de boro fue bajo en el suelo del CEASA con 0.80 ppm, luego haber realizado el análisis final se determinó que el nivel de boro en los diferentes tratamientos se incrementaron, esto gracias a la aportación de MO así como también el desarrollo fisiológico de la tuna ha hecho que los niveles de boro aumenten en una mínima cantidad obteniendo los siguientes resultados: T0 (tuna sin fertilización) con 0.90 ppm el cual se considera bajo a comparación del T1 (2.5 Ton/Ha) con 1.70 ppm el cual se considera un nivel medio de boro en el suelo, a diferencia de los tratamientos T2, T3 y T4 (5 – 7.5 y 10 Ton/Ha) con niveles de 2.50, 2.20 y 2.60

ppm respectivamente lográndose ubicar con un contenido alto de boro en los suelos del CEASA.

## 10.2. ADAPTACIÓN DE LA TUNA.

### 10.2.1. Altura de plantas:

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para la variable “altura de planta” durante ocho meses.

F.V.	GI	CM ALTURA DE PLANTA 1MERMES	CM ALTURA DE PLANTA 2DO MES	CM ALTURA DE PLANTA 3ER MES	CM ALTURA DE PLANTA 4TO MES	CM ALTURA DE PLANTA 5TO MES	CM ALTURA DE PLANTA 6TO MES	CM ALTURA DE PLANTA 7MO MES	CM ALTURA DE PLANTA 8VO MES	CM ALTURA DE PLANTA PROMEDI O TOTAL
Total	19									
TRAT. / DOSIS	4	19,8 ns	19,8 ns	19,8 ns	19,8 ns	37,1 ns	25,7 ns	34,8 ns	47,1 ns	22,7 ns
Lineal.	1	16,6	16,6	16,6	4,0	0,2	5,9	17,7	17,7	7,0
Cuadrático.	1	36,5	36,5	36,5	80,4	34,6	24,6	8,4	8,4	34,6
Cúbico.	1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,9	8,3	39,7	39,7	0,8
Cuartico.	1	26,2	26,2	26,2	63,9	64,1	100,5	122,8	122,8	48,5
REPETICION/ TERRAZA	3	103,1 *	103,1 *	103,1 *	103,1 *	83,6 *	97,8 *	113,5 ns	92,1 ns	95,2 *
E. experimental	12	26,8	26,8	26,8	26,8	19,7	22,8	37,5	43,0	24,6
<b>CV (%): PROMEDIO (cm):</b>		14,0	14,0	13,8	13,7	11,7	11,9	14,6	15,8	12,8
		37,0	37,0	37,6	37,8	37,9	40,2	41,9	41,5	38,7

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 13, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de las repeticiones es mayor para el F crítico mientras que para los tratamientos el F calculado es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que existe significancia para repeticiones excepto en el octavo y novenos mes, mientras que para los tratamientos se determinó que no existió significancia, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1 para las repeticiones, mientras que para los tratamientos se acepta la H0 y se rechaza la H1 con respecto a las alturas de la planta, donde se visualiza diferencias solo para las

repeticiones, por lo cual existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 15.8 % (el más alto) van a salir diferentes y el 84.2 % de observaciones serán confiables, es decir serán media iguales para todos los tratamientos de acuerdo a las alturas de planta durante los nueve meses, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que la altura de planta de tuna durante los nueve meses es influida por factores del medio a excepción del octavo y noveno mes lo que presenta diferencia entre las repeticiones en la investigación

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 13 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la altura de plantas durante ocho meses, los cuatro primeros la tendencia cuadrática fue la más fuerte, a partir del quinto mes e incluso en el promedio total la tendencia más fuerte pasa a ser la cuartica llegando incluso a ser más fuerte al séptimo y octavo mes mientras que la tendencia cubica es la más débil dentro de esta variable hasta el sexto mes mientras que el séptimo y octavo mes la tendencia cuadrática pasa a ser la más débil, sin embargo en el promedio total la más débil sigue siendo la tendencia cubica. De esa manera se tiene que las dosis cuadrática y cuartica (T2 y T4 con 2.5 Ton/Ha y 10 Ton/Ha respectivamente) son las que más influyen en la altura de planta de tuna, la dosis menos influyente en la altura de planta es 7.5 Ton/Ha (T3).

**Cuadro 14.** Prueba de LSD Fisher para las repeticiones en la variable altura de planta al primer mes.

Alturas de planta REPETICIÓN/ TERRAZA	1er mes		2do mes		3ro mes		4to mes		5to mes		Promedio	
	Me días	Rang os	Me días	Rang os	Me días	Rang os	Medi as	Rang os	Medi as	Rang os	Medi as	Rang os
2	43,4	A	43,4	A	44	A	44,2	A	43,88	A	45,04	A
3	36,8	A B	36,8	A B	37,4	A B	37,68	A B	37,23	B	37,85	B
1	34,6	B	34,6	B	35,2	B	35,43	B	35,45	B	36,16	B
4	33,1	B	33,1	B	33,7	B	33,9	B	35,08	B	35,58	B

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

La prueba LSD Fisher al promedio de altura de planta de tuna se realizó en base en base a la significancia que existe entre las 4 repeticiones sobre la altura de planta (cuadro 14), es así como se puede observar que:

Para el primer y segundo mes la repetición 2 (terraza 2) tiene el mayor promedio de altura al primer mes con un promedio de 43.4 cm de altura(A), también podemos observar que la repetición 3 (terraza 3) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 36.88 cm (AB), a comparación de las repeticiones 1 y 4 (terraza 1 y 4) con un promedio de 34.63 cm y 33.10 cm respectivamente (B).

Para el tercer mes la repetición 2 (terraza 2) tiene el mayor promedio de altura al primer mes con un promedio de 44 cm de altura(A), también podemos observar que la repetición 3 (terraza 3) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 37.48 cm (AB), a comparación de las repeticiones 1 y 4 (terraza 1 y 4) con un promedio de 35.23 cm y 33.7 cm respectivamente (B).

Para el cuarto mes la repetición 2 (terraza 2) tiene el mayor promedio de altura al primer mes con un promedio de 44.2 cm de altura(A), también podemos observar que la repetición 3 (terraza 3) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 37.68cm (AB), a comparación de las repeticiones 1 y 4 (terraza 1 y 4) con un promedio de 35.43 cm y 33.9 cm respectivamente (B).

Para el quinto mes la repetición 2 (terraza 2) tiene el mayor promedio de altura al primer mes con un promedio de 43.88 cm de altura(A), también podemos observar que la repetición 3 (terraza 3) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 37.23 cm (AB), a comparación de las repeticiones 1 y 4 (terraza 1 y 4) con un promedio de 35.45 cm y 35.08 cm respectivamente (B).

De esta manera tenemos que las repeticiones 2 y 3 son las que tienen el mejor promedio de altura durante la primera etapa de la investigación.

**Cuadro 15.** Prueba de LSD Fisher para las repeticiones en la variable altura de planta al sexto mes.

REPETICIÓN/TERRAZA	Medias	Rangos
2	46,8	A
1	38,78	B

3	38,15	B
4	37,23	B

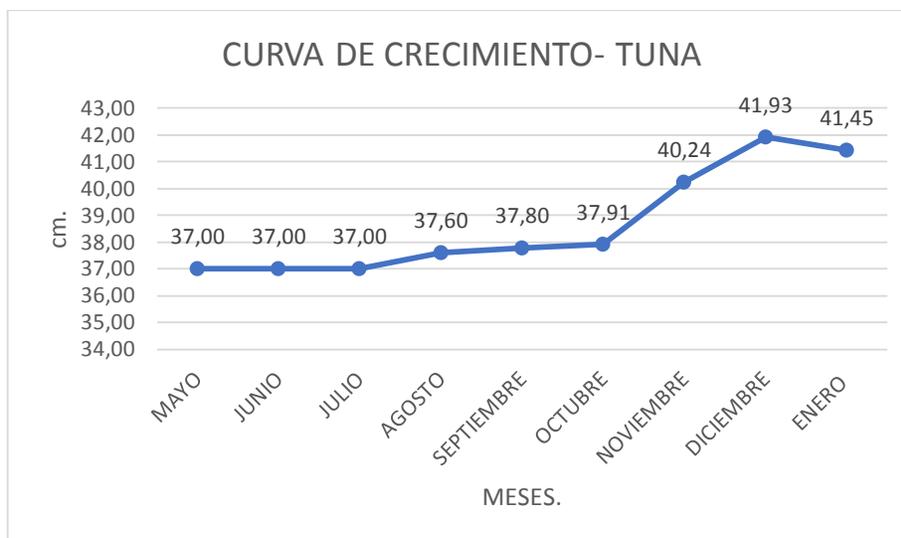
**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

La prueba LSD Fisher al promedio de altura de planta de tuna al sexto mes (cuadro 15), se realiza en base a la significancia que existe entre las 4 repeticiones sobre la altura de planta de tuna, es así como se puede observar que la repetición 2 (terrazza 2) tiene el mayor promedio de altura al sexto mes con un promedio de 46.80 cm de altura (A) , también podemos observar que la repetición 1 (terrazza 1) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 38.78 cm (B) , a comparación de las repeticiones 3 y 4 (terrazza 3 y 4 respectivamente) con un promedio de 38.15 cm y 37.23 cm respectivamente (B). De esta manera tenemos que las repeticiones 1 y 2 son las que tienen el mejor promedio de altura al sexto mes, con de promedio de altura de 38.78 cm y 46.80 cm respetivamente.

La prueba LSD Fisher al promedio total de altura de planta de tuna se realiza en base en base a la significancia que existe entre las 4 repeticiones (cuadro 15), es así como se puede observar que la repetición 2 (terrazza 2) tiene el mayor promedio de promedio total de altura de planta de tuna con 45.04 cm de altura (A) , también podemos observar que la repetición 3 (terrazza 3) tiene el segundo mejor promedio de altura con un promedio de 37.85 cm (B), a comparación de las repeticiones 1 y 4 (terrazza 3 y 4 respectivamente) con un promedio de 36.16 cm y 35.58 cm respectivamente (B). De esta manera tenemos que la repetición 2 es la que tiene el mejor promedio total de altura, con de promedio de altura de 45.04 cm.

“La tuna prefiriere los suelos livianos, con una profundidad de entre 20 a 40 cm” (Reyes & Lavín), en el caso de la terraza 4, un suelo muy pedregoso durante todo el ciclo y de acuerdo al análisis de calidad de suelos la profundidad del mismo fue de apenas 10 cm, debido a estos factores el desarrollo de tuna se ve reflejado en menor promedio para la terraza 4.

**Gráfico 2.** Gráfico de las promedio alturas de planta de tuna por mes.



**Fuente:** Elaboración propia.

El promedio general de alturas de planta no presenta cambios en los tres primeros meses, sin embargo, al cuarto mes (agosto) este promedio empieza incrementarse esto debido al aparecimiento de botones vegetales en la planta posiblemente debido al riego efectuado semanas previas a esa fecha o al propio desarrollo fisiológico de la planta, este leve incremento se mantiene hasta el mes de octubre, a partir del mes de noviembre el promedio de altura incrementa de manera notoria, esto debido a que los nuevos botones que parecieron hace un par de meses se han convertido en hojas nuevas o botones, con esto dejamos claro que el incremento de altura de planta de tuna se debe principalmente al crecimiento de las hojas nuevas o el desarrollo de los botones, sin embargo para el mes de enero tenemos una disminución de altura debido al aflojamiento de tierra realizado previo a la fertilización de este mes.

### 10.2.2. Grosor de hojas antiguas en mm:

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para la variable “grosor de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.

F.V.	GI	CM GROSOR DE HOJA 1MER MES	CM GROSOR DE HOJA 2DO MES	CM GROSOR DE HOJA 3ER MES	CM GROSOR DE HOJA 4TO MES	CM GROSOR DE HOJA 5TO MES	CM GROSOR DE HOJA 6TO MES	CM GROSOR DE HOJA 7MO MES	CM GROSOR DE HOJA 8VO MES	CM P. GROSOR DE HOJA TOTAL
Total	19									
TRAT. / DOSIS	4	4,3 ns	4,3 ns	4,3 ns	4,1 ns	5,1 ns	5,1 ns	5,1 ns	5,1 ns	4,1 ns
Lineal.	1	2,1	2,1	2,1	7,9	12,5	12,5	12,5	12,5	6,4
Cuadrático.	1	1,9	1,9	1,9	3,8	4,7	4,7	4,7	4,7	3,3
Cúbico.	1	13,1	13,1	13,1	4,7	3,0	3,0	3,0	3,0	6,9
Cuartico.	1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
REPETICION/TERRA ZA	3	6,9 ns	6,9 ns	6,9 ns	7,3 ns	7,2 ns	7,2 ns	7,2 ns	7,2 ns	7,1 ns
E. experimental	12	7,2	7,2	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
CV (%) :		12,7	12,7	12,7	13,5	13,7	13,7	13,0	13,0	13,1
<b>PROMEDIO (mm):</b>		21,1	21,1	21,1	20,2	19,7	19,7	20,8	20,8	20,6

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la cuadro 16, en el análisis de varianza se determinó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se examina que existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al grosor de hojas antiguas de tuna durante los 8 meses que duró la investigación, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación del es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 13.7 % van a salir diferentes y el 86.30% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al grosor de hojas antiguas de tuna al primer mes, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el grosor de hojas antiguas de durante ocho meses no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 16 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para el grosor de hojas antiguas durante ocho meses, los cuatro primeros la tendencia cubica fue la más fuerte, a partir del quinto mes la tendencia más fuerte pasa a ser la lineal mientras que la tendencia cuartica es la más débil dentro de esta variable durante los ocho meses, es decir que dentro del grosor de las hojas antiguas los tratamientos más influyentes son: T3 y T1 (7.5 y 2.5 Ton/Ha) , de igual forma la dosis T4 (10 Ton/Ha) es la menos favorable para el grosor de hojas antiguas.

### 10.2.3. Largo de hojas antiguas.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para la variable “largo de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.

F.V.	GI	CM LARGO DE HOJA 1ER MES		CM LARGO DE HOJA 2DO MES		CM LARGO DE HOJA 3ER MES		CM LARGO DE HOJA 4TO MES		CM LARGO DE HOJA 5TO MES		CM LARGO DE HOJA 6TO MES		CM LARGO DE HOJA 7MO MES		CM LARGO DE HOJA 8VO MES		CM LARGO DE HOJA PROMEDIO TOTAL		
Total	19																			
TRAT. / DOSIS	4	9,9	ns	9,9	ns	9,8	ns	9,8	ns	9,6	ns	9,8	ns	14,2	ns	14,2	ns	10,7	ns	
Lineal.	1	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		1,7		1,7		0,2		
Cuadrático.	1	22,2		22,2		21,9		21,9		21,5		21,9		32,2		32,2		24,1		
Cúbico.	1	11,8		11,8		11,7		11,7		11,5		11,7		16,1		16,1		12,7		
Cuartico.	1	5,6		5,6		5,5		5,5		5,5		5,5		6,6		6,6		5,8		
REPETICION/ TERRAZA	3	2,7	ns	2,7	ns	2,8	ns	2,8	ns	2,9	ns	2,8	ns	1,4	ns	1,4	ns	2,3	ns	
E. experimental	12	4,3		4,3		4,2		4,2		4,2		4,2		6,8		6,8		4,7		
CV (%):		5,8		5,8		5,9		5,9		5,9		5,9		7,6		7,6		6,2		
<b>PROMEDIO(cm):</b>		35,7		35,7		34,7		34,7		34,7		34,7		34,5		34,5		35,0		

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 17, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al largo de hojas antiguas de tuna durante los nueve meses que duró la investigación, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 7.60 % van a salir diferentes y el 92.40% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al largo de hojas antiguas de tuna al primer mes, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento. En

conclusión, se pudo observar que el largo de hojas antiguas de tuna durante ocho meses no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 17 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable largo de hojas antiguas durante ocho meses, la tendencia cuadrática la más fuerte durante los ocho meses seguida de la tendencia cubica y cuartica mientras que la tendencia lineal es la más débil durante los ocho meses del estudio. Llegando a ser la más favorable la dosis T2 (5 Ton/ha), mientras que la menos influyente para el largo de hojas antiguas fue el T1 (2.5 Ton/Ha).

#### 10.2.4. Ancho de hojas antiguas de tuna.

**Cuadro 18.** Análisis de varianza para la variable “ancho de hojas antiguas” del cultivo de tuna por cada mes.

F.V.	gl	CM ANCHO DE HOJA 1ER MES	CM ANCHO DE HOJA 2DO MES	CM ANCHO DE HOJA 3ER MES	CM ANCHO DE HOJA 4TO MES	CM ANCHO DE HOJA 5TO MES	CM ANCHO DE HOJA 6TO MES	CM ANCHO DE HOJA 7MO MES	CM ANCHO DE HOJA 8VO MES	CM ANCHO DE HOJA PROMEDIO TOTAL
Total	19									
TRAT. / DOSIS	4	1,7 ns								
Lineal.	1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Cuadrático.	1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Cúbico.	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Cuartico.	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	3,5	0,7	0,7
REPETICION/ TERRAZA	3	1,3 ns								
E. experimental	12	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
<b>CV (%): PROMEDIO(c m):</b>		6,9	6,9	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0
		16,9	16,9	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,6

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 18, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se examina que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al ancho de hojas antiguas de tuna los nueve meses que duró la investigación, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 7.10% van a salir diferentes y el 92.90% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al promedio total del ancho hojas antiguas de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el ancho de hojas antiguas de tuna durante ocho meses no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 18 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable ancho de hojas antiguas durante ocho meses, la tendencia lineal la más fuerte durante los ocho meses seguida de la tendencia cuadrática y cuartica mientras que la tendencia cubica es la más débil durante los ocho meses del estudio, es decir que la dosis más favorable para el ancho de hojas es: T1 ( 2.5 Ton/Ha), la menos influyente fue la dosis T3 (7.5 Ton/Ha).

### 10.2.5. Promedio total de botones en planta de tuna.

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para la variable “promedio total de botones” en plantas de tuna.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F-crítico
Total	3,99	19				
TRAT. / DOSIS	2,75	4	0,69	9,6	0,001 *	3,2591667
Lineal.	0,11	1	0,11	1,51	0,2424	
Cuadrático.	2,51	1	2,51	35,11	0,0001	
Cúbico.	0,08	1	0,08	1,08	0,3187	
Cuartico.	0,05	1	0,05	0,71	0,4173	
REPETICION/ TERRAZA	0,38	3	0,13	1,76	0,2073 ns	3,4902948
Error	0,86	12	0,07			
<b>CV(%):</b>	17,81					
<b>PROMEDIO</b>						
<b>(unidad):</b>	30					

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 19, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se considera que existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta la H1 con respecto al promedio total de botones de la planta de tuna, donde se visualiza diferencias entre tratamientos el cual fue registrado en el mes de noviembre del 2018, por lo cual determinamos que existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 17.81 % van a salir diferentes y el 82.19% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al promedio total de botones en la planta de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el promedio total de botones en tuna es influido por factores del medio por lo que se presenta diferencias entre tratamientos en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 19 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable promedio del

diámetro de bayas, la tendencia cuadrática la más fuerte seguida de la tendencia lineal y cuartica mientras que la tendencia cubica es la más débil, es decir que los efectos positivos para el promedio de botones se obtuvieron en el T2 (5Ton/Ha) mientras que los negativos fueron en el T3 (7.5 Ton/Ha).

**Cuadro 20.** Prueba de LSD Fisher para la variable promedio total de botones” en plantas de tuna.

TRAT. DOSIS	/	Medias	Rangos.
3		1,91	A
2		1,85	A
1		1,63	A
4		1,13	B
0		1,01	B

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

La prueba LSD Fisher al promedio total de botones en tuna se realiza en base en base a la significancia que existe entre los cinco tratamientos sobre el promedio total de botones en tuna el cual fue registrado en el mes de noviembre del 2018 (cuadro 20), es así como se puede observar que la dosis 3 (7.5 Ton/Ha) tiene el mayor promedio de promedio total de botones en tuna con un promedio de 1.91 botones por planta (A) , del mismo modo podemos observar que la dosis 2 (5 Ton/Ha) tiene el segundo mejor promedio de 1.85 botones por planta (A) , seguido de la dosis 1 (2.5 Ton/Ha) con un promedio de 1.63 botones por planta (A), comparación de las dosis 0 y 4 (sin fertilización y 10Ton/Ha, respectivamente) con promedios de 1.01 y 1.13 botones por planta respectivamente (B). De esta manera tenemos que la dosis 3 es la que tiene el mejor promedio total de botones en tuna mientras que el testigo (dosis 0) se consideró el peor promedio, con 1.91 y 1.01 botones por planta respetivamente.

#### 10.2.6. Promedio total del número de hojas nuevas.

**Cuadro 21.** Análisis de varianza para la variable “promedio total del número de hojas nuevas en tuna.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>F-crítico</b>
Total	1,81	19				
TRAT. / DOSIS	0,48	4	0,12	1,49	0,266 ns	3,2592
Lineal.	0,13	1	0,13	1,57	0,2344	
Cuadrático.	0,09	1	0,09	1,12	0,3108	
Cúbico.	0,08	1	0,08	0,95	0,3494	
Cuartico.	0,19	1	0,19	2,33	0,1532	
REPETICIÓN/ TERRAZA	0,36	3	0,12	1,48	0,2686 ns	3,4902948
Error	0,97	12	0,08			
<b>CV (%):</b>	22,51					
<b>PROMEDIO</b>						
<b>(unidad):</b>	25,25					

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 21, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se considera que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al promedio del número total de hojas nuevas en planta de tuna, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 22.51 % van a salir diferentes y el 72.49% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al promedio del número total de hojas nuevas en planta de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el promedio del número total de hojas nuevas en planta de tuna no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 21, en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable promedio del diámetro de bayas, la tendencia cuadrática la más fuerte seguida de la tendencia lineal y cuartica mientras que la tendencia cubica es la más débil. De esta manera se determinaron los tratamientos más influyentes y de igual forma los menos influyentes para el numero de

hojas nuevas, siendo la dosis más influyente a la dosis T2 (5 Ton/Ha), al contrario de la dosis T3 (7.5 Ton/Ha) que fue la menos influyente.

### 10.2.7. Promedio del total de flores en cultivo de tuna.

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para la variable “promedio total de flores” en cultivo de tuna.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F-crítico
Total	2,18	19				
TRAT. / DOSIS	1,79	4	0,45	19,13	<0,0001	ns 3,2592
Lineal.	0,08	1	0,08	3,27	0,0958	
Cuadrático.	1,37	1	1,37	58,33	<0,0001	
Cúbico.	0,31	1	0,31	13,07	0,0035	
Cuartico.	0,04	1	0,04	1,87	0,1969	
REPETICION/ TERRAZA	0,11	3	0,04	1,56	0,2512	ns 3,4902948
Error	0,28	12	0,02			
<b>CV (%):</b>	17,75					
<b>PROMEDIO (unidad):</b>	17,25					

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 22, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se considera que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al promedio del total de flores en el cultivo de tuna, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 22.51 % van a salir diferentes y el 72.49% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al promedio del total de flores en el cultivo de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el al promedio del total de flores en el cultivo de tuna no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 21 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable promedio del diámetro de bayas, siendo la tendencia cuadrática la más fuerte seguida de la tendencia cubica

y lineal mientras que la tendencia cuartica es la más débil. Determinando así a los tratamientos con efectos positivos y negativos teniendo al T2 (5 Ton/Ha) con el mayor efecto positivo y al T1 (2.5 Ton/Ha) como efecto negativo.

### 10.2.8. Promedio total de número de bayas.

**Cuadro 23.** Análisis de varianza para la variable “promedio total de bayas” en cultivo de tuna.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F-crítico
Total	24,24	19				
TRAT. / DOSIS	9,7	4	2,42	3,04	0,0603	ns 3,2592
Lineal.	1,81	1	1,81	2,27	0,1582	
Cuadrático.	5,3	1	5,3	6,64	0,0242	
Cúbico.	2,55	1	2,55	3,2	0,099	
Cuartico.	0,05	1	0,05	0,06	0,8117	
REPETICION/ TERRAZA	4,98	3	1,66	2,08	0,1565	ns 3,4902948
Error	9,57	12	0,8			
<b>CV (%):</b>	30,77					
<b>PROMEDIO</b>						
<b>(unidad):</b>	2,9					

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 23, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se determina que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al promedio del total de bayas en el cultivo de tuna, donde no se visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, sin embargo para demostrar la diferencia observada en campos se procede a realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 30.77 % van a salir diferentes y el 69.23% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al promedio del total de bayas en el cultivo de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el al promedio del total de flores en el cultivo de tuna no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos

ni repeticiones en la investigación, sin embargo se hace constar la diferencia percibida en campo.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 23 en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable promedio del diámetro de bayas, la tendencia cuadrática la más fuerte seguida de la tendencia lineal y cubica mientras que la tendencia cuartica es la más débil. Determinado, así como el más favorable al T2 (2.5 Ton/Ha) mientras que el menos favorable fue el T4 (10 Ton/Ha) para el promedio de bayas totales en el cultivo de tuna.

**Cuadro 24.** Prueba de LSD Fisher para la variable “promedio total de bayas en tratamientos” en plantas de tuna.

TRAT. / ABONO	Medias	Rangos.
3	3,88	A
2	3,6	A B
4	2,47	B C
1	2,44	B C
0	2,13	C

**Fuente:** InfoStat - Elaboración propia.

La prueba LSD Fisher al promedio total de bayas en tuna se realizó en base a la diferencia percibida en campo entre los cuatro tratamientos sobre el promedio total de bayas en tuna el cual fue registrado en el mes de enero del 2019 (cuadro 24) , es así como se puede observar que la dosis 3 (7.5 Ton/Ha) tiene el mayor promedio de promedio total de bayas en tuna con un promedio de 3.88 bayas por planta (A), también podemos observar que la dosis 2 (5 Ton/Ha) tiene el segundo mejor promedio de 3.6 bayas por planta (AB), seguido de la dosis 4 (10 Ton/Ha) con un promedio de 2.47 bayas por planta al igual que la dosis 1 (2.5 Ton/Ha) con un promedio de 2.44 bayas por planta, (BC) comparación de la dosis 0 (sin fertilización) con un promedio de 2.13 bayas por planta (C). De esta manera tenemos que la dosis 3 es la que tiene el mejor promedio total de bayas en tuna mientras que el testigo (dosis 0) se consideró el promedio más bajo, con 3.88 y 2.13 bayas por planta respetivamente.

**Cuadro 25.** Prueba de LSD Fisher para la variable “promedio total de bayas en terrazas” en plantas de tuna.

REP/TERRAZA	Medias	Rangos.		
1	3,5	A		
3	3,25	A	B	
4	2,6	A	B	
2	2,25		B	

Fuente: InfoStat - Elaboración propia.

La prueba LSD Fisher al promedio total de bayas en tuna se realizó en base a la diferencia percibida en campo entre las cuatro repeticiones sobre el promedio total de bayas en tuna el cual fue registrado en el mes de enero del 2019 (cuadro 25), es así como se puede observar que la repetición 1 tiene el mayor promedio de total de bayas en tuna con un promedio de 3.5 bayas por planta (A), también se pudo observar que la repetición 3 tiene el segundo mejor promedio de 3.25 bayas por planta (AB), seguido de la repetición 4 con un promedio de 2.6 bayas por planta (AB), siendo el promedio más bajo la repetición 2 con un promedio de 2.25 bayas por planta (B). De esta manera tenemos que la repetición 1 es la que tiene el mejor promedio total de bayas en tuna mientras que la repetición 2 se consideró el promedio más bajo, con 3.50 y 2.25 bayas por planta respetivamente.

### 10.2.9. Diámetro de bayas.

**Cuadro 26.** Análisis de varianza para el “diámetro de bayas” en el cultivo de tuna.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F-crítico
Total	728,44	19				
TRAT. / DOSIS	15,26	4	3,82	0,07	0,9906	ns 3,2592
Lineal.	1,8	1	1,8	0,03	0,8615	
Cuadrático.	12,91	1	12,91	0,23	0,6419	
Cúbico.	0,25	1	0,25	0,0044	0,948	
Cuartico.	0,3	1	0,3	0,01	0,9435	
REPETICIÓN/ TERRAZA	32,19	3	10,73	0,19	0,9018	ns 3,4902948
Error	680,99	12	56,75			
<b>CV (%):</b>	29,15					
<b>PROMEDIO</b> <b>(mm):</b>	25,84					

Fuente: InfoStat - Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 26, en el análisis de varianza se observó que el F calculado de los tratamientos y repeticiones es menor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se considera que no existe significancia, por lo tanto, se rechaza la H1 y se acepta la H0 con respecto al diámetro de bayas en el cultivo de tuna, donde no se

visualiza diferencias entre tratamientos ni entre repeticiones, por lo cual determinamos que no existe significancia para realizar una prueba LSD Fisher al 5%.

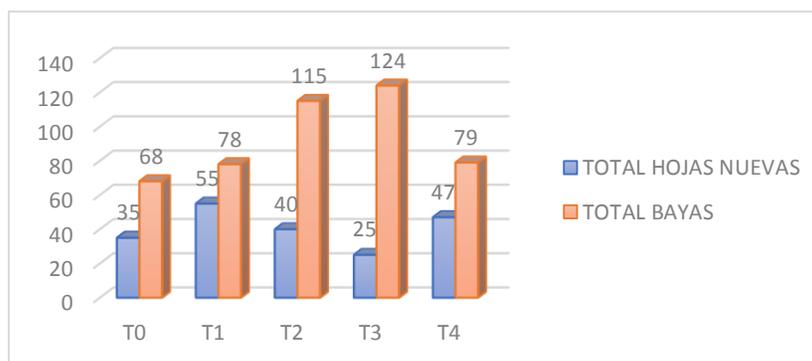
El coeficiente de variación es confiable lo que significa que del 100% de observaciones, el 29.15 % van a salir diferentes y el 70.85% de observaciones serán confiables, es decir serán medias iguales para todos los tratamientos de acuerdo al diámetro de bayas en el cultivo de tuna, por lo cual refleja el buen manejo en campo que se tuvo sobre el experimento.

En conclusión, se pudo observar que el diámetro de bayas en el cultivo de tuna no es influido por factores del medio por lo que no se presenta diferencias entre tratamientos ni repeticiones en la investigación.

**Efectos:** Se los determina en base al cuadro 26, en cual se halla los coeficientes de ortogonalidad, mediante los cuales determinamos que, para la variable promedio del diámetro de bayas, la tendencia cuadrática la más fuerte seguida de la tendencia lineal y cuartica mientras que la tendencia cubica es la más débil. Determinado las dosis más influyentes para el diámetro de bayas obtenido así que: T2 (5 Ton/Ha) fue la más influyente mientras que T3 (7.5 Ton/Ha) fue la menos influyente.

#### 10.2.10. Relación botones – hojas nuevas – bayas.

**Gráfico 3.** Relación botones – hojas nuevas – bayas.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez obtenidos el número de total de hojas y bayas obtenidos hasta la presente fecha se realiza el cálculo respectivo para el número de botones existieron los cuales

aproximadamente fueron 666 botones de los cuales el 30,33 % (202) de convirtieron en hojas nuevas mientras que el 69,67 % (464) se convirtieron en bayas.

### 10.3. CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVO:

#### 10.3.1. Parámetros de calidad de suelo:

Cuadro 27. Matriz de la calidad de suelo, Salache 2018 - 2019

Matriz de la calidad de suelo en el cultivo de tuna, Salache 2018 - 2019									
Parámetro	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19
Estructura	1	1	1	1	5	5	5	5	5
Compactación e Infiltración	1	1	1	1	5	5	5	5	5
Profundidad del suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estado de residuos	1	1	1	1	1	5	5	5	5
Color, olor y materia orgánica	1	1	1	1	1	5	5	5	5
Retención de humedad	1	1	1	1	1	5	5	5	5
Desarrollo de raíces	0	1	1	1	1	1	1	5	5
Cobertura de suelo	1	5	5	5	5	5	5	5	5
Erosión	1	1	5	5	5	5	5	5	5
Actividad biológica	1	1	5	5	5	5	5	5	5
<b>promedio</b>	0,9	1,4	2,2	2,2	3	4,2	4,2	4,6	4,6

Fuente: Elaboración propia.

- **Estructura:** A partir del mes de septiembre debido a las diferentes labores culturales realizadas en el suelo se incrementan la presencia de gránulos.
- **Compactación e infiltración:** Al quinto mes de iniciada la investigación previa a la aplicación de MO y labores culturales se mejora la infiltración de agua al suelo.
- **Profundidad del suelo:** No supera los 10 cm de profundidad, es un suelo aun expuesto.
- **Estado de residuos:** Hasta el mes de septiembre del 2018 de pudo apreciar que la MO tardaba en descomponerse, mientras que, a partir del mes de octubre gracias a la aparición de algunos microorganismos, la materia orgánica es descompuesta de manera rápida en el suelo.
- **Color, olor y materia orgánica:** El % de MO en el suelo al inicio de la investigación es sumamente bajo, el suelo de apariencia pálida mientras que para el final de la

primera etapa de la investigación el % de MO se incrementó, mientras que el color de suelo tiene a tornarse un poco más oscuro y/o rojizo.

- **Retención de humedad:** Al ser un suelo seco y erosionado la capacidad de retención de agua en los dos primeros meses es muy baja (1), sin embargo, con la protección de taludes, establecimiento de la tuna y aplicación de MO, la retención de agua en el suelo se ve en mejoras.
- **Desarrollo de raíces:** Gracias a la compactación de suelo hasta el mes de noviembre las raíces fueron superficiales y delgadas, a partir del mes de diciembre conjuntamente con las labores culturales realizadas en el suelo estas se desarrollaron de mejor manera en el suelo.
- **Cobertura de suelo:** Con el establecimiento de tuna y la protección de taludes con diferentes especies vegetales se logró cubrir el suelo en un 50%.
- **Erosión:** Con el establecimiento de cultivo de tuna y aplicación de Cuyasa el proceso de erosión se reduce con el fin de entrar al proceso de recuperación de suelos.
- **Actividad biológica:** Los primeros dos meses se halla en el valor más bajo (1), a partir del mes de julio previo a la aplicación de Cuyasa los algunos microorganismos empiezan a aparecer.

En base al análisis de calidad del suelo por medio de la observación y el tacto realizada de manera mensual durante 9 meses, se logró determinar que el promedio general al inicio de la investigación fue de 0.9 en los parámetros de calidad del suelo mientras que al transcurrir 9 meses a partir de la siembra de la tuna conjuntamente con la incorporación de Cuyasa como fuente de materia orgánica en mayo del 2018 hasta el mes de enero del 2019 se obtuvo un promedio general de 4.6 de una escala de 0 a 10, al finalizar la primera etapa de la investigación.



Diversidad vegetal	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Diversidad natural circundante	0	1	1	5	5	5	5	5	5
Sistema de manejo	0	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Promedio</b>	0	2,6	2,6	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	4,7

Fuente: Elaboración propia.

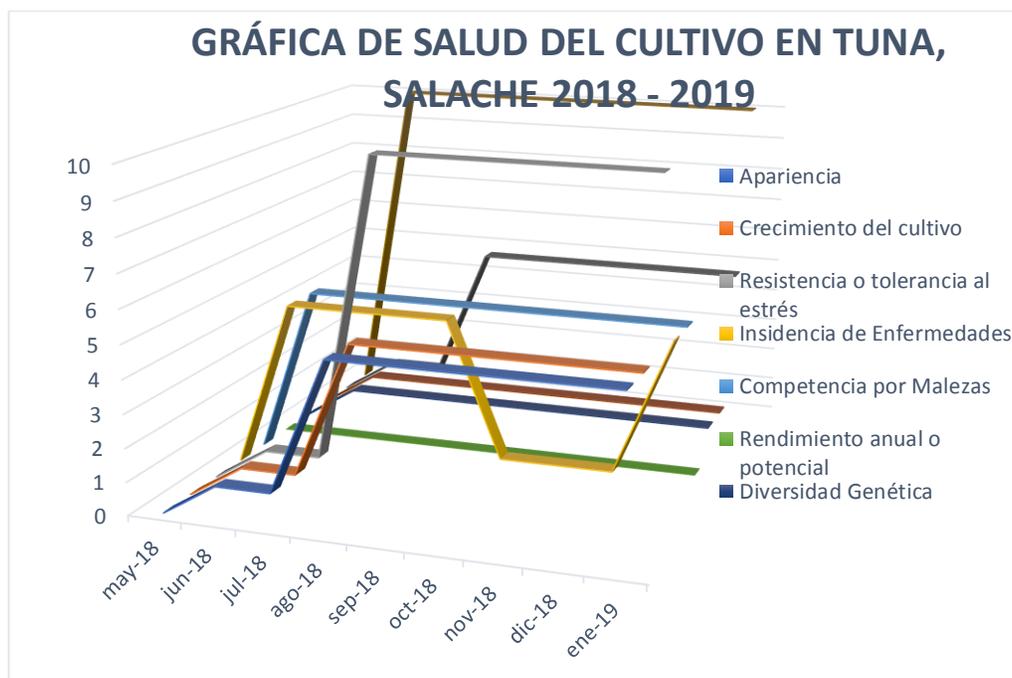
De acuerdo al cuadro 28, dentro de los indicadores de la salud del cultivo de tuna se obtuvieron los siguientes resultados tomando que en el mes de mayo del 2018 la tuna fue trasplantada:

- **Apariencia y crecimiento del cultivo:** Durante los meses de junio y julio del 2018 se mantienen en 1, debido al estrés que la planta sufre después del trasplante a partir del mes de agosto el indicador sube a 5 hasta el mes de enero del 2019.
- **Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.):** A partir del mes de agosto hasta enero del 2019 el valor de este indicador es de 10, debido a que la tuna al ser una cactácea es muy resistente a esta limitante.
- **Incidencia de enfermedades:** Hasta el mes de septiembre del 2018 el % de ataque de plagas y enfermedades se mantuvo controlado, a partir del mes de octubre del mismo año el indicador desciende a 1 debido al ataque de pulgón, caracol y bacterias, estas dos últimas en conjunto.
- **Competencia por malezas:** La presencia de malezas puede ser benéfica o puede causar competencia al cultivo de interés, en este caso se evalúa la intensidad de la competencia en relación a la duración de cultivo y las etapas en que este se ve afectado, para lo cual se debe tener en cuenta el periodo vegetativo en el que se halla en cultivo.
- **Rendimiento actual o potencial:** No se contabilizó producción puesto que, hasta el mes de enero, mes en el cual se concluye la primera etapa de la investigación, la tuna no estaba lo suficiente madura para la cosecha.
- **Diversidad genética y vegetal:** Manejo un solo cultivo con una sola variedad (tuna roja).

- **Diversidad natural circundante:** Se realizó la protección de taludes con varias especies vegetales.
- **Sistema de manejo:** La fertilización y controles se la realizó orgánicamente.

En base al análisis de la salud cultivo de tuna por medio de la observación y el tacto realizada de manera mensual durante 8 meses, se logró determinar que el promedio general al inicio de la investigación fue de 2,6 en los parámetros de calidad del suelo mientras que al transcurrir 8 meses a partir de la siembra de la tuna conjuntamente con la incorporación de Cuyasa como fuente de materia orgánica en Mayo del 2018 hasta el mes de Enero del 2019, los datos del salud de cultivo en la tuna fueron tomados a partir del mes de junio una vez que el cultivo fue establecido en campos, a partir de este mes hasta el mes de enero del 2019 en el cual concluyó la primera etapa de la investigación, se obtuvo un promedio general de 4,7 de una escala de 0 a 10.

**Gráfico 5.** Gráfica de salud del cultivo en tuna, Salache 2018 - 2019



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 10.4. ANÁLISIS PARA LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

**Cuadro 29.** Tabla de egresos totales por tratamiento:

TRATAMIENTO	TOTAL kg ABONO EMPLEADO	TOTAL SACOS DE ABONO	TOTAL EN DOLARES	COSTO ADQUISICIÓN DE PLANTA	EGRESOS TOTALES
T0	0	0	\$0,00	\$32,00	\$32,00
T1	50	2	\$6,00	\$32,00	\$38,00
T2	100	4	\$12,00	\$32,00	\$44,00
T3	150	6	\$18,00	\$32,00	\$50,00
T4	200	8	\$24,00	\$32,00	\$56,00
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>	<b>20,0</b>	<b>\$60,00</b>	<b>\$160,00</b>	<b>\$220,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en el cuadro 29 el costo de adquisición de la planta es igual para todos los tratamientos puesto que cada uno de ellos cuenta con el mismo número de plantas, sin embargo, el costo de la adquisición de abonos varía para cada uno de los tratamientos en función de la dosis aplicadas al suelo, a mayor dosis mayor cantidad de abono en kilogramos y por consiguiente mayor costo para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 con costos correspondientes a 38\$, 44\$, 50\$ y 56\$ respectivamente durante el primer ciclo del cultivo de tuna obteniendo un total de costos de 220\$, de los cuales el 72.72 % representa el costo de adquisición de plantas de cuy mientras que el 27.28 % representa a la compra de Cuyasa.

## 11.DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

Zaldívar, 2005 manifiesta que la incorporación de materia orgánica (Cuyasa) “Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo” dentro de ellas se halla el PH del suelo y conjuntamente con el establecimiento del cultivo de tuna se redujeron los niveles de pH. “Los suelos a menudo se vuelven más ácidos con la cosecha de los cultivos debido a que éstos remueven bases. El tipo de cultivo determina las cantidades relativas removidas” (Inpofos, 1997) justificando así por qué el testigo así como también los demás tratamientos logran bajar el PH del suelo.

El valor del pH es una expresión logarítmica y que, por cada unidad que se incrementa o disminuye el pH, el efecto sobre algunos de los nutrientes del suelo podría ser hasta 10 veces mayor o menor, según corresponda (Paz et al., 1996; Havlin et al., 1999). Citado por (Zarazúa, Gonzales, Nuño, Ruiz, & Torres, 2007)

De acuerdo a (Inpofos, 1997).” La investigación científica está demostrando que se pueden incrementar los niveles de materia orgánica en estos suelos con un buen manejo” por buen manejo se sobre entiende la aplicación de materia orgánica tales como la Cuyasa que ayudan a incrementar los niveles de MO en suelo.

**Nitrógeno:** La nitrificación es una serie de procesos que resultan de la descomposición de materia orgánica aplicada al suelo a medida que las bacterias del suelo oxidan los residuos orgánicos, estas bacterias se mantienen activas en condiciones muy secas como es el caso de los suelos de Salache, siendo esta la causa principal para que el N del suelo esté disponible para la planta y sea asimilada de forma inmediata como es el caso el testigo que su nivel de nitrógeno es muy bajo mientras que los demás tratamientos se mantienen un mejor nivel de nitrógeno debido a la incorporación de materia orgánica. (Inpofos, 1997)

**Fosforo:** La humedad en el suelo del CEASA es muy escasa, según (Inpofos, 1997) “la disponibilidad del fosforo para las plantas aumenta cuando el suelo tiene una buena humedad, además para que el fosforo se solubilice y esté disponible para las plantas el pH de suelo debería ser de entre 5.5 – 7” mientras que el caso de los suelos del CEASA el PH más bajo registrado es de 9.31 lo que hace que el fosforo no esté disponible para la planta y este incremente sus niveles debido a la precipitación del mineral conjuntamente con el calcio, lo cual es característicos de suelos alcalinos. (Pellegrini, 2017). “Las formas orgánicas del fósforo en el suelo son poco móviles, difíciles de hidrolizar por ácidos y de lenta descomposición por los microorganismos” (Huilcapi, 2007), incluso de acuerdo a un estudio realizado por (González & Tristán, 1955) “el suelo fija a una cantidad considerable del fosfato soluble añadido, el proceso se realiza en un tiempo muy corto y conduce a la formación de productos poco solubles” lo que sucede con el aporte de la materia orgánica al suelo del CEASA.

**Azufre:** La disminución del azufre se puede dar gracias a diferentes factores: “Incremento de los rendimientos lo que remueve grandes cantidades” de S haciendo referencia a la producción de hojas nuevas y bayas en cultivo de tuna, “Incremento en el uso de fertilizantes de mayor pureza que contienen poco o nada de S como impureza a orgánica acumulada por el uso de labranza conservacionista” (Inpofos, 1997), como es el caso de la Cuyasa aplicada al suelo del CEASA la cual contiene 0.28% de azufre.

**Potasio:** “El potasio disponible es aquel que se encuentra en la solución del suelo y el K que está retenido en forma intercambiable por la materia orgánica y las arcillas del suelo” (Inpofos, 1997), es decir que se encuentra en estado soluble para la planta y esta aprovecha

al máximo este nutriente el cual es compensado periódicamente con la aplicación de Cuyasa para mantener los niveles de potasio en el suelo.

**Calcio:** Según (Inpofos, 1997) “ la mayoría de los suelos que tienen deficiencia de Ca son ácidos” en nuestro caso al tener un suelo alcalino se sobreentiende que los niveles de Calcio son elevados, uno de los factores más importantes para el incremento del calcio en los suelos del CEASA además la aplicación de Cuyasa contribuye a que los niveles calcio se elevan como consecuencia de esto la concentración de calcio en la solución del suelo es el factor dominante en la determinación de la concentración de fósforo en el suelo (Sanguino, 1961)

**El magnesio:** “Se encuentra en la solución del suelo y se absorbe en las superficies de las arcillas y la materia orgánica, los suelos generalmente contienen menos Mg que Ca debido a que el Mg no es absorbido tan fuertemente como el Ca por los coloides del suelo” por tal motivo sus niveles en el suelo del CEASA han disminuido, pero no de manera considerable. (Inpofos, 1997)

**Zinc:** " El contenido total de Zinc en el suelo no indica cuanto de este nutriente está disponible para el cultivo” (Inpofos, 1997), este nutriente está completamente soluble, además está estrechamente relacionado con los rendimientos de los cultivos, en el caso de la tuna el rendimiento se ve reflejado en la producción de bayas.

**El Cobre:** “Es necesario para la formación de clorofila y cataliza varias otras reacciones en las plantas, cuando presentan deficiencias estas no llegan a florecer” (Inpofos, 1997) por lo que consideramos que su absorción por parte del cultivo de tuna es considerable puesto que existió un buen porcentaje de floración en el cultivo, además el aporte por parte de la Cuyasa para equilibrar los niveles de cobre en el suelo.

**Hierro:** La disminución de hierro se puede ver afectado por “Niveles bajos de materia orgánica en el suelo, Combinación de un alto pH, dosis altas de calcio o el Exceso de fosforo en el suelo” (Inpofos, 1997) siendo estos los tres factores que se hallan presentes en los suelos del CEASA.

**Manganeso:** De acuerdo a (León, 2003) “los niveles altos de fosforo favorecen la absorción del manganeso” cabe destacar que los suelos del CEASA tienen un alto contenido de fosforo.

**Boro:** Según (Inpofos, 1997) “La materia orgánica es la fuente de Boro más importante en el suelo”, en el caso de la Cuyasa el contenido de este mineral es de 78 ppm, teniendo como factor secundario al pH del suelo puesto que “A valores de pH más altos la absorción de Boro por parte de la planta se reduce” lo cual hace que los niveles de boro en el suelo del CEASA aumente, sin embargo este aún se considera en nivel alto pero no tóxico para la planta.

**Promedio total de botones y flores por plantas,** “Proveniente del meristemo apical Cuando este se activa nuevamente crece como un brote largo en vez de un brote corto formando una rama con hojas y areolas o produce una especie de brote largo súper modificado, la flor” (Pimienta Barrios, 1990). En la revisión de Reyes Agüero y Valiente Banuet (2006) sobre la biología reproductiva de *Opuntia*, se indica que el meristemo puede producir un solamente un cladodio (hoja) o una flor y no se activara nuevamente. Asimismo, el 74% de las flores de *O. ficus-indica* crecen en cladodios de 1 año de edad, mientras que la mayoría de las yemas vegetativas brotan en cladodios de 2 años, como es el caso del cultivo de tuna en el CEASA – Salache el 69.67% de botones se convirtieron en flores mientras que la producción de nuevas hojas (Cladiolos) en mayor % a comparación de la bayas se esperaría que fuera a partir del segundo año del cultivo de tuna tal y como lo manifiesta Reyes Agüero y Valiente Banuet (2006) citado por (Inglese, Mondragon, Nefzaoui, & Sáenz, 2018)

**Frutos o bayas:** Los frutos más pesados son obtenidos de cladodios que presentan únicamente seis frutos por planta lo cual se considera una producción rentable de acuerdo a (Inglese, Mondragon, Nefzaoui, & Sáenz, 2018) en el caso de cultivo de tuna en el CEASA – Salache el mejor promedio de bayas por planta fue registrado en el T3 (7.5 Ton/Ha) con 3.88 bayas o frutos por planta, por tal motivo se consideraría no rentable aun en el primer ciclo del cultivo. El cual se halla dentro de la primera etapa de la investigación.

**Largo y ancho de las hojas:** De acuerdo a un estudio realizado en Loja – Ecuador por (Ruiz & Alvarado, 2013) el cual “el promedio del largo de las hojas de tuna fue de 36.6 cm por 18.4 cm de ancho” mientras que en el estudio realizado en Salache – CEASA se obtuvieron un promedio de 35 cm de largo de la hoja por 16.6 cm de ancho lo cual es corroborado de acuerdo a (Ruiz & Alvarado, 2013).

**Diámetro de bayas:** De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio realizado en el CEASA – Salache el diámetro promedio de las bayas de tuna se halla entre los 2.58 cm de

ancho o diámetro ecuatorial en el primer ciclo del cultivo, sin embargo, manifiesta que el diámetro ecuatorial de una baya de tuna debería tener un promedio de 4 a 8 cm de ancho, es decir que nos hallamos cerca la media de producción aceptada en el cultivo de tuna. (Inglese, Mondragon, Nefzaoui, & Sáenz, 2018)

**Calidad de suelo:** En base al análisis de suelo por medio de la observación y el tacto realizada de manera mensual durante 9 meses, se logró determinar que el promedio general al inicio de la investigación fue de 0.9 en los parámetros de calidad del suelo mientras que al transcurrir 9 meses a partir de la siembra de la tuna conjuntamente con la incorporación de Cuyasa como fuente de materia orgánica en Mayo del 2018 hasta el mes de enero del 2019 se obtuvo un promedio general de 4.6 de una escala de 1 a 10 lo que demuestra que la Tuna (*Opuntia ficus indica*) conjuntamente con la incorporación de Cuyasa influye en el mejoramiento de la calidad del suelo en base a función del tiempo transcurrido, pero sin embargo de acuerdo a la interpretación de Miguel Altieri dentro de los indicadores de sostenibilidad “los promedios de fincas inferiores a 5 se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad, y por lo tanto requieren una manejo que permita mejorar los aspectos en que los indicadores tienen valores bajos”, (Altieri & Nicholls, 2002), es decir, el suelo en estudio de la parte alta del CEASA - UTC debe enfocar en mejorar los siguientes indicadores: la profundidad del suelo y el desarrollo de raíces, puestos que ambos parámetros se encuentran estrechamente relacionados ya que la Tuna requiere de un suelo profundo y suelto para un desarrollo óptimo de sus raíces, además con el fin de incrementar promedio de calidad de suelo se debe seguir interviniendo en todos los parámetros de esa manera aumentaremos a futuro la sostenibilidad del suelo del CEASA-UTC.

**Salud del cultivo:** En base al análisis del cultivo de tuna por medio de la observación y el tacto realizada de manera mensual durante 8 meses, se logró determinar que el promedio general al inicio de la investigación fue de 2.6 en los parámetros de calidad del suelo mientras que al transcurrir 8 meses a partir de la siembra de la tuna conjuntamente con la incorporación de Cuyasa como fuente de materia orgánica en Mayo del 2018 hasta el mes de Enero del 2019, los datos del salud de cultivo en la tuna fueron tomados a partir del mes de junio una vez que el cultivo fue establecido en campos, a partir de este mes hasta el mes de enero del 2019 se obtuvo un promedio general de 4.7 de una escala de 1 a 10 lo que demuestra que la

incorporación de la Cuyasa y el estado del suelo mantienen saludable al cultivo de tuna, demostrando que la incorporación de Cuyasa influye en el mejoramiento de la salud del cultivo, pero sin embargo de acuerdo a la interpretación de Miguel Altieri dentro de los indicadores de sostenibilidad “los promedios de fincas inferiores a 5 se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad, y por lo tanto requieren un manejo que permita mejorar los aspectos en que los indicadores tienen valores bajos” (Altieri & Nicholls, 2002) cabe recalcar que hasta el mes de enero del 2019 no se han registrado datos de **rendimiento anual o potencial** por lo que este parámetro se mantiene en cero (0), de igual forma damos a conocer que existe solamente una especie de tuna en estudio (Tuna roja) por tal motivo la máxima calificación en este parámetro sería uno (1). A medida que la tuna se fue desarrollando de igual forma se fue dando la aparición de plagas tales como el caracol, enfermedades tales como la Antracnosis y ataque de bacterias tales como Erwinia Carotobora, es decir que estos son primordialmente los parámetros que se deberían mejorar para lograr alcanzar el mínimo grado o promedio mínimo de sostenibilidad del cultivo. Destacado de igual forma que ciertos parámetros tales como apariencia y crecimiento del cultivo y diversidad circundante que son de gran importancia también deben ser intervenidos y mejorados.

#### **Análisis costo:**

La tabla de ingresos totales se realizó en base a los egresos que conlleva el establecimiento del proyecto de investigación, según (Catañer, 2014) es necesario tabular todos los costos para cada parámetro o decisión propuesta.

El total de costos contabilizados dentro del proyecto de investigación hace referencia principalmente al costo de la adquisición de abonos varía para cada uno de los tratamientos en función de la dosis aplicada al suelo, a mayor dosis mayor cantidad de abono en kilogramos y mayor costo para los tratamientos a diferencia de la compra de la tuna que es igual para cada uno de los tratamientos.

## **12. IMPACTOS: TÉCNICOS.**

Las prácticas de manejo agrícolas utilizadas mejoran las propiedades químicas y físicas del suelo, incrementando su fertilidad.

### **SOCIALES.**

Los pequeños y medianos productores tanto de tuna como de Cuyasa pueden hacer uso de esta nueva alternativa con fines de producción de tuna.

### **AMBIENTALES.**

Los procesos de erosión en el suelo tanto eólicos como hídricos se reducen gracias a la protección de taludes, mejorando la estética del ecosistema en estudio, recuperando el suelo erosionado.

## **13.TABLA DE COSTOS:**

**Cuadro 30.** Tabla de costos del proyecto de investigación.

<b>Materiales de campo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Piola en rollo	4	Unidad	1,5	\$ 6,00
Estacas	50	Unidad	0,5	\$ 25,00
Cinta métrica	1	Unidad	15	\$ 15,00
Libro de campo	1	Unidad	5	\$ 5,00
Martillo	1	Unidad	4	\$ 4,00
Espero	3	Unidad	0,3	\$ 0,90
Lápiz	3	Unidad	0,25	\$ 0,75
Borrador	2	Unidad	0,25	\$ 0,50
<b>SUBTOTAL 1:</b>				<b>\$ 57,15</b>
<b>Insumos agrícolas y de laboratorio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Cladiolos de Tuna (roja)	170	Unidad	1	\$ 170,00

Abono de cuy orgánico	20	Sacos de 25 Kg (incluido transporte)	3	\$ 60,00
Balanza Electrónica	1	Unidad	Existente	-
Recipientes plásticos	4	Unidad	3	\$ 12,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 242,00</b>
<b>Recursos tecnológicos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Computadora - Escritorio	1	Equipo	Existente	\$ -
Impresora	1	Equipo	Existente	\$ -
GPS	1	Equipo	Existente	\$ -
Cámara fotográfica	1	Equipo	Existente	\$ -
<b>SUBTOTAL:</b>				<b>\$ -</b>
<b>Servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Análisis de suelos (PH-N-P-Ca-Mg-S-Fe-Cu-Mn-Zn-B - % MO - Bases)	6	Iniap	29,22	\$ 175,32
Análisis de abono orgánico de cuy (Materia Seca)	1	Iniap	3,59	\$ 3,59
Análisis de abono orgánico de cuy (pH)	1	Iniap	3,6	\$ 3,60
Análisis de abono orgánico de cuy (Materia orgánica)	1	Iniap	11,2	\$ 11,20
Análisis de abono orgánico de cuy (N-P-Ca-Mg-S-Fe-Cu-Mn-Zn)	1	Iniap	27,49	\$ 27,49
<b>SUBTOTAL:</b>				<b>\$ 221,20</b>
<b>Movilización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario \$</b>	<b>Valor total \$</b>
Transporte	50	Viajes	3	\$ 150,00
Alimentación	100	Comidas	2	\$ 200,00
Otros	1	-	100	\$ 100,00
<b>SUBTOTAL:</b>				<b>\$ 425,00</b>
<b>TOTAL GENERAL:</b>				<b>\$ 728,35</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 14.CONCLUSIONES:

- El trabajo realizado demuestra que el cambio en las propiedades físicas y químicas del suelo: el pH disminuyó de 10.18 a 9.31, de igual forma los niveles de: nitrógeno, potasio, azufre, magnesio, zinc cobre, hierro y manganeso se redujeron, en cambio el porcentaje de materia orgánica se incrementó de 0.60 % a 1.40 %, también los niveles de fósforo, calcio y boro.
- Mediante esta investigación se determinó que la mejor respuesta a la adaptación de tuna es el tratamiento T3 (7,5 Ton/Ha) con una altura promedio de 41.41 cm, 1.91 botones por planta y con un promedio de 3.88 bayas por planta.

- El uso del cultivo de la tuna y el abono orgánico “Cuyasa” influyen en la calidad de suelo significativamente: de 0,6 a 4,6; al igual que la salud del cultivo de 2,9 a 4,7 siendo estos valores cercanos al límite mínimo de sostenibilidad.
- De acuerdo al análisis de costo el tratamiento 0 (tuna sin fertilización) es el de menor costo con 32 dólares a diferencia del tratamiento T4 (10 ton/Ha) que se incrementa a 56 dólares.

## **15.RECOMENDACIONES.**

- Realizar un análisis microbiológico del suelo en estudio en la siguiente etapa de la investigación para determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Continuar con los planes de fertilización ya establecidos para del cultivo de tuna con las dosis y frecuencias establecidas.
- Cuantificar la producción del primer año del cultivo de la tuna, para determinar el rendimiento potencial de cada uno de los tratamientos.

## **16. BIBLIOGRAFÍA:**

1. Abi-Saab Arrieche, R. (2012). *Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de calidad de suelos.* Obtenido de repository.javeriana.edu.co: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8990/AbiSaabArriecheRosana2012.pdf?sequence=1>
2. Abraján, M. A. (2008). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (Opuntia ficus indica ) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible.* Obtenido de www.riunet.upv.es: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf>

3. Agesic. (1976). *Modelo para el análisis de los costos y beneficios*. Obtenido de [www.agesic.gub.uy](http://www.agesic.gub.uy):  
[https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_costos\\_y\\_beneficios\\_v20130822.pdf](https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modelo_para_el_analisis_de_costos_y_beneficios_v20130822.pdf)
4. Altieri, M., & Nicholls, C. (2001). *Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café*. Obtenido de [www.agroeco.org](http://www.agroeco.org): <http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>
5. Altieri, M., & Nicholls, C. (2002). *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales*. Obtenido de [repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.c](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.c):  
<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.c/bitstream/handle/11554/6866/A2039e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Castro, J., Paredes, C., & Dacio, A. (2009). *Cultivo de tuna (Opuntia ficus indica)*. Obtenido de <http://www.agrolalibertad.gob.pe>: <http://www.agrolalibertad.gob.pe>
7. Catañer, J. (28 de Febrero de 2014). *Análisis de costo beneficio, Ejemplos de análisis sector privado*. Obtenido de [www.gis.jp.pr.gov](http://www.gis.jp.pr.gov):  
[http://gis.jp.pr.gov/Externo\\_Econ/Talleres/PresentationCB\\_JP\\_ETI.pdf](http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf)
8. Cedeño, J., & Quijije, L. (2016). *Costos y niveles de producción agrícola y su incidencia en los ingresos como determinante en la calidad de vida de los agricultores de la Asociación San Lorenzo de Mapasingue Adentro del cantón Portoviejo, periodo julio 2014 -julio2015*. Obtenido de [www.repositorio.utm.edu.ec](http://repositorio.utm.edu.ec):  
<http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/580/1/COSTOS%20Y%20NIVELES%20DE%20PRODUCCION%20AGRICOLA%20Y%20SU%20INCIDENCIA%20EN%20LOS%20INGRESOS%20COMO%20DETERMINANTE%20EN%20LA%20CALIDAD%20DE%20VIDA%20DE%20LOS%20AGRICULTORES%20DE%20LA%20ASOCIACION%20>
9. El Comercio. (Octubre de 2011). *La tuna cuatro variedades se producen en el país*. Obtenido de [www.elcomercio.com](http://www.elcomercio.com):  
<http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/tuna-cuatro-variedades-se-producen.html>
10. El Telégrafo. (23 de octubre de 2015). *Familias dedicadas a la crianza de cuyes en el país*. Obtenido de [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec):  
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/mas-de-710-mil-familias-se-dedican-a-la-crianza-de-cuyes-en-el-pais>
11. Fao. (2010). *Los abonos orgánicos*. Obtenido de [www.fao.org](http://www.fao.org):  
<http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s07.pdf>

12. FitzPatrick, E. A. (1996). *Introducción a la ciencia de los suelos*. (Primera ed.). México: Trillas.
13. González, F., & Tristán, M. (1955). *Sobre la fijación del fósforo en suelos calizos*. Sevilla: Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal. Centro de Edafología y Biología.
14. Guaman, V. (2010). *Evaluación de tres fuentes orgánicas (ovinos, cuy y gallinaza) en dos híbridos de cebolla (Allium cepa)*. Obtenido de [www.utc.edu.ec: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/769/1/T-UTC-0592.pdf](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/769/1/T-UTC-0592.pdf)
15. Huilcapi, J. (2007). *Aislamiento e identificación de bacterias fosfato solubilizadoras a partir de muestras de suelo y raíz, de diferentes cultivos de rosas de la provincia de Pichincha, Ecuador 2007*. Obtenido de [www.repositorio.espe.edu.ec: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/701/1/T-ESPE-025021.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/701/1/T-ESPE-025021.pdf)
16. Inglese, P., Mondragon, C., Nefzaoui, A., & Sáenz, C. (2018). *Ecología del cultivo, manejos y usos del nopal*. Roma: FAO y FHA.
17. Infopos. (1997). *Manual internacional de fertilidad de suelos*.
18. La Hora. (2011). *Suelos contaminados por erosión*. Obtenido de [www.lahora.com.ec: https://lahora.com.ec/noticia/1101204884/suelos-ecuatorianos-afectados-por-erosion3b3n](https://lahora.com.ec/noticia/1101204884/suelos-ecuatorianos-afectados-por-erosion3b3n)
19. Lara, B. (19 de Abril de 2018). *La tuna atrae a más agricultores* [www.revistalideres.ec](http://www.revistalideres.ec). Obtenido de [www.revistalideres.ec: https://www.revistalideres.ec/lideres/tuna-agricultores-chimborazo-cultivos-produccion.html](https://www.revistalideres.ec/lideres/tuna-agricultores-chimborazo-cultivos-produccion.html)
20. León, R. (2003). *Pastos y forrajes - Manejo y producción*. Ecuador.: Universidad Central del Ecuador.
21. Mag. (s.f.). *La producción de tuna, una actividad rentable*. Obtenido de [www.agricultura.gob.ec: https://www.agricultura.gob.ec/la-produccion-de-tuna-una-actividad-rentable/](https://www.agricultura.gob.ec)
22. Marcano, A., Rodríguez, J., & Mohsin, M. (2003). *Efecto del azufre elemental sobre el pH y solubilidad de algunos nutrimentos en el fosfocomposts*. Obtenido de [www.redalyc.org: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33908403](https://www.redalyc.org)
23. Marconi, J. (2011). El Suelo. *ProQuest Ebook*, 5-20. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=3202031&query=EROSI%C3%93N+DE+SUELOS>

24. Marulanda, O. (2009). *Curso de costo y presupuesto*. Obtenido de [www.upg.mx](http://www.upg.mx): <https://www.upg.mx/wp-content/uploads/2015/10/LIBRO-44-Curso-costos-y-presupuestos.pdf>
25. Ospina, L. (Dirección). (2016). *Relacion beneficio costo* [Película]. doi:<https://www.youtube.com/watch?v=Tkg6DpGE-n0>
26. Pellegrini, A. (2017). *Fósforo en el suelo*. Obtenido de [www.aulavirtual.agro.unlp.edu.ar](http://www.aulavirtual.agro.unlp.edu.ar): [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35407/mod\\_resource/content/1/TEMA%2013%20-%20F%20C3%93SFORO.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35407/mod_resource/content/1/TEMA%2013%20-%20F%20C3%93SFORO.pdf)
27. Perez, M. (2012). *Aportes metodológicos al sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad suelo y salud de cultivos*. Analucía: Universidad Internacional Anadalucía. Obtenido de [www.dspace.unia.es](http://www.dspace.unia.es): [https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2339/0410\\_PerezBeltran.pdf?sequence=1](https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2339/0410_PerezBeltran.pdf?sequence=1)
28. Reyes , M., & Lavín, A. (s.f.). *Tuna (Opuntia ficus indica Mill)*. Obtenido de [www.inia.cl](http://www.inia.cl): <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR32272.pdf>
29. Reyes, A., Aguirre, R., & Hernandez, H. (2005). Notas sistemáticas y una descripción detallada de (*Opuntia ficus-indica* L.MILL. - Cactaceae). *Agrociencia*, 396.
30. Rodríguez, H. (2010). *Proyectos educativos - productivos e industrialización de la tuna (Opuntia ficus) como estrategia en la enseñanza en la educación en industria alimentaria y nutrición en la y en la comunidad de San Bartolome 2010*. Obtenido de [www.une.edu.pe](http://www.une.edu.pe): <http://www.une.edu.pe/investigacion/FAN%20AGROP%20Y%20NUT%202010/FAN-2010-108%20RODRIGUEZ%20NAVARRO%20HAYDEE.pdf>
31. Ruiz, H., & Alvarado, F. (2013). El cultivo de la tuna y cochinilla como alternativa válida en la conservacion de suelos en la provincia de Loja. *Ciencias biológicas, Naturales y de la salud*, 39-51.
32. Sales, B. (2006). *Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú, departamentto de Ucayali, e influencia de su uso y manejo en el secuentro de carbono* . Obtenido de [www.digital.csic.es](http://www.digital.csic.es): <http://digital.csic.es/bitstream/10261/66313/4/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20de%20suelos.pdf>
33. Sanguino, E. (1961). *Influencia del pH sobre la fijación del fósforo y su relación con la respuesta del maíz a la fertilización fosfatada*. (Vol. XI). Palmira.

34. Saturdino de Alba, A., Alcazar, M., Cermeño, F., & Berbero, F. (2011). *Erosión y manejo del suelo, importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos*. Obtenido de digital.csic.es: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/60833/1/Capitulo13\\_38.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/60833/1/Capitulo13_38.pdf)
35. Siicex-Perú. (s.f.). *Tuna, descripción arancelaria*. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/Tuna.pdf>: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/Tuna.pdf>
36. Silva, M. (2017). *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias*. Obtenido de [cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe): [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7155/Silva\\_cm.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7155/Silva_cm.pdf?sequence=1)
37. Sociedad Latino Americana para la Calidad. (2000). *Análisis Costo/Beneficio (Cost/Benefit Analysis)*. Obtenido de [www.sigc.uqroo.mx](http://www.sigc.uqroo.mx): <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Metodologias/Costob.pdf>
38. Vargas , L., Arroyo , G., Herrera, C., Pérez, A., García, M., & Rodríguez, J. (2016). Propiedades físicas del mucílago de nopal. *Redalyc*, 1-2. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/416/41648312002.pdf>
39. Zaldivar, L. d. (2005). *Producción de cuyes (Cavia porcellus) en los países andinos*. (U. n. 83.2/1995., Ed.)
40. Zarazúa, P., Gonzales, D., Nuño, R., Ruiz, J., & Torres, J. (2007). *Variabilidad espacial del pH del suelo en tres parcelas agrícolas*. (T. latiamericana, Ed.) Obtenido de [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org): <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57325213>

## 17. ANEXOS:

Anexo 1. Hoja de vida de los Investigadores.



Ingeniería  
Agronómica

### HOJA DE VIDA TUTOR

### INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: Jorge Fabián Troya Sarzosa

Fecha de nacimiento: 5/30/1968

Cédula de ciudadanía: 0501645568

Estado civil: Casado

Número telefónico: 0995628693

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: jorge.troya@utc.edu.ec

### **FORMACIÓN ACADÉMICA:**

**TERCER NIVEL:** Universidad técnica de ambato : ingeniero agronomo

**4TO NIVEL DIPLOMADO:** Universidad técnica de cotopaxi: diploma superior en didáctica de la educación superior

**4TO NIVEL – MAESTRÍA:** Universidad técnica de cotopaxi: magister en gestión de la producción

### **HISTORIAL PROFESIONAL:**

Facultad Academica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI:** PROFESOR TITULAR AGREGADO 1  
TIEMPO COMPLETO.



Ingeniería  
Agronómica

## **HOJA DE VIDA LECTOR 1**

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Segundo José Zambrano Sarabia.

Fecha de nacimiento: 28/08/1950.

Cédula de ciudadanía: 0500494117

Estado civil: Divorciado.

Número telefónico:

Tipo de discapacidad: Ninguna.

# De carnet CONADIS: Ninguna

E-mail: segundo.zambrano@utc.edu.ec / sarabiautc@hotmail.com

### **FORMACIÓN ACADÉMICA:**

**TERCER NIVEL:** Universidad Central del Ecuador: Ingeniero agrónomo: Agricultura:Ecuador.

**4TO NIVEL DIPLOMADO:** Universidad Técnica de Cotopaxi: Diploma superior en didáctica de la educación superior.

**4TO NIVEL – MAESTRÍA:** Universidad Técnica de Cotopaxi: Magister en gestión de la producción.

### **HISTORIAL PROFESIONAL**

Facultad Academica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Agricultura

Investigacion



### **HOJA DE VIDA LECTOR 2**

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Clever Gilberto Castillo de la Guerra.

Fecha de nacimiento: 10/28/1969.

Cédula de ciudadanía: 0501715494.

Estado civil: casado.

Número telefónico: 0993033222.

Tipo de discapacidad: ninguna.

# De carnet CONADIS: ninguna.

E-mail: clever.castillo@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA:**

**TERCER NIVEL:** Ingeniero agrónomo, Universidad del Pinar del Río.

**4TO NIVEL:** Maestría en agroecología y agricultura sostenible, Universidad del Pinar del Río.

**HISTORIAL PROFESIONAL:**

Facultad en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Docente en genética e Instructor en porcicultura.

**HOJA DE VIDA LECTOR 3**

Ingeniería  
Agronómica

**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Emerson Javier Jácome Mogro.

Fecha de nacimiento: 11/06/1974

Cédula de ciudadanía: 0501974703

Estado civil: Casado

Número telefónico: 0987061020

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: emerson.jacome@utc.edu.ec

**FORMACIÓN ACADÉMICA:**

**TERCER NIVEL:** Universidad Central del Ecuador: Ingeniero Agrónomo: Agricultura:Ecuador.

**4TO NIVEL:**Maestría: Universidad Técnica de Cotopaxi: Magister en Gstión de la Producción.

**HISTORIAL PROFESIONAL:**

Facultad Academica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Agricultura

Investigacion

Anexo 2.Hoja de vida del estudiante.

**INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombres: Cristian David Oña Catota

Fecha de nacimiento: 26/04/1996

Cédula de ciudadanía: 0503735706

Estado civil: Soltero

Número telefónico: 994818138

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: cristian.ona6@utc.edu.ec

### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

**TERCER NIVEL:** Por finalizar el tercer nivel en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

**HISTORIAL PROFESIONAL:**

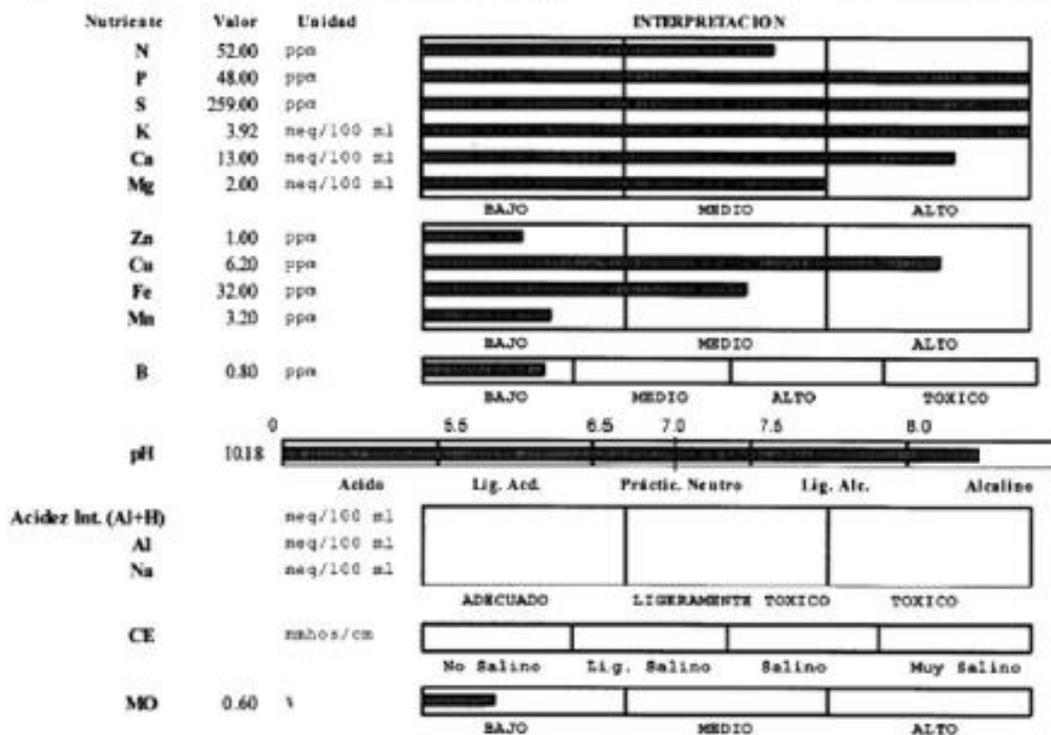
**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

**Anexo 3.** Analisis inicial del suelo.

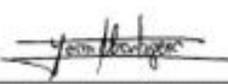
 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	--	---

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Cristian Oña Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Universidad Técnica Cotopaxi Provincia : Cotopaxi Cantón : Latacunga Parroquia : Eloy Alfaro Ubicación :
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : Tuna Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Suelo Tuna	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 46.063 N° Muestra Lab. : 110178 Fecha de Muestreo : 16/05/2018 Fecha de Ingreso : 17/05/2018 Fecha de Salida : 26/05/2018



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	%			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6.5	0.5	3.8	18.9			55	25	20	Franco-Arenoso

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

## Anexo 4. Análisis de final de suelos de la primera etapa de la investigación.

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <b>Nombre</b> : Cristian Oña <b>Dirección</b> : Latacunga <b>Ciudad</b> : <b>Teléfono</b> : <b>Fax</b> :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <b>Nombre</b> : Universidad Técnica Cotopaxi <b>Provincia</b> : Cotopaxi <b>Cantón</b> : Latacunga <b>Parroquia</b> : Salache <b>Ubicación</b> :	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <b>Cultivo Actual</b> : Tuna <b>Fecha de Muestreo</b> : 09/01/2019 <b>Fecha de Ingreso</b> : 10/01/2019 <b>Fecha de Salida</b> : 21/01/2019
--	--	---

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
110610	M1 T1	9,93 AI	27,00 B	45,00 A	11,00 M	2,70 A	21,40 A	1,90 M	0,4 B	2,4 M	25,0 M	0,5 B	1,70 M
110611	M1 T2	9,61 AI	26,00 B	93,00 A	17,00 M	3,00 A	20,20 A	1,90 M	0,3 B	2,4 M	26,0 M	0,6 B	2,50 A
110612	M1 T3	9,93 AI	20,00 B	74,00 A	19,00 M	2,80 A	20,30 A	1,90 M	0,4 B	2,4 M	21,0 M	0,6 B	2,20 A
110613	M1 T4	9,80 AI	23,00 B	100,00 A	23,00 A	3,50 A	19,40 A	1,90 M	0,4 B	4,1 A	20,0 M	1,0 B	2,60 A
110614	M1 T0	10,00 AI	17,00 B	58,00 A	14,00 M	1,80 A	18,10 A	1,80 M	0,5 B	3,0 M	21,0 M	0,6 B	0,90 B

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

*Jemil Cortez*

**RESPONSABLE LABORATORIO**

*[Signature]*

**LABORATORISTA**

 <b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : Cristian Oña          Dirección : Latacunga          Ciudad :          Teléfono :          Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre : Universidad Técnica Cotopaxi          Provincia : Cotopaxi          Cantón : Latacunga          Parroquia : Salache          Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Cultivo Actual : Tuna          Fecha de Muestreo : 09/01/2019          Fecha de Ingreso : 10/01/2019          Fecha de Salida : 21/01/2019</p>
--	--	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
110610					1,30 B	11,26	0,70	8,63	26,00			43	46	11	Franco
110611					1,20 B	10,63	0,63	7,37	25,10			45	44	11	Franco
110612					1,30 B	10,68	0,68	7,93	25,00			47	42	11	Franco
110613					1,40 B	10,21	0,54	6,09	24,80			41	44	15	Franco
110614					1,00 B	10,06	1,00	11,06	21,70			41	44	15	Franco

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

*Yami Becerra*

RESPONSABLE LABORATORIO

*[Signature]*

LABORATORISTA

## Anexo 5. Análisis de cuyasa.

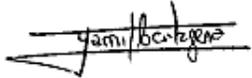
	<p><b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b>  <b>DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b>  <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS</b>          Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340          Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec          Mejía -Ecuador</p>	
---	---	---

**REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS**

<p><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>  <b>Nombre</b> : Cristian Oña  <b>Dirección</b> : Latacunga  <b>Ciudad</b> :  <b>Teléfono</b> :  <b>Fax</b> :</p>	<p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>  <b>Nombre</b> : UTC  <b>Provincia</b> : Cotopaxi  <b>Cantón</b> : Latacunga  <b>Parroquia</b> : Salache  <b>Ubicación</b> :</p>	<p><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b>  <b>No. Muestra Lab.</b> : 1213  <b>Fecha de Muestreo</b> : 09/01/2019  <b>Fecha de Ingreso</b> : 10/01/2019  <b>Fecha de Salida</b> : 21/01/2019</p>
---	--	--

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mS/cm		g/100 ml						mg/l					%				
		C.E	N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N	D.A	H	CO
1213	Abono de cuy		1.71	0.73	3.24	1.75	0.61	0.28	33.78	77.8	119.8	31.9	4001.0	195.3	9.45	11.46		36.31	

Unidades	Método
g/100 ml : gramos/100 mili litros = % : porcentaje mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón. dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.	pH : Potenciométrico C.E: Conductimétrico M.O.: Calcificación.

  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**Anexo 6.** Cultivo de tuna.



**Anexo 7.** Aplicación de Cuyasa al cultivo de tuna.



**Anexo 8.** Aparecimiento de botones vegetales en le cultivo de tuna.



**Anexo 9.** Hojas nuevas y formación de flores.



**Anexo 10.** Mantenimiento de taludes en el cultivo de tuna.



**Anexo 11.** Riego al cultivo de tuna.



**Anexo 12.** Toma de datos en el cultivo de tuna.



**Anexo 13.** Muestras de suelo para análisis químico, Inicial (izquierda) y final (derecha).



**Anexo 14.** Enrollamiento de raíz en el cultivo de tuna.



**Anexo 15.** Cultivo de tuna en la terraza 4.



**Anexo 16.** Cultivo de tuna en la terraza 1 (izquierda) y terraza 3 (derecha).



## Anexo 17. Matriz de datos para altura de planta.

RE P.	T R A	Altura 25/05/2 018	Altura 25/06/2 018	Altura 25/07/2 018	Altura 25/08/2 018	Altura 25/09/2 018	Altura 25/10/2 018	Altura 25/11/2 018	Altura 25/12/2 018	Altura 25/01/2 019	Altura a TOT AL	Altura PROME DIO
1	0	29,13	29,13	29,13	29,73	29,93	32,13	40,50	39,38	36,38	295,40	32,82
1	1	34,38	34,38	34,38	34,98	35,18	32,13	36,63	37,13	36,88	316,03	35,11
1	2	38,13	38,13	38,13	38,73	38,93	38,13	39,88	40,13	38,38	348,53	38,73
1	3	40,38	40,38	40,38	40,98	41,18	42,88	41,88	44,00	42,88	374,90	41,66
1	4	31,13	31,13	31,13	31,73	31,93	32,00	35,00	35,75	32,75	292,53	32,50
2	0	42,88	42,88	42,88	43,48	43,68	38,38	44,88	48,38	45,75	393,15	43,68
2	1	49,25	49,25	49,25	49,85	50,05	50,75	55,63	60,00	57,75	471,78	52,42
2	2	44,25	44,25	44,25	44,85	45,05	45,75	47,13	47,25	42,50	405,28	45,03
2	3	39,75	39,75	39,75	40,35	40,55	43,88	42,88	46,13	44,63	377,65	41,96
2	4	40,88	40,88	40,88	41,48	41,68	40,63	43,50	43,38	45,75	379,03	42,11
3	0	31,50	31,50	31,50	32,10	32,30	31,63	33,75	34,13	31,00	289,40	32,16
3	1	44,25	44,25	44,25	44,85	45,05	46,88	45,00	55,25	53,75	423,53	47,06
3	2	31,75	31,75	31,75	32,35	32,55	30,75	33,38	33,50	32,88	290,65	32,29
3	3	43,00	43,00	43,00	43,60	43,80	41,00	44,50	40,75	36,38	379,03	42,11
3	4	33,88	33,88	33,88	34,48	34,68	35,88	34,13	38,00	41,88	320,65	35,63
4	0	31,50	31,50	31,50	32,10	32,30	35,63	35,38	39,38	37,63	306,90	34,10
4	1	26,00	26,00	26,00	26,60	26,80	32,75	32,25	32,75	34,88	264,03	29,34
4	2	33,00	33,00	33,00	33,60	33,80	35,13	35,38	37,75	39,25	313,90	34,88
4	3	35,25	35,25	35,25	35,85	36,05	37,88	44,75	43,88	48,75	352,90	39,21

4	4	39,75	39,75	39,75	40,35	40,55	34,00	38,38	41,63	49,00	363,15	40,35
<b>TOTAL</b>		<b>740,00</b>	<b>740,00</b>	<b>740,00</b>	<b>752,00</b>	<b>756,00</b>	<b>758,13</b>	<b>804,75</b>	<b>838,50</b>	<b>829,00</b>	<b>6958,38</b>	<b>773,15</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>37,00</b>	<b>37,00</b>	<b>37,00</b>	<b>37,60</b>	<b>37,80</b>	<b>37,91</b>	<b>40,24</b>	<b>41,93</b>	<b>41,45</b>	<b>347,92</b>	<b>38,66</b>

**Anexo 18.** Matriz de datos para grosor de hojas antiguas.

RE P.	TRA T.	P. hojas antiguas 25/05/2018	P. hojas antiguas 25/06/2018	P. hojas antiguas 25/07/2018	P. hojas antiguas 25/08/2018	P. hojas antiguas 25/09/2018	P. hojas antiguas 25/10/2018	P. hojas antiguas 25/11/2018	P. hojas antiguas 25/12/2018	P. hojas antiguas 25/01/2019	p. hojas antiguas total	p. hojas antiguas promedio
1	0	22,61	22,61	22,61	22,61	21,51	20,91	20,91	22,01	22,01	197,81	21,98
1	1	20,13	20,13	20,13	20,13	18,53	17,73	17,73	18,83	18,83	172,18	19,13
1	2	18,75	18,75	18,75	18,75	17,45	17,05	17,05	18,15	18,15	162,84	18,09
1	3	20,52	20,52	20,52	20,52	20,27	19,97	19,97	21,07	21,07	184,46	20,50
1	4	24,58	24,58	24,58	24,58	24,08	23,88	23,88	24,98	24,98	220,13	24,46
2	0	24,71	24,71	24,71	24,71	23,61	23,01	23,01	24,11	24,11	216,72	24,08
2	1	22,05	22,05	22,05	22,05	20,45	19,65	19,65	20,75	20,75	189,42	21,05
2	2	25,26	25,26	25,26	25,26	23,96	23,56	23,56	24,66	24,66	221,41	24,60
2	3	18,28	18,28	18,28	18,28	18,03	17,73	17,73	18,83	18,83	164,26	18,25
2	4	22,73	22,73	22,73	22,73	22,23	22,03	22,03	23,13	23,13	203,46	22,61
3	0	16,11	16,11	16,11	16,11	15,15	14,55	14,55	15,65	15,65	139,97	15,55
3	1	24,21	24,21	24,21	24,21	22,61	21,81	21,81	22,91	22,91	208,88	23,21
3	2	19,01	19,01	19,01	19,01	17,71	17,31	17,31	18,41	18,41	165,21	18,36
3	3	20,79	20,79	20,79	20,79	20,54	20,24	20,24	21,34	21,34	186,83	20,76
3	4	18,78	18,78	18,78	18,78	17,68	17,48	17,48	18,58	18,58	164,89	18,32
4	0	18,62	18,62	18,62	18,62	17,52	17,22	17,22	18,32	18,32	163,05	18,12
4	1	20,73	20,73	20,73	20,73	19,13	18,33	18,33	19,43	19,43	177,56	19,73
4	2	20,61	20,61	20,61	20,61	19,31	18,91	18,91	20,01	20,01	179,59	19,95
4	3	20,20	20,20	20,20	20,20	19,95	19,65	19,65	20,75	20,75	181,54	20,17
4	4	24,15	24,15	24,15	24,15	23,65	23,45	23,45	24,55	24,55	216,28	24,03
<b>TOTAL</b>		<b>422,82</b>	<b>422,82</b>	<b>422,82</b>	<b>422,82</b>	<b>403,36</b>	<b>394,46</b>	<b>394,46</b>	<b>416,46</b>	<b>416,46</b>	<b>3716,48</b>	<b>412,94</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>21,14</b>	<b>21,14</b>	<b>21,14</b>	<b>21,14</b>	<b>20,17</b>	<b>19,72</b>	<b>19,72</b>	<b>20,82</b>	<b>20,82</b>	<b>185,82</b>	<b>20,65</b>

**Anexo 19.** Matriz de datos para el largo de hojas antiguas en el cultivo de tuna.

RE P.	TRA A.	L. hojas antiguas 25/05/2018	L. hojas antiguas 25/06/2018	L. hojas antiguas 25/07/2018	L. hojas antiguas 25/08/2018	L. hojas antiguas 25/09/2018	L. hojas antiguas 25/10/2018	L. hojas antiguas 25/11/2018	L. hojas antiguas 25/12/2018	L. hojas antiguas 25/01/2019	L. hojas antiguas TOTAL	L. hojas antiguas PROMEDIO
1	0	34,38	34,38	34,38	33,33	33,33	33,28	33,28	33,28	33,28	302,88	33,65

1	1	35,50	35,50	35,50	34,45	34,45	34,40	34,40	34,40	34,40	313,00	34,78
1	2	34,38	34,38	34,38	33,33	33,33	33,28	33,28	33,28	33,28	302,88	33,65
1	3	37,13	37,13	37,13	36,08	36,08	36,03	36,03	36,03	36,03	327,63	36,40
1	4	32,75	32,75	32,75	31,70	31,70	31,65	31,65	31,65	31,65	288,25	32,03
2	0	34,75	34,75	34,75	33,70	33,70	33,65	33,65	33,65	33,65	306,25	34,03
2	1	38,75	38,75	38,75	37,70	37,70	37,65	37,65	37,65	37,65	342,25	38,03
2	2	37,75	37,75	37,75	36,70	36,70	36,65	36,65	36,65	36,65	333,25	37,03
2	3	34,63	34,63	34,63	33,58	33,58	33,53	33,53	33,53	33,53	305,13	33,90
2	4	34,38	34,38	34,38	33,33	33,33	33,28	33,28	33,28	33,28	302,88	33,65
3	0	31,50	31,50	31,50	30,58	30,58	30,66	30,53	26,78	26,78	270,40	30,04
3	1	42,25	42,25	42,25	41,20	41,20	41,15	41,15	41,15	41,15	373,75	41,53
3	2	37,13	37,13	37,13	36,08	36,08	36,03	36,03	36,03	36,03	327,63	36,40
3	3	35,00	35,00	35,00	33,95	33,95	33,90	33,90	33,90	33,90	308,50	34,28
3	4	36,88	36,88	36,88	35,83	35,83	35,78	35,78	35,78	35,78	325,38	36,15
4	0	34,38	34,38	34,38	33,33	33,33	33,28	33,28	33,28	33,28	302,88	33,65
4	1	35,50	35,50	35,50	34,45	34,45	34,40	34,40	34,40	34,40	313,00	34,78
4	2	35,38	35,38	35,38	34,33	34,33	34,28	34,28	34,28	34,28	311,88	34,65
4	3	36,75	36,75	36,75	35,70	35,70	35,65	35,65	35,65	35,65	324,25	36,03
4	4	35,75	35,75	35,75	34,70	34,70	34,65	34,65	34,65	34,65	315,25	35,03
<b>TOTAL</b>		<b>714,88</b>	<b>714,88</b>	<b>714,88</b>	<b>694,00</b>	<b>694,00</b>	<b>693,13</b>	<b>693,01</b>	<b>689,26</b>	<b>689,26</b>	<b>6297,28</b>	<b>699,70</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>35,74</b>	<b>35,74</b>	<b>35,74</b>	<b>34,70</b>	<b>34,70</b>	<b>34,66</b>	<b>34,65</b>	<b>34,46</b>	<b>34,46</b>	<b>314,86</b>	<b>34,98</b>

**Anexo 20.** Matriz de datos para el ancho de hojas del cultivo de tuna.

RE P.	TR A.	A. hojas antiguas 25/05/2018	A. hojas antiguas 25/06/2018	A. hojas antiguas 25/07/2018	A. hojas antiguas 25/08/2018	A. hojas antiguas 25/09/2018	A. hojas antiguas 25/10/2018	A. hojas antiguas 25/11/2018	A. hojas antiguas 25/12/2018	A. hojas antiguas 25/01/2019	A. hojas antiguas TOTAL	A. hojas antiguas PROMEDIO
1	0	14,88	14,88	14,88	14,35	14,35	14,33	14,33	14,33	14,33	130,63	14,51
1	1	15,63	15,63	15,63	15,10	15,10	15,08	15,08	15,08	15,08	137,38	15,26
1	2	17,63	17,63	17,63	17,10	17,10	17,08	17,08	17,08	17,08	155,38	17,26
1	3	18,38	18,38	18,38	17,85	17,85	17,83	17,83	17,83	17,83	162,13	18,01
1	4	17,50	17,50	17,50	16,98	16,98	16,95	16,95	16,95	16,95	154,25	17,14
2	0	16,88	16,88	16,88	16,35	16,35	16,33	16,33	16,33	16,33	148,63	16,51
2	1	18,50	18,50	18,50	17,98	17,98	17,95	17,95	17,95	17,95	163,25	18,14
2	2	18,13	18,13	18,13	17,60	17,60	17,58	17,58	17,58	17,58	159,88	17,76
2	3	17,13	17,13	17,13	16,60	16,60	16,58	16,58	16,58	16,58	150,88	16,76
2	4	16,75	16,75	16,75	16,23	16,23	16,20	16,20	16,20	16,20	147,50	16,39

3	0	13,75	13,75	13,75	13,23	13,23	13,20	13,20	13,20	13,20	120,50	13,39
3	1	17,88	17,88	17,88	17,35	17,35	17,33	17,33	17,33	17,33	157,63	17,51
3	2	16,25	16,25	16,25	15,73	15,73	15,70	15,70	15,70	15,70	143,00	15,89
3	3	16,50	16,50	16,50	15,98	15,98	15,95	15,95	15,95	15,95	145,25	16,14
3	4	17,00	17,00	17,00	16,48	16,48	16,45	16,45	16,45	16,45	149,75	16,64
4	0	17,75	17,75	17,75	17,23	17,23	17,20	17,20	17,20	17,20	156,50	17,39
4	1	16,75	16,75	16,75	16,23	16,23	16,20	16,20	16,20	16,20	147,50	16,39
4	2	16,13	16,13	16,13	15,60	15,60	15,58	15,58	15,58	15,58	141,88	15,76
4	3	17,88	17,88	17,88	17,35	17,35	17,33	17,33	17,33	17,33	157,63	17,51
4	4	17,38	17,38	17,38	16,85	16,85	16,83	16,83	16,83	16,83	153,13	17,01
<b>TOTAL</b>		<b>338,63</b>	<b>338,63</b>	<b>338,63</b>	<b>328,13</b>	<b>328,13</b>	<b>327,63</b>	<b>327,63</b>	<b>327,63</b>	<b>327,63</b>	<b>2982,63</b>	<b>331,40</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>16,93</b>	<b>16,93</b>	<b>16,93</b>	<b>16,41</b>	<b>16,41</b>	<b>16,38</b>	<b>16,38</b>	<b>16,38</b>	<b>16,38</b>	<b>149,13</b>	<b>16,57</b>

**Anexo 21.** Matriz de datos para el número de botones - Matriz de datos para el número de hojas nuevas.

REPETICIÓN /TERRAZA	TRAT. / DOSIS	N. botones 25/10/2018
1	0	1,13
1	1	1,88
1	2	2,25
1	3	1,75
1	4	1,25
2	0	0,88
2	1	1,38
2	2	1,25
2	3	2,25
2	4	1,00
3	0	0,88
3	1	1,50
3	2	1,63
3	3	1,63
3	4	1,25

REPETICIÓN /TERRAZA	TRAT. / DOSIS	N. hojas nuevas 25/12/2018
1	0	1,25
1	1	1,50
1	2	1,00
1	3	1,50
1	4	1,75
2	0	1,25
2	1	1,50
2	2	1,50
2	3	1,25
2	4	1,25
3	0	1,25
3	1	1,25
3	2	1,25
3	3	1,50
3	4	1,00

4	0	1,13
4	1	1,75
4	2	2,25
4	3	2,00
4	4	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>30,00</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,50</b>

4	0	0,25
4	1	1,50
4	2	1,00
4	3	1,25
4	4	1,25
<b>TOTAL</b>		<b>25,25</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,26</b>

**Anexo 22.** Matriz de datos para el número de flores en el cultivo de tuna - Matriz de datos para el número total de bayas.

REPETICION/ TERRAZA	TRAT. / DOSIS	N. flores 25/11/2018
1	0	0,50
1	1	0,75
1	2	1,50
1	3	1,50
1	4	0,50
2	0	0,50
2	1	0,75
2	2	1,25
2	3	1,25
2	4	0,75
3	0	0,50
3	1	0,75
3	2	1,00
3	3	1,00
3	4	0,50
4	0	0,75
4	1	0,75
4	2	1,25

REP/ TERRAZA	TRAT. / ABONO	N. bayas 25/01/2019
1	0	2,50
1	1	3,13
1	2	5,00
1	3	5,00
1	4	1,88
2	0	1,75
2	1	2,00
2	2	1,63
2	3	3,25
2	4	2,63
3	0	1,88
3	1	2,13
3	2	3,75
3	3	5,00
3	4	3,50
4	0	2,38
4	1	2,50
4	2	4,00

4	3	1,00
4	4	0,50
<b>TOTAL</b>		<b>17,25</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0,86</b>

4	3	2,25
4	4	1,88
<b>TOTAL</b>		<b>58,00</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>2,90</b>

**Anexo 23.** Matriz de datos para el diámetro de bayas en el cultivo de tuna.

REPETICION/ TERRAZA	TRAT. / DOSIS	D. bayas 25/01/2019
1	0	22,42
1	1	21,15
1	2	31,42
1	3	25,07
1	4	31,26
2	0	23,52
2	1	25,21
2	2	19,75
2	3	32,43
2	4	30,22
3	0	30,68
3	1	30,92
3	2	27,07
3	3	12,72
3	4	34,36
4	0	28,46
4	1	24,49
4	2	20,52

4	3	31,98
4	4	13,27
<b>TOTAL</b>		<b>516,89</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>25,84</b>

**Anexo 24.** Cuaderno de campo para calidad de suelo y salud del cultivo.

 <b>Universidad Técnica de Cotopaxi</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>			 <b>Ingeniería Agronómica</b>
	<b>Evaluador:</b> Cristian David Oña Catota <b>Tema:</b> Análisis de la sostenibilidad de la calidad de suelo y salud del cultivo de tuna en Salache 2018-2019 <b>Fecha:</b>			
<b>CALIDAD DE SUELO</b>				
<b>Valoración de Característica</b>				
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>Valor en Campo</b>
<b>Estructura</b>	Suelo polvoso sin gránulos visibles	Suelo Suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave	Suelo friable y granular, agregados mantienen formas después de aplicar presión suave, aun humedecidos	
<b>Compactación e infiltración</b>	Compacto, se Anega	Presencia de capa compacta delgada, agua infiltra lentamente	Suelo no compacto, agua infiltra	
<b>Profundidad del suelo</b>	Suelo expuesto	Suelo superficial delgado (menos de 10cm.)	Suelo superficial más profundo (más de 10cm.)	
<b>Estado de residuos</b>	Residuo orgánico presente que no se descompone o muy lentamente	Aún persiste residuo del año pasado en vías de <u>descomposición</u>	Residuos en varios estados de descomposición, pero residuos viejos bien <u>descompuestos</u>	
<b>Color, Olor y Materia Orgánica</b>	Suelo de color pálido, con olor malo o químico, y no se nota presencia de materia orgánica o humus	Suelo de Color café claro rojizo, sin mayor olor y con algo de materia <u>orgánica</u>	Suelos de color negro o café oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia <u>orgánica</u>	
<b>Retención de Humedad</b>	Suelo se seca rápido	Suelo permanece seco en época seca	Suelo mantiene algo de humedad en época seca	
<b>Desarrollo de Raíces</b>	Raíces poco desarrolladas enfermas	Raíces de crecimiento de algo limitado, se ven algunas raíces finas	Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas	
<b>Cobertura de Suelo</b>	Suelo desnudo	Menos de 50% del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva	Más del 50% del suelo con cobertura viva o muerta	
<b>Erosión</b>	Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas	Erosión evidente	No hay mayores signos de erosión	
<b>Actividad Biológica</b>	Sin Signos de Actividad Biológica, no se ven lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípedos, etc)	Se ven algunas lombrices y artrópodos	Mucha Actividad Biológica, abundantes lombrices y artrópodos	
<b>SALUD DEL CULTIVO</b>				
<b>Valoración de Característica</b>				
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>Valor en Campo</b>
<b>Apariencia</b>	Cultivo Clorótico o descolorido con signos severos de deficiencias nutricionales	Cultivo Verde claro, con algunas decoloraciones	Follaje color verde intenso, sin signos de deficiencia	
<b>Crecimiento del cultivo</b>	Cultivo poco denso, de crecimiento pobre, tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento	Cultivo más denso pero no muy uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aun delgados	Cultivo denso uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos	
<b>Resistencia o tolerancia al estrés</b>	Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés	sufren en época seca o lluviosa, se recuperan lentamente	Soportan sequías y lluvias intensas, recuperación rápida	
<b>Insidencias de Enfermedades</b>	Susceptible a enfermedades, más del 50% de plantas con síntomas	Entre 20-45% de plantas con síntomas de leves a	Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves	