



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL Y FORESTAL**



**EFFECTO DEL ÁCIDO PIROLEÑOSO EN LA**  
**GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE SEMILLAS**  
**DE SANDÍA, COCONA, CACAO EN EL DISTRITO DE**  
**SANGABÁN, CARABAYA - PUNO**

Bach. Nestor Fredy Quispe Salazar

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Aesor: Dr. José Luis Pineda Tapia

Co-asesor: M.Sc. Edwin Huayhua Huamani

**JULIACA - PERÚ**  
**2019**







---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y FORESTAL**



**EFFECTO DEL ÁCIDO PIROLEÑOSO EN LA  
GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE SEMILLAS  
DE SANDÍA, COCONA, CACAO EN EL DISTRITO DE  
SANGABÁN, CARABAYA - PUNO**

Bach. Nestor Fredy Quispe Salazar

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL

Aseor. Dr. José Luis Pineda Tapia

Co-asesor: M.Sc. Edwin Huayhua Huamani

**JULIACA - PERÚ  
2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL Y FORESTAL**



**EFFECTO DEL ÁCIDO PIROLEÑOSO EN LA  
GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE SEMILLAS  
DE SANDÍA, COCONA, CACAO EN EL DISTRITO DE  
SAN GABÁN, CARABAYA – PUNO**

Bach. Nestor Fredy Quispe Salazar

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL

Asesor: Dr. José Luis Pineda Tapia

Co-asesor: M.Sc. Edwin Huayhua Huamaní

Juliaca – Perú

2019

Quispe S. (2019). *Efecto del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento inicial de semillas de sandía, cocona, cacao en el distrito de San Gabán, Carabaya – Puno* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Juliaca.

**AUTOR:** Nestor Fredy Quispe Salazar

**TÍTULO:** Efecto del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento inicial de semillas de sandía, cocona, cacao en el distrito de San Gabán, Carabaya – Puno

**PUBLICACIÓN:** Juliaca, 2019

**DESCRIPCIÓN:** Cantidad de páginas (134 pp)

**NOTA:** Tesis (Ingeniería Ambiental y Forestal) — Universidad Nacional de Juliaca.

Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal

**CÓDIGO:** 03-00004-02/Q87

**NOTA:** Incluye bibliografía.

**ASESOR:** Dr. José Luis Pineda Tapia

**CO-ASESOR:** M.Sc. Edwin Huayhua Huamaní

**PALABRAS CLAVE:** Ácido piroleñoso, crecimiento inicial, efectos, germinación de semillas.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL Y FORESTAL**

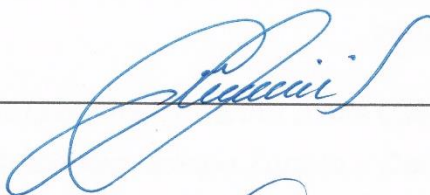
**EFFECTO DEL ÁCIDO PIROLEÑOSO EN LA GERMINACIÓN Y  
CRECIMIENTO INICIAL DE SEMILLAS DE SANDÍA, COCONA,  
CACAO EN EL DISTRITO DE SAN GABÁN, CARABAYA – PUNO**

Presentado por:

**Bach. Nestor Fredy Quispe Salazar**

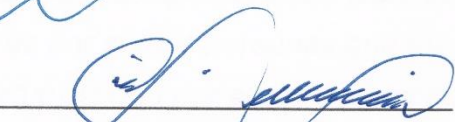
Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Wile Mamani Navarro  
**Presidente de jurado**



---

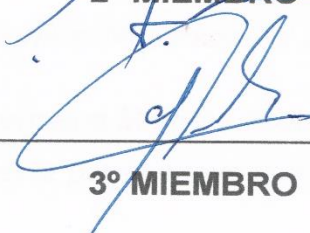
M.Sc. Hermógenes Mamani Arias  
**Jurado (secretario)**



---

**2° MIEMBRO**

M.Sc. Edgar Pelinco Ruelas  
**Jurado (vocal)**




---

**3° MIEMBRO**

**Asesor de Tesis**

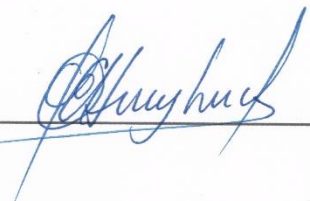
Dr. José Luis Pineda Tapia



---

**Co - asesor de Tesis**

M.Sc. Edwin Huayhua Huamaní



---

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, estar conmigo en todo momento. Por haberme dado sabiduría y fuerzas necesarias para culminar mis estudios.*

*Con todo el amor y cariño a mis queridos padres Wenceslao Quispe Zapata y Ceferina Salazar Cruz por ser las personas que más admiro y gracias por sus enseñanzas, esfuerzos y sacrificios, supieron inculcarme mi formación personal y profesional.*

*A mi hermana Martha Elizabeth Quispe Salazar por el apoyo que me brindo.*



## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Juliaca, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Y Forestal por mi formación profesional.

A los señores docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Y Forestal por compartir sus experiencias durante mi formación profesional.

Al Dr. Jose Luis Pineda Tapia, asesor de tesis del presente trabajo de investigación por brindarme su tiempo y apoyo durante el proceso de la investigación

Al M.Sc. Edwin Huayhua Huamaní, co-asesor de tesis del presente trabajo de investigación por brindarme su tiempo y apoyo durante el proceso de la investigación.

Al Ing. Roger Isidro Ticse Hidalgo, por su permanente enseñanza y en compartir sus conocimientos, su confianza, apoyo orientación y amistad brindada.

A Ing. Mario Hernán Catacora Pinazo, responsable de proyecto y Blgo. Iván Quispe Apaza, ejecutor de proyecto PNIA 147\_PI (Recuperación y evaluación de la calidad de uso del ácido piroleñoso, obtenido en el proceso de pirólisis para la elaboración de biocarbón con fines agrícolas, San Gabán Puno) por haberme apoyado, asesorado y financiado en la ejecución del trabajo de investigación.

A la Estación Experimental Agraria Illpa- Puno – INIA San Gabán, a todo el personal quienes me apoyaron incondicionalmente.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. Wile Mamani Navarro, M.Sc. Hermógenes Mamani Arias, M.Sc. Edgar Pelinco Ruelas por las revisiones, sugerencias emitidas y enriquecimiento de la tesis.

A todos mis amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Y Forestal, en especial a Bismar, Arnold, Franz, gracias por los gratos momentos y por su amistad.

Finalmente, darle las gracias a Dios, por darme la oportunidad de vivir y poder disfrutar de ella.



## ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
LISTA DE ACRÓNIMOS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	13

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Planteamiento del problema	15
1.2	Problemas de la investigación	16
1.3	Objetivos	16
1.4	Hipótesis	17
1.5	Justificación	17

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes	18
2.2	Bases teóricas	21
2.2.1	Ácido piroleñoso	21
2.2.2	Semillas	25
2.2.3	Germinación de semilla	25
2.2.4	Porcentaje de germinación	34
2.2.5	Latencia de semillas	35
2.2.6	Vigor de germinación	36
2.2.7	Porcentaje de emergencia	36
2.2.8	Energía germinativa	37
2.2.9	Desarrollo de la planta	37
2.2.10	Crecimiento de la planta	38
2.2.11	Altura	39
2.2.12	Hojas	39
2.2.13	Raíz	40
2.2.14	Temperatura	41
2.2.15	Humedad	42
2.2.16	Suelo	42
2.2.17	Agua	44

### CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1	Ubicación del campo experimental	46
3.1.1	Condiciones climáticas	46
3.1.2	Características del campo experimental	47
3.1.3	Análisis del suelo	47
3.1.4	Análisis de la muestra de ácido piroleñoso	47
3.2	Población y muestra	48
3.3.1	Tipo y diseño de investigación	48
3.3.2	Tamaños de muestra	48
3.3.3	Parámetros evaluados	49
3.3	Materiales y equipos	49
3.3.1	Insumos	49
3.3.2	Materiales	49
3.3.3	Equipos	49
3.3.4	Material genético	49
3.4	Metodología	50
3.4.1	Efectos de aplicación del ácido piroleñoso en el proceso de germinativo de semillas en el vivero.	50
3.4.2	Dosis optima de tratamiento del ácido piroleñoso.	56
3.4.3	Efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de las semillas sandía, cocona y cacao.	58
3.5	Análisis estadístico	61

### CAPÍTULO IV RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1	Efectos de aplicación del ácido piroleñoso en el proceso de germinativo de semillas en el vivero	63
4.1.1	Porcentaje de germinación	63
4.1.2	Energía germinativa	67
4.1.3	Porcentaje de emergencia	70
4.1.4	Vigor germinativo	72
4.2	Dosis optima de tratamiento del ácido piroleñoso	75
4.3	Efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de las semillas sandía, cocona y cacao	78
4.3.1	Altura	78
4.3.2	Número de hojas	85
4.3.3	Longitud de la raíz	91
4.3.4	Volumen de la raíz	93
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	98
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

## **ANEXOS**

- ANEXOS I Mapa de ubicación del ámbito de estudio
- ANEXOS II Datos temperatura máxima y mínima de SENAMHI del mes de julio y agosto del 2019
- ANEXOS III Datos de temperatura máxima y mínima en el vivero del mes de julio y agosto del 2019
- ANEXOS IV Componentes del ácido piroleñoso de la especie Bambú obtenidos de la cromatografía de gases.
- ANEXOS V Componentes del ácido piroleñoso de la especie Pisonay obtenidos de la cromatografía de gases.
- ANEXOS VI Componentes del ácido piroleñoso de la especie Cetico obtenidos de la cromatografía de gases.
- ANEXOS VII Análisis químico de las muestras de ácido piroleñoso de Bambú, Cetico y Pisonay.
- ANEXOS VIII Resultados del porcentaje de germinación y energía germinativa de sandía, cocona y cacao.
- ANEXOS IX Resultados del porcentaje de emergencia y vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.
- ANEXOS X Resultados de evaluación de la altura en las plántulas sandía, cocona y cacao.
- ANEXOS XI Resultados de la evaluación del número de hojas de sandía, cocona y cacao.
- ANEXOS XII Resultados de la longitud y volumen de la raíz en plántulas sandía, cocona y cacao.
- ANEXOS XIII Panel fotográfico
- ANEXOS XIV Resultados de caracterización del suelo.



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Componentes químicos del ácido piroleñoso.	23
Tabla 2	Análisis de caracterización de suelos utilizados en los tratamientos	47
Tabla 3	Tratamiento para la germinación y crecimiento inicial de semillas sandía, cocona y cacao	48
Tabla 4	Tamaño de muestra para la germinación de semillas	48
Tabla 5	Semillas utilizadas para la germinación y crecimiento inicial	53
Tabla 6	Días de riego en el proceso de germinación de semillas.	54
Tabla 7	Dosis de tratamiento para la germinación y crecimiento inicial de semillas sandía, cocona y cacao	57
Tabla 8	Número de plántulas evaluados para el crecimiento inicial.	59
Tabla 9	Días de riego en el proceso de crecimiento inicial de las semillas.	59
Tabla 10	Análisis de varianza (ANOVA) de modelo de diseño completo al azar.	61
Tabla 11	Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.	63
Tabla 12	Prueba de significancia Tukey para el porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.	64
Tabla 13	Análisis de varianza de la energía germinativa de semillas sandía, cocona y cacao.	67
Tabla 14	Prueba de significancia Tukey para la energía germinativa de semillas sandía, cocona y cacao.	68
Tabla 15	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.	70
Tabla 16	Prueba de significancia Tukey para el porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.	71
Tabla 17	Análisis de varianza del vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.	73
Tabla 18	Prueba de significancia Tukey para el vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.	73
Tabla 19	Análisis de varianza de la dosis óptima de tratamiento en el porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.	76
Tabla 20	Prueba de significancia Tukey para la dosis óptima en la germinación de semillas sandía, cocona y cacao.	77
Tabla 21	Análisis de varianza de la altura a los 30 días después de la germinación de evaluación de las plántulas de sandía, cocona y cacao.	78

Tabla 22	Prueba de significancia Tukey de la altura de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación.	79
Tabla 23	Prueba de significancia Tukey de la altura de las plántulas de cocona de 25 a 55 días de evaluación	81
Tabla 24	Prueba de significancia Tukey de la altura en las plántulas de cacao de 25 a 55 días de evaluación	83
Tabla 25	Análisis de varianza del número de hojas a los 40 días de evaluación en plántulas de sandía.	85
Tabla 26	Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación.	86
Tabla 27	Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de cocona de 25 a 55 días de evaluación.	88
Tabla 28	Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de cacao de 25 a 55 días de evaluación.	89
Tabla 29	Análisis de varianza de la longitud de raíz en las plántulas (sandía, cocona y cacao).	91
Tabla 30	Prueba de significancia Tukey de longitud de la raíz en plántulas (sandía, cocona y cacao).	92
Tabla 31	Análisis de varianza del volumen de raíz en las plántulas (sandía, cocona y cacao).	94
Tabla 32	Prueba de significancia Tukey del volumen de la raíz en plántulas (sandía, cocona y cacao).	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de flujos del efecto del ácido piroleñoso en la germinación de semillas	50
Figura 2	Distribución de los tratamientos en bloques de tres especies (sandía, cocona y cacao).	52
Figura 3	Diagrama de flujos de dosis optima de tratamiento.	56
Figura 4	Diagrama de flujos de los efectos del ácido piroleñoso crecimiento inicial de semillas sandía cocona y cacao.	58
Figura 5	Porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.	65
Figura 6	Energía germinativa de las semillas sandía, cocona y cacao.	69
Figura 7	Porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.	72
Figura 8	Vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.	74
Figura 9	Altura de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación	80
Figura 10	Altura de las plántulas de cocona de los 20 a 55 días de evaluación	82
Figura 11	Altura de las plántulas de cacao de los 25 a 55 días de evaluación	84
Figura 12	Número de hojas de sandía de los 10 a 40 días de evaluación.	87
Figura 13	Número de hojas de la cocona de los 20 a 55 días de evaluación.	88
Figura 14	Número de hojas del cacao de los 25 a 55 días de evaluación.	90
Figura 15	Longitud de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao.	93
Figura 16	Número de hojas del cacao de los 25 a 55 días de evaluación.	96



## LISTA DE ACRÓNIMOS

AP	: Ácido piroleñoso
INIA	: Insituto Nacional de Inovación Agraria
FAO	: Organización de las Naciones Unidas
PNIA	: Programa Nacional de Innovación Agraria
ISTA	: International Seed Testing Association
CCN	: Colección Castro Naranjal
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
CSt	: Centistokes
B	: Biochar
PG	: Porcentaje de germinación
EG	: Energía germinativa
PE	: Porcentaje de emergencia
VG	: Vigor germinativo
A	: Altura de la plántula
H	: Número de hojas
L	: Longitud de raíz
V	: volumen de raíz
DCA	: Diseño Completo al Azar
Tra.	: Tratamientos
Sig	: Significancia según tukey

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar el efecto del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento inicial de semillas de sandía, cocona y cacao en el Distrito de San Gabán, Carabaya, Puno. Así mismo, se evaluó con un modelo estadístico diseño completo al azar (DCA) los efectos del ácido piroleñoso (AP) de las especies de Bambú, Cetico, Pisonay con dosis de (1, 10, 100 mL), se trabajó con 9 tratamientos un (1) testigo más tres (3) repeticiones, determinando los parámetros de porcentaje de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia, vigor germinativo, altura de la plántula, número de hojas, longitud de raíz y volumen de raíz. En consecuencia, la aplicación de AP en la germinación de semillas de sandía no tiene efectos significativos, sin embargo, tiene efectos con la aplicación de AP de Bambú y Cetico obteniendo los mejores resultados de 96.70 % de germinación de semillas de cocona y 100% de germinación de semillas de cacao, además tiene efectos en su energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo de las semillas, así mismo, la aplicación de AP a una dosis de 10 mL tiene los mejores resultados, además en el desarrollo de las plantas con aplicación de AP de Cetico a una dosis 10 mL estimula el crecimiento de las plántula de sandía, cocona y cacao, en la altura de la plántula, número de hojas, longitud de la raíz y volumen de raíz. En conclusión, la aplicación de AP de Bambú y Cetico a una dosis de 10 mL mejoró el proceso germinativo de las semillas cocona y cacao, así mismo, el AP de Cetico con dosis 10 mL estimula el crecimiento de las plántulas, sin embargo, a una dosis alta de 100 mL disminuye la germinación y crecimiento de plántulas de cocona porque a concentraciones altas inhibe el crecimiento de las plántulas, finalmente, el ácido piroleñoso tiene compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene sustancias hormonales que mejora la germinación de semillas y estimula el crecimiento de las plántulas en concentraciones bajas.

**Palabras clave:** Ácido piroleñoso, crecimiento inicial, efectos, germinación de semillas.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la agricultura es la actividad primordial, el ser humano depende de la agricultura, es una actividad económica primaria practicada desde tiempos preincaicos, utilizando recursos naturales como suelo y agua (Martín, Rivera y Castizo, 2018), el Perú es uno de los países con una agricultura tradicional que da origen de diversos productos industriales, de exportación y alimentación (FAO, 2005). La agricultura enfrenta una crisis, para resolver este problema por el uso excesivo de los fertilizantes químicos para mejorar el desarrollo fisiológico de las plantas. La degradación del suelo ha amenazado seriamente la alimentación mundial (Luo *et al.* 2019). Así mismo, el uso excesivo y la baja eficiencia de los fertilizantes químicos han provocado la eutrofización, la contaminación, por consiguiente existe una necesidad urgente de desarrollar un enfoque agrícola eficiente y respetuoso con el medio ambiente para la restauración del suelo y la mejora del crecimiento de los cultivos (Pan, Zhang, Wang y Liu, 2017).

Sin embargo, el ácido piroleñoso también llamado vinagre de madera es un líquido acuoso producido a partir de la pirólisis de biomasa como sub producto de la obtención de carbón, se obtiene por la condensación del humo generados durante la pirólisis de la biomasa de 450 - 600 °C, este líquido tiene un ahumado especial, el olor y el color son de amarillo claro a marrón (Theapparatt, Chandumpai y Faroongsarng, 2018). Actúa como una prometedora enmienda para mejorar el suelo debido a que contiene múltiples beneficios para la producción agrícola, estimular el crecimiento de las plantas, acelera la velocidad de germinación de las semillas, mejorar la acidez del suelo, apoya en la absorción de nutrientes por las plantas (Lei, Liu y Wang, 2018).

En cuanto a las condiciones climáticas del valle de San Gabán benefician generar mayor agricultura, los agricultores su meta es producir en mayor cantidad cultivos, por sus bajos ingresos económicos, los agricultores tienen una creencia de manejo tecnológico en la producción de cultivos (Genaro, 2015). Así mismo, el cacao es un cultivo de gran importancia económico y social que se cuenta con una gran variedad genética, tienen múltiples usos y beneficios, es el componente básico para el chocolate, bebidas alcohólicas, jaleas mermeladas, tiene propiedades beneficiosas para el organismo y previene enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (García, 2008).



Además, la sandía es una fruta que constituye una de las fuentes más importantes para mitigar la necesidad alimenticia del hombre. Esta especie tiene la ventaja de su precocidad, el periodo de producción es de tres meses desde el sembrado. Con ello contribuir de manera significativa al desarrollo comercial de nuevos frutales en el valle de San Gabán (Anquise, 2016).

Así mismo, la cocona es una fruta cítrica tropical importante desde el punto de vista nutricional y medicinal, tiene alto contenido de vitaminas (siendo rico en hierro y vitamina C), es materia prima para obtención de diversos productos industriales como: dulces, ensaladas, encurtidos, jugos y néctares entre otros, para ello se emplea una tecnología generada mediante investigación para promover la producción de la cocona (INIA, 2006).

Sin embargo, el trabajo de investigación tiene por finalidad difundir nuevos conocimientos y tecnologías de la utilización del ácido piroleñoso para mejorar la germinación de semillas y estimular el crecimiento de las plantas reemplazando los productos agroquímicos que dañan al recurso suelo y medio ambiente. Además, la aplicación del ácido piroleñoso beneficia económicamente a los agricultores e instituciones involucradas, mejorando los costos de producción y una buena producción orgánica de la agricultura.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar las limitaciones encontradas en una agricultura convencional, para la propagación de una semilla, los agricultores utilizan reguladores de crecimientos, y producto para el tratamiento de semillas para generar una respuesta positiva por la baja tasa de germinación y establecimiento de las plántulas que afectan negativamente el crecimiento y desarrollo de los cultivos lo que resulta a su vez en un bajo rendimiento de estos (FAO, 2003; Quilambaqui, 2003; Solar, Depallens, Neubauer, Pizarro y Soza, 2000).

Uno de los problemas para desarrollar más agricultura es la latencia de germinar semillas de frutas en condiciones naturales (April, Ruiz, Alonso y Cabrera, 2017). Así mismo la latencia de una semilla provoca un retardo en el crecimiento favoreciendo la incidencia de malezas, las semillas presentan una capa exterior impermeable, esto les permite germinar solo en condiciones ambientales, pero existe una limitación cuando se busca altos porcentajes de germinación (Olivera, Afif y Ortiz, 2007). Sin embargo, la germinación es una de las fases más críticas en el desarrollo, cada una de las etapas posee un rango diferente de factores ambientales (Doria, 2010; Jarma, Arbrlaez y Clavijo, 2007).

Para incrementar la viabilidad de la semilla, así como disminuir el periodo de germinación y producir plántulas en menor tiempo se utilizan fitoreguladores que son aplicados no solo a la fruticultura sino a la agricultura en general (Mayo, Espinoza, Centurion y Cazares, 2017), se logran por la aplicación de hormonas sintéticas o productos parecidos a ellas que están dentro de la misma familia química y los tratamientos de semilla se utilizan para proteger a la semilla contra el ataque de patógenos e insectos que puedan encontrarse en el suelo

(Pangnakorn, Watanasorn, Kuntha y Chuenchooklin, 2009). Además, estos cumplen las funciones de acelerar la germinación, aumentar la floración, estimular el enraizamiento, crecimiento del fruto y evitar la caída prematura de flores y frutos (Savaedi , Parmoon, Amir y Bakhshande, 2019).

El ácido piroleñoso es un compuesto orgánico que puede ser utilizado por los agricultores, en una variedad de procesos como mejorador de la calidad del suelo, eliminar plagas, acelera el poder germinativo, acelera el crecimiento de las plantas y aumenta el crecimiento de la radícula (April, Ruiz, Alonso y Cabrera, 2017; Hyun, 2019). Sin embargo, es necesario impulsar soluciones inteligentes mediante la investigación científica y tecnologías con productos eco amigables y llevar a la práctica la agricultura orgánica (Osorio, 2007).

## **1.2. Problemas de la investigación**

### **Pregunta General**

¿Cuál es el efecto del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento inicial de semillas de sandía, cocona, cacao en el distrito de San Gabán, Carabaya, Puno?

### **Preguntas Específicas**

- ¿Cuál es el efecto del ácido piroleñoso de las tres especies (Bambú leñoso, Cetico y Pisonay) en la geminación de semillas de las especies de sandía, cocona y cacao?
- ¿Cuál es la dosis óptima de tratamiento con ácido piroleñoso para mejorar el poder germinativo de las semillas de sandía, cocona, cacao?
- ¿Cuál es el efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de las especies de sandía cocona y cacao?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento inicial de semillas de sandía, cocona, cacao en el distrito de San Gabán, Carabaya – Puno

### **Objetivos específicos**

- Determinar cuál es el efecto del ácido piroleñoso de las tres especies (Bambú leñoso, Cetico y Pisonay) en la germinación de semillas sandía, cocona y cacao.
- Identificar la dosis optima de tratamiento con ácido piroleñoso en la geminación de semillas sandía, cocona y cacao.
- Evaluar el efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de la especie sandía, cocona y cacao.

## **1.4. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

El ácido piroleñoso tiene el efecto de acelerar el proceso germinativo y crecimiento inicial de las semillas sandía, cocona, cacao dependiendo de la dosis de tratamiento en el distrito de San Gabán, Carabaya, Puno.

### **Hipótesis específicas**

- El ácido piroleñoso de Bambú tiene el efecto de mejorar el proceso germinativo en las especies de sandía, cocona y cacao.
- La dosis 1 mL de ácido piroleñosos tiene efecto en la germinación de semillas de sandía, cocona y cacao.
- El Bambú leñoso con una dosis óptima tendrá mayor efecto en el crecimiento de las especies de sandía, cocona y cacao.

## **1.5. Justificación**

En los últimos años la agricultura orgánica tiene nuevas estrategias para disminuir el uso indiscriminado de agroquímicos, por la utilización en reguladores de crecimiento y productos para el tratamiento de semillas, por la baja tasa de germinación en semillas de frutas en condiciones naturales, las cuales utilizan insumos químicos para mejorar la latencia de germinar una semilla y crecimiento de una plántula (Pan, *et a.l.*, 2017). Por ello el presente trabajo de investigación se tendrá como objetivo aprovechar los efectos del ácido piroleñoso de las especies de Bambú, Cetico y Pisonay para mejorar en la germinación y crecimiento de semillas Sandía, Cocona, Cacao y disminuir la utilización de productos químicos que dañan el recurso suelo y el medio ambiente (April, Ruiz, Alonso y Cabrera, 2017).

En la actualidad existen pocas investigaciones en el valle de San Gaban sobre los efectos que tiene el ácido piroleñoso en la aplicación, siendo de mucha importancia para los agricultores la aplicación de un producto eco amigable que beneficia para una buena producción orgánica, y beneficia económicamente disminuyendo la utilización de productos químicos (INIA, 2006). Aprovechar las oportunidades de financiamiento del presente trabajo de investigación por el Instituto Nacional de Innovación Agraria Puno mediante el proyecto PNIA 147\_PI.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Luo *et al.* (2019), estudiaron los efectos del ácido piroleñoso (AP) y biochar (B) del álamo utilizando un pirólisis lento, se evaluó en el pimiento (*Capsicum annuum Linn*) y el tomate (*Lycopersicon esculentum Miller*) para investigar su respuesta a la adición de AP de álamo para la germinación de semillas y crecimiento de las plantas. La aplicación individual de AP o B estimuló el crecimiento de plántulas de pimiento, mientras que la aplicación conjunta de AP y B estimuló más eficientemente el crecimiento de plántulas de tomate que la aplicación individual. Estos resultados proporcionan información valiosa sobre la aplicación conjunta de vinagre de madera y biochar para mejorar el crecimiento de los cultivos, lo que es útil para mejorar la salud del suelo y la seguridad alimentaria.

Wang *et al.* (2019), evaluaron la eficacia del ácido piroleñoso (AP) para mejorar las semillas del trigo con varias concentraciones de AP, una concentración de 1:900 de AP puede mejorar significativamente el crecimiento. Se investigó la respuesta a las raíces de trigo al estrés por sequía, se comparó los perfiles proteómicos cuantitativos en las raíces de las plantas de trigo. Los resultados indican que las raíces con tratamiento de AP aumentaron significativamente. Los perfiles de proteoma mostraron que las proteínas acumuladas diferencialmente (DAP) involucrados en el metabolismo de carbohidratos, la respuesta al estrés y el metabolismo secundario habían aumentado la acumulación en las raíces de los grupos tratados con AP. Los resultados obtenidos sugieren que las raíces de las semillas de trigo previamente empapadas con AP pueden iniciar un mecanismo de defensa temprana para mitigar el estrés por sequía.

Lei, Liu y Wang, (2018), investigaron los efectos del ácido piroleñoso en la germinación y crecimiento de las semillas de pepino, los resultados obtuvieron a

diferentes adiciones de ácido piroleñoso diluido no mostraron diferencias significativas en las tasas de germinación de las semillas de pepino en comparación con las del tratamiento. Sin embargo, el ácido piroleñoso a la dilución de 10000 veces aumentó significativamente la longitud de la raíz y la biomasa seca del pepino en un 20.9% y 5.92%, por lo tanto, en un momento óptimo de dilución podría usarse como un prometedor agente para la germinación de semillas.

Pan, Zhang, Wang y Liu, (2017), evaluaron el potencial de combinar biochar y ácido piroleñoso para reemplazar a los fertilizantes químicos, en este estudio mostraron que la adición combinada de biochar con ácido piroleñoso tuvo el mayor efecto de promoción en el crecimiento de la planta del pepino. En comparación con el tratamiento de control, la adición de biochar con AP aumentó significativamente la altura de la planta, la longitud de la raíz, el volumen de la raíz y las puntas de las raíces en un 29.7%, 117%, 121% y 76.1%, respectivamente. Los beneficios de la adición de biochar con tratamiento de ácido piroleñoso mejora la fertilidad del suelo, aumentar el suministro de nutrientes y estimula aún más el crecimiento de las plantas.

Chuaboon, Ponghirantanachoke y Athinuwat, (2016), en Tailandia estudiaron la eficacia del ácido piroleñoso o vinagre de madera de Bambú, también desarrollaron con pruebas con un diseño aleatoria la eficacia del ácido bajo condiciones de laboratorio, invernadero y eficacia en campo. Para mejorar el crecimiento y salud de los cultivos de arroz. Demostrando ser reducidos las colonias *A. padwickii*, *C. lunata*, *F. semitectum* y *B. oryzae* mejorando en el poder germinativo de semillas y la aplicación en campos de cultivo. El ácido piroleñoso puede inhibir enfermedades fúngicas en arroz en comparación con tratamientos agroquímicos.

Mungkunkamchao *et al.* (2013), determinaron el efecto del ácido piroleñoso (AP) y bioextractos fermentados (BF) de plantas y residuos animales en el crecimiento y rendimiento del tomate, se realizaron en macetas y campo, los tratamientos que se utilizaron incluyen bajas y altas tasas de aplicación mientras que los tratamientos de la sub parcela fueron agua, BF diluido (1: 500 en volumen), AP (1: 800 en volumen) aplicado como empapado en el suelo y rociado foliar en nueve combinaciones de tratamiento. La aplicación de BF y AP mostró aumentos en el peso seco total de la planta, el número de fruta, el peso fresco de la fruta y el peso seco de la fruta, pero aumentó significativamente los solutos solubles totales de la fruta de



tomate. El ácido piroleñoso y los biextractos tuvieron efectos similares en el crecimiento y rendimiento del tomate.

Zulkarami , Ashrafuzzaman, Mohamad y Mohd, (2011), evaluaron el efecto del ácido piroleñoso para mejorar el crecimiento, rendimiento y mejora de la calidad de Sandía en cultivos sin suelo, se evaluaron con cuatro combinaciones de ácido piroleñoso (0, 10, 20 y 30 %), la adición de 30% de ácido piroleñoso fue tóxica la mayoría de las murieron a esa concentración. El veinte por ciento (20%) de ácido piroleñoso aumentó el crecimiento y el rendimiento de las plantas de la sandía, pero la formulación local en combinación con el 10% de ácido piroleñoso dio los mejores resultados. Esta combinación mejoró significativamente el crecimiento de las plantas, el peso del fruto, el diámetro del fruto y la dulzura de los frutos.

Zhou, Jiang y Li, (2009) evaluaron los efectos del ácido piroleñoso de aserrín en la germinación de semillas y crecimiento de las plántulas a diferentes concentraciones la dilución, se realizó en 2000, 1500, 1000 y 500 de AP. los resultados mostraron que la aplicación de ácido piroleñoso tuvo efectos significativos en la germinación de semillas, índice de germinación y vigor de germinación. Los resultados de la investigación podrían ser usados para dirigir el ácido piroleñoso en un proceso de refinación profundo y desarrollo del producto.

Mu, Zhi, Wen y Qing, (2006), evaluaron los efectos del ácido piroleñoso de Bambú moso (*Phyllostachys pubescense*), con diferentes tipos de disolución sobre el crecimiento de la lechuga, col y pepino en pruebas en campo. Los resultados mostraron que el ácido piroleñoso con disolución de 500 a 800 veces tuvo un buen efecto en el crecimiento de los vegetales, la cosecha de hortalizas aumento de 18.8% a 20.2% en comparación con un control, la altura y el peso de las verduras aumentaron. Los componentes principales del ácido piroleñoso se analizaron con GC-MS.

Mu, Uehara y Furuno, (2004), el ácido piroleñoso de Bambú Moso fue evaluado mediante ácido extractivo y método de separación en ácidos neutros y fenólicos. Fueron analizados por cromatografía de gases y espectrometría de masa para identificar componentes del ácido. Se obtuvo ocho fracciones de ácido recogidas en diferentes temperaturas y se estudiaron sobre los efectos de germinación y el crecimiento con semillas de berro y crisantemo. Los resultados mostraron que el ácido piroleñoso con temperaturas de 250 °C promovió el crecimiento de la radícula e hipocótilo teniendo una fuerte inhibición sobre la germinación y la radícula en ambos tipos de semilla.

Mu, Uehara y Furuno, (2003), en Japón desarrollaron el análisis de dos tipos de ácido piroleñoso de Bambú madake (*Phyllostachys Bambúsoides*) y Bambú moso (*Phyllostachys pubescens*), para analizar sus componentes mediante cromatografías de gases, el ácido piroleñoso fue diluido en agua destilada. Estas soluciones de ácido diluido se utilizaron para investigar el efecto del ácido de Bambú en la germinación y el crecimiento de la radícula de las plantas con semillas. Se mostró una fuerte inhibición contra la germinación de las semillas. Sin embargo, una dilución adecuada de ácido piroleñoso de Bambú mostró un efecto promocional obvio sobre la germinación y el crecimiento de la radícula para los cuatro tipos de semillas probadas lechuga, berro, honewort, crisantemo.

Kadota, Hirano, Imizu y Niimi, (2002), en Japón determinaron los efectos del ácido piroleñoso en la proliferación de brotes in vitro y la formación de raíces utilizados en tres cultivos de peras japoneses (*Pyrus pyrifolia Nakai*), el ácido piroleñoso inhibió la multiplicación de brotes y promovió el inicio y el desarrollo de raíces en los brotes cultivados de tres cultivares, lo que resultó en un aumento de la proporción de brotes enraizados acelerando el crecimiento en la raíz.

Hua, Mori, Terao y Tsuzuki, (1998), determinaron el efecto del carbón vegetal y ácido piroleñoso sobre la germinación, crecimiento de brotes y raíces en batata dulce, se llevaron a cabo tres experimentos, se calcularon el número de raíces, longitud de la raíz, el peso de la raíz de las plántulas. Se incrementaron al sumergirlas en una solución de ácido piroleñoso, cuando se examinaron los efectos de Sanneka E, en el crecimiento de las batatas cultivadas en macetas se encontró que la aplicación promovió el crecimiento de la raíz, incremento su actividad y promovió la absorción de nitrógeno, también promovió la tasa de fotosíntesis al aumentar el contenido de nitrógeno y clorofila en la lámina de la hoja y el área de la hoja ampliada. El peso seco superior y la raíz tuberosa aumentaban.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Ácido piroleñoso**

Se obtiene por un proceso de pirólisis lenta donde se utiliza como materia la biomasa vegetal para realizar la quema en un horno especial a altas temperaturas. Los productos volátiles de pirólisis de la biomasa son el resultado de la descomposición de los macro componentes y las reacciones secundarias entre los compuestos volátiles formados en la descomposición primaria. Los productos volátiles al condensarse, dan lugar a un líquido que contiene dos fases

según (Manals, Penedo, Giralt, Beltrán y Sánchez del Campo, 2009; Navas, 2003).

- Fase acuosa: denominada ácido piroleñoso (AP) formada por compuestos orgánicos oxigenados de bajo peso molecular (Navas, 2003).
- Fase no acuosa: denominada alquitrán, con compuestos orgánicos insolubles de alto peso molecular como fenol, pirocatecol, guayacol, cresol, metil-cresol, tolueno, xileno, naftaleno, y otros hidrocarburos (Manals, et al, 2009)

Los líquidos de pirólisis poseen un carácter ácido, debido a que contiene compuestos orgánicos como el ácido fórmico, ácido acético, y otros de bajo peso molecular (Yanik, Kornmayer, Saglam, y Yüksel, 2007).

El ácido piroleñoso generalmente se encuentra en la literatura con diversos nombres, líquido pirólisis aceite de bio-crudo, líquido de madera, aceite de madera, vinagres de madera, humo líquido (Choi, Shinde, Kwon, Song y Chae, 2009).

La composición química de los bioaceites es una mezcla de agua, guialcoles, catecoles, siringoles, vanilinas, furacarboxialdehidos, ácido acético, ácido fórmico y otros ácidos carboxílicos (Montoya A., 2014).

Las características fisicoquímicas del ácido piroleñoso son:

- a. Contenido de agua:** el agua tiene un contenido del 30% en peso, como consecuencia de la humedad original de la biomasa y también de la deshidratación de la celulosa y hemicelulosa. La cantidad de agua del ácido piroleñoso no puede ser eliminado por métodos tradicionales como la destilación (Sipila, Kuoppala, Fagernas y Oasmaa, 1998).
- b. Contenido de oxígeno:** el contenido de oxígeno del ácido piroleñoso es, normalmente, de 35 a 40 % contiene más de 300 compuestos, cuya naturaleza depende de la fuente de biomasa y del proceso pirolítico utilizados para su generación. El alto contenido en oxígeno es la diferencia principal entre los ácidos piroleñosos, por ello tiene un 50% menos de densidad de energía que los combustibles (Urien Pinedo, 2013).
- c. Viscosidad:** La viscosidad de los ácidos piroleñosos puede variar entre 25 cSt y 1.000 cSt y depende de la naturaleza química de la materia prima usada, el contenido de agua del aceite, la cantidad de compuestos ligeros existentes en los ácidos, la estabilidad térmica, el craqueo catalítico y del

tiempo de envejecimiento. La elevada viscosidad de los ácidos piroleñosos es debida al alto peso molecular de algunos de los compuestos derivados de la lignina (Mullen *et al.* 2009).

- d. Acidez:** contiene una gran cantidad de ácido acético, ácidos carboxílicos, y fórmico principalmente, lo que hace que los valores de pH sean bajos, del orden de 2-3 unidades. Esta acidez genera corrosión frente a los metales por sus propiedades, afecta al diseño de las instalaciones de pirólisis y condiciona su utilización como biocombustible, exigiendo procesos de tratamiento posteriores a su obtención pirolítica (Sipila, Kuoppala, Fagernas y Oasmaa, 1998).

En la literatura científica es posible encontrar gran variedad de caracterizaciones de ácido piroleñoso es de diferentes materias primas. Sin embargo, una caracterización típica de un ácido piroleñoso se resume en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Componentes químicos del ácido piroleñoso.*

Componentes	Valores típicos (%)
Agua	27
Orgánicos solubles en éter (Aldehidos, cetonas y monómeros de lignina)	21
Ácidos volátiles (principalmente acético)	5
Orgánicos insolubles en eter (Anhidroazúcares, anhidrooligometros, hidroxiaácidos c 10)	28
Derivados de la lignina, productos de la polimeración y solidos	15
Extractivos (orgánicos solubles en n-hexano)	4

*Fuente:* (Montoya A., 2014)

La composición del ácido piroleñoso el 99,7% del ácido es una mezcla compleja que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno, está compuesto de ácidos, alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas, azúcares, fenoles, guayacoles, jeringas, furanos, fenoles derivados de la lignina y terpenos extraíbles con grupos multifuncionales (Zhang, Chang, Wang y Xu, 2006).

## **Utilización del ácido piroleñoso**

### **a. Agricultura orgánica**

El ácido piroleñoso fue muy adecuado para su uso en agricultura orgánica. Dado que el contiene compuestos naturalmente orgánicos. Una gran cantidad de productos químicos tóxicos en la agricultura fue reemplazada por el ácido piroleñoso, además, también se utiliza para mejorar la calidad de la fruta, combatir enfermedades y plagas, acelerar la velocidad de germinación de semillas, mejoramiento de la calidad de suelo, como enraizado, como fertilizante foliar y sirve como herbicidas (Chuaboom, Ponghirantanchoke y Athinuwat, 2016; Theapparat, Chandumpai y Faroongsarng, 2018).

### **b. Conservador de madera ecológico del vinagre de madera.**

Recientemente, algunos investigadores informaron que el ácido piroleñoso preparado a partir de la pirólisis rápida tienen un alto potencial para ser utilizados como conservantes de la madera, y sugirieron que los compuestos fenólicos parecen jugar un papel importante en la inhibición del crecimiento y la prueba de resistencia a la descomposición de hongos (Theapparat, Chandumpai y Faroongsarng, 2018).

### **c. Medicina alternativa**

El ácido piroleñoso destilado podría inhibir la reacción alérgica, en particular, la reacción alérgica Tipo I por admiración oral. Esta solución fue indicada para prevenir la rinitis alérgica, la fiebre del heno, la conjuntivitis alérgica, la dermatitis atópica, el asma alérgica, la urticaria y la alergia alimentaria (Imamura y Watanabe, 2004).

### **d. Procesamiento de alimentos**

El vinagre de madera es un aditivo alimentario obtenido de la naturaleza para su uso como aditivos y funciones conservantes. Se puede utilizar en alimentos procesados para prevenir el crecimiento microbiano de los fenoles y los ácidos orgánicos de la cadena de inyección que contiene el ácido. Además, los sabores de humo extraídos del ácido piroleñoso tenían aplicación en los alimentos como producto de seguridad. Además, el uso de ácido piroleñoso fue para aromatizar el humo y preservar alimentos como el jamón, el tocino, las salchichas, el pescado y el queso (Kahl y Kappus, 1993).

### 2.2.2. Semillas

La semilla es el órgano principal de reproducir de la mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Tiene una función fundamental en la persistencia, renovación, y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques (Doria, 2010).

La semilla se clasifica en función a su tolerancia a la desecación, es la capacidad de algunos seres vivos para sobrevivir eventos extremos de deshidratación en su organismo sin sufrir daños irreparables (Rangel *et al.* 2011).

- **Semillas ortodoxas:** son semillas que puede tolerar a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad hasta el 3% lo que permite conservarlas por décadas a temperaturas inferiores a 0 °C en bancos de germoplasma ( Berjak y Panmenter, s.f.).
- **Semillas recalcitrantes:** no toleran bajos niveles de desecación y por consiguiente se dificulta el resguardo del germoplasma en cuartos fríos, debido a que su alto contenido de humedad las torna sensibles al daño por congelamiento (Magnitskiy y Plaza, 2007).

El desarrollo de semillas comprende dos fases principales: el desarrollo de embriones y la maduración de semillas. La semilla cumple con que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma y finalmente convertirse en una planta adulta ( Bentsink y Koornneef, 2008) (Doria, 2010).

### 2.2.3. Germinación de semilla

La germinación de una semilla es el surgimiento y desarrollo de la plántula a una etapa en la que el aspecto de sus estructuras esenciales indica si se puede desarrollarse en como una planta satisfactoria en condiciones favorables en el campo definitivo (ISTA, 2016).

En condiciones de laboratorio y de campo la germinación se desarrolla hasta convertirse en una plántula normal (FAO, 2013). Sin embargo, en condiciones de campo se considera germinación cuando se produce la emergencia y desarrollo de una plántula normal (Pita y Perez, 1998).

Las fases de la germinación comprenden de tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente en Hidratación, germinación y crecimiento (Doria, 2010):

- **Hidratación:** El comienza con la absorción de agua para la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una mayor cantidad de absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Cuando la semilla se hidrata, comienzan a activarse los procesos metabólicos que son esenciales para que tengan lugar las siguientes etapas de la germinación ( Bentsink y Koornneef, 2008)
- **Germinación:** Es el proceso donde se producen la transformación metabólica para el desarrollo de una planta. En esta fase se disminuye la absorción de agua, llegando incluso a detenerse. Lo cual es importante para desarrollar la última fase del proceso de germinación, la fase de crecimiento (Pita y Perez, 1998).
- **Crecimiento:** es la fase final de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula. Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria. Radícula empieza a romper las cubiertas seminales, se inicia el crecimiento de la plántula, proceso complejo y variable según las especies, que genera un elevado gasto de energía que se obtiene mediante la movilización de las reservas nutritivas de la semilla (Doria, 2010).

El proceso de germinación está constituido por varias fases: Absorción de agua por la semilla, movilización de sustancias de reserva y síntesis de proteínas, proceso de respiración y activación del metabolismo; Elongación del embrión y ruptura de la testa se observa en la salida de radícula de plántula (Suarez y Marina, 2010).

Las semillas son productos complejos que consisten, en general, el embrión, que es el proceso de la fusión entre el óvulo con el núcleo. El endospermo suministra nutrientes al embrión para el crecimiento y desarrollo de la planta (Suarez y Marina, 2010).

La germinación es un criterio de calidad a nivel general y que se determina por análisis de rutina en un laboratorio de evaluación de semillas. El comportamiento es diferente cuando son sembrados en el campo. Es por ello saber el vigor y calidad de semilla (Rita, Yoldjian, Craviotto y Bisaro, 2001).



## 1. Sandía (*Citrullus lanatus Thunb*)

### a. Origen

Se origina en sureste de África y sur de Asia como especie comestible, pues se encuentra en forma silvestre, alcanzando una gran diversidad de formas. Se ha cultivado en África desde hace más de 4.000 años. En 1857, David Livingstone, observó que la sandía (*Citrullus lanatus Thunb.Mansf.*), crece profusamente en el desierto de Kalahari en Corodofan (Sudán), después de las lluvias inusualmente intensas (Reche, 1988).

### b. Clasificación taxonómica de sandía

Clasificación taxonómica de la sandía Santa Amelia según (Maroto, Gómez y Pomares, 2002).

Reino : Vegetal

División : Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Cucurbitales

Familia : Cucurbitáceas

Género : *Citrullus*

Especie : *lanatus*

Nombre Científico: (*Citrullus lanatus Thunb Mansf.*)

Nombre común: Sandía

### c. Descripción botánica de la sandía

La sandía es una planta monoica, herbácea, anual, rastrera o trepadora y está clasificada como un fruto carnoso, que pertenece a la familia de las cucurbitáceas. Se detalla la descripción del sistema radical, tallos, hojas, flores y fruto según los autores (Anquise, 2016; Orduz, León, Chacón, Linares y Rey, 2002; Viza, 2010).

**Sistema Radical:** La sandía tiene raíces muy ramificadas, se desarrollan en profundidad y diámetro dependiendo del tipo de suelo y otros factores. En suelos profundos, con buena textura y grado de fertilidad aumenta alcanzando hasta 0,80 m. Para suelos de poca profundidad, las raíces se sitúan, mayormente en la capa superficial (Orduz, *et al.* 2002).

**Tallos:** Durante los primeros 25 días a 30 días posteriores a la germinación, el tallo es recto y posee generalmente de tres a cinco hojas verdaderas. Luego la planta se vuelve decumbente o rastrero. La longitud del tallo crece de dos metros a más, presenta bellos blanquecino y con cirros abundantes (Abarca R, 2017).

**Hoja:** Peciolada, pinnado-partida, dividida en tres a cinco lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal. El haz es suave y el envés muy áspero y con nerviaciones muy pronunciadas ( Fornaris, 2015).

#### **d. Ecosistema del cultivo**

**Clima:** La sandía crece en un clima cálido, no tolera heladas, la sandía puede germinar con temperatura superior a los 16 °C, para el desarrollo del cultivo debe tener una temperatura ambiente de 18 °C a 25 °C, para temperaturas menores de 10 °C y mayores de 35 °C, detienen su crecimiento. La humedad del ambiente óptima es del 50 % al 60 % y se requiere alrededor de 10 horas luz solar al día (Saray , Delgado de la Flor y Julio, 2000).

**Suelo:** La sandía crece en cualquier tipo de suelo de preferencia con texturas arenosos, francos arenosos, con estructura granular y alto contenido de materia orgánica, no debe tener capas duras o compactas. Los suelos deben ser deben ser ligeros, profundos, con buen drenaje para que no se atrase el cultivo (Saray *et al.*, 2000).

#### **e. Necesidades hídricas**

Los suelos para el cultivo deben ser ligeros, profundos, con buen drenaje, no debe tener capas duras o compactas ( Orduz, *et al.* 2002).

#### **f. Dosis de semilla**

Dependerá del tipo de plantación y del sistema de siembra a usar, en la cual se detallará dos tipos según (Viza, 2010):

- **Siembra directa:** En siembra directa y marco de plantación de 60 cm x 2 m., se necesita entre 1-1,5 kg 1 ha, colocando 2-3 semillas/golpe.
- **Almácigo/trasplante:** Si se opta por trasplante, se recomiendan 700-750 g/ha Si la semilla es grande, las dosis anteriores deben duplicarse.

### g. Propagación de la sandía

Para la producción de sandía se da por dos formas bien definidas directa y semillero (Turhan, Ozmen, Kuscu, Sitki y Seniz, 2012).

- **Directa:** Es cuando la semilla se siembra directamente en el terreno, distribuyéndose manualmente por el agricultor cuando las condiciones ambientales son adecuadas (Flores, 2017).
- **Semillero:** Para trasplante con cepellón, a este método de siembra es intermedia, porque la semilla se deposita en macetillas, bolsas de polietileno o bandejas y no en el terreno preparado para semillero, que es lo clásico en plantaciones a raíz desnuda (Turhan, *et al.* 2012)

## 2. Cocona (*Solanum sessiliflorum* D.)

### a. Origen

La cocona es una especie nativa de América tropical, de los bosques de las regiones sub tropicales húmedas, de las faldas oriental y occidental de los Andes. La primera descripción técnica fue realizada en 1800 por Alexander Van Humbolt, se distribuye en los países de la cuenca Amazónica, como: Colombia, Brasil y Perú, especialmente en el primero de ellos; se le encuentra de manera natural entre los 200 y 1000 m de altitud (Pardo, 2004; Schuelter *et al.* 2009)

### b. Clasificación taxonómica de la cocona

Clasificación taxonómica de la cocona según (Carbajal y Balcazar, 1988; Leon, 1968).

Reino : Vegetal  
División : Espermatofita  
Clase : Dicotiledónea  
Orden : Tubiflorales  
Familia : Solanaceae  
Género : *Solanum*  
Especie : *Solanum sessiliflorum* Dunal  
Nombre común: “cocona”, “topiro”

### c. Descripción botánica de la cocona

**Raíz:** Las raíces están bastante bien ramificadas con una raíz principal en las plantas propagadas por semillas, y la profundidad de la raíz es de unos 50-60 cm (Jiménez, 2018).

**Planta:** Es una planta de rápido crecimiento, llegando a medir hasta metros de altura, según el ecotipo. Se ramifican a nivel del suelo, de acuerdo de la variedad de la planta (Carbajal y Balcazar, 1988).

**Hojas:** Las hojas son ovaladas, pubescentes, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Presentan hojas simples, alternas cubiertas de pelos blanquecinos en ambos lados y con densidad de pubescencia en el haz, y en el envés todos presentan de media a abundante pubescencia (Jiménez, 2018).

**Semillas:** Las semillas son pequeños, de forma redonda, globular, reniforme, oblata, que mide aproximadamente de 1.89 a 2.76 mm de largo y un diámetro de 2.40 a 3.06 mm, se encuentra cubierto de un mucílago transparente (Carbajal y Balcazar, 1988).

### d. Ecosistema del cultivo

**Clima:** Crece en zonas cálidas con temperaturas entre 18 °C y 30 °C, sin presencia de heladas y con precipitación pluvial de 1500 y 4500 mm y humedad relativa de 70 a 90% por año. Aparentemente se beneficia con una sombra ligera durante la fase de crecimiento. (Carbajal y Balcazar, 1988).

**Suelos:** Se cultiva en diferentes tipos de suelos, de preferencia con suelo de textura arcillosa a franca y rica en materia orgánica y con buen drenaje que favorecen a la raíz sea atacado por hongo. Se adapta en suelos ácidos de fertilidad baja a alcalinos de buena fertilidad. (Duarte y Paull, 2015).

### e. Propagación de cocona

La propagación se puede lograr utilizando semillas, pueden extraerse de frutos maduros con características deseables, cada fruto contiene de 1367 a 2491 semillas y se deja fermentar durante 48 horas a la sombra. El porcentaje de germinación permanecen al 100% hasta un mes después de la cosecha de las semillas, y el proceso debe realizarse en un sustrato compuesto de suelo arenoso, suelo arcilloso y estiércol. En estas condiciones, la germinación comenzará a los 15 días y terminará 40 días después de la siembra (Duarte y Paull, 2015; Jiménez, 2018).

La preparación del sustrato se realiza con la mezcla de arena, suelo negro y materia orgánica o humus en una proporción 3:1:1, es importante desinfectar el suelo con fungicida o nematicida. Posteriormente se ase el llenado del sustrato en bolsas de polietileno para, luego sembrar las semillas por bolsa independientes a una profundidad de 0,5 cm (Carbajal y Balcazar, 1988).

### 3. Cacao (*Theobroma cacao* CCN)

#### a. Origen

El cacao es una planta originaria de las regiones tropicales del centro y Suramérica, donde crece espontáneamente desde hace unos 6000 años empezó a cultivarse en América, donde era un producto básico en algunas culturas (Villamizar, Rodríguez y León, 2017).

En el Perú existe una amplia variabilidad genética, tanto en el carácter morfológico como a nivel de frutos y de semillas. Esta diversidad genética se debe, principalmente, a la mezcla y segregación de seis híbridos interclonales, los que fueron generados y difundidos, de los cuales el clon CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51), ocupa un área significativa (Reátegui, 2014).

La Colección Castro Naranjal (CCN-51), su autor se apellida castro y fue creado en la población naranjal en 1965 y fueron obtenidos de dos cruces, el primero entre ICS-95 x IMC-67, el cual tiene excelente comportamiento agronómico, productivo y tolerancia a las enfermedades; sin embargo, es cuestionado en su calidad, ya que industria demanda cacao de origen Nacional (Nazario, Ordoñez, Mandujano y Arévalo, 2013; Vera *et al.* 2014).

#### b. Clasificación taxonómica del cacao

Clasificación taxonómica del cacao variedad CCN-51 según (Dostert, Roque, Cano y Weigend, 2017):

Reino : Plantae  
División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Orden : Malvales  
Familia : Malvaceae  
Género : *Theobroma*  
Especie : *T. cacao*

Nombre Científico: *Theobroma cacao*

Nombre común: Cacao

### c. Descripción botánica del cacao

El cacao es una especie diploide, de porte alto (8 - 20 m de altura) y de ciclo vegetativo perenne. Este árbol crece y se desarrolla bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América del sur (García, 2008).

**Raíz:** La raíz principal es pivotante que penetra hacia abajo, los primeros meses la planta puede desarrollarse normalmente entre 120 a 150 cm. alcanzando en suelos sueltos hasta 2 m. Luego nacen muchas raíces secundarias (Paredes, 2004).

**Tallo:** El crecimiento del tallo en su primera fase es ortotrópico (vertical), que perdura por 12-15 meses. Luego aparece de 4 - 5 ramitas secundarias denominada "horqueta", que crecerán de forma plagiotrópica (García, 2008).

**Hojas:** Son simples, enteras y pigmentadas que varía mucho el color de esta pigmentación, la mayoría es de color verde. El tamaño de la hoja varía mucho, con una alta respuesta al ambiente, con menos luz es más grande, con más luz, más pequeña, en general los cacaos amazónicos tienen hojas más pequeñas (Nazario *et al.* 2013).

**Semillas:** La semilla de cacao está envuelta por una pulpa ácida llamada mucílago. En una mazorca se encuentra de 20 a 50 almendras dependiendo de la variedad. Se encuentra unidos al eje central llamado placenta. El tamaño, forma y color de la semilla varía de acuerdo al tipo de cacao. La testa es gruesa con la cutícula donde se encuentran los dos cotiledones que protege al embrión y lo alimentan por algunos días después de la germinación (Nazario *et al.* 2013).

Las semillas de cacao se han empleado a lo largo de la historia para la preparación de, chocolates, bebidas y otros alimentos, como moneda, bebida ceremonial y tributo a reyes. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones de la selva con un clima lluviosas de los trópicos (Casaverde, 2014).

### d. Ecosistema del cultivo

**Temperatura:** La planta de cacao requiere de climas cálidos y lluviosos para el crecimiento y desarrollo. La temperatura es uno de los factores más importantes en el desarrollo de las plantaciones de cacao pues está relacionado con el desarrollo, floración y fructificación. La temperatura media anual debe estar entre los 24 y 26°C y no debe exceder los 30°C. La temperatura media no debe ser

inferior a 15°C y las oscilaciones diarias entre el día y la noche no deben ser inferiores a 9°C (Paredes, 2004).

**Precipitación:** El cacao es una planta sensible a la escasez de agua y también al encharcamiento por lo cual suelos con buen drenaje pueden ser adecuados (Arvelo, *est al.* 2017).

**Suelo:** El cacao puede ser cultivado en diferentes tipos de suelo. Generalmente necesita suelos profundos, livianos y ricos en nutrientes. Los suelos más apropiados son los aluviales, de textura franca, profundos con subsuelo permeable. Este factor está relacionado con el desarrollo del sistema radicular que llega a los 1.5 m o más si las condiciones así lo permiten. Los suelos permeables arcillo-arenosos son ideales, con 50% arena, 30-40% arcilla, 1-2 % limo y una proporción relativamente alta de materia orgánica (> 3.5%) (Dostert, Roque, Cano y Weigend, 2017).

#### e. **Propagación del Cacao**

El cultivo de cacao propaga de forma sexual y asexual. La propagación sexual es el método donde se utiliza semilla botánica y la forma asexual se propaga por injertos, estacas y acodos (Asociacion Nacional del Cafe, 2004).

**Semilla:** Cuando la propagación es por semilla, es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción. (Paredes, 2004)

**Injertos y estacas:** El injerto del cacao debe realizarse en patrones vigorosos y sanos obtenidos de semilla, desarrollados en recipientes o en el campo. Las yemas se deben tomar de aquellos brotes que se encuentren en árboles sanos y vigorosos (Casaverde, 2014).

#### f. **Producción de plantas en vivero**

La producción de plantas en vivero se realiza de dos maneras por semilla o por injerto. Para producción de plantas por semilla tomamos en cuenta la variedad del cacao que queremos establecer, se selecciona un árbol saludable, la mazorca más grande y las semillas de la parte del centro del fruto porque esto garantizara la calidad de plata. (Navarro y Mendoza, 2006).



#### 2.2.4. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación, es el parámetro más importante para evaluar los lotes de producción de semilla, ya que este valor es utilizado para la certificación y comercialización del producto como punto de referencia de la calidad del lote en cuestión (ISTA, 2016).

Es el porcentaje de germinación indica la proporción de número de semillas que han germinado y producido plántulas clasificadas como normales en las condiciones y dentro del período establecido, es decir, el porcentaje de plántulas normales. Cuando pierde su poder germinativo, la semilla cualquiera que se sus condiciones y tratamiento es incapaz de germinar (Rodríguez, Adam y Duran, 2008).

En el resultado de un ensayo de porcentaje germinación debe de indicar los espacios correspondientes de la siguiente manera:

- La duración real del ensayo en días, excluyendo el período de tratamiento especial o el método utilizado para promover la germinación (FAO, 2006).
- Los porcentajes, calculados al número más cercano entero de plántulas normales, semillas duras, semillas frescas, plántulas anormales y semillas muertas (Suarez y Marina, 2010).
- Se debe indicar sólo el porcentaje de plántulas normales si un solicitante pide que el ensayo se termine cuando la muestra alcanza un porcentaje de germinación predeterminado, antes del recuento final. Los resultados que no se ha determinado son las siguientes categorías (plántulas anormales, semillas duras, semillas frescas y las semillas muertas) deben ser indicados como “N” , debido a que no se han determinado (García, *et al.* 2016).

Para determinar el análisis confiable se calcula el promedio de todas las réplicas, al número entero más cercano. Si es necesario, con las pruebas de 400 o 200 semillas, pueden ser formadas de dos hasta cuatro replicas respectivamente, también se pueden realizar pruebas de 100, 50 y 25 con réplicas de 2 y 4 respectivamente (April, Ruiz, Alonso y Cabrera, 2017)

Las pruebas de porcentaje de germinación se evalúan con la siguiente fórmula según (Martínez, Virgen, Peña y Santiago, 2010).

$$PG = \frac{Sg}{Ss} * 100 \quad (1)$$

PG = porcentaje de germinación

Sg = nº de semillas que germinan

Ss = nº total de semillas sembradas

### 2.2.5. Latencia de semillas

Es la incapacidad de una semilla intacta y viable para germinar bajo condiciones de humedad, temperatura y concentración de gases que son importantes para la germinación. Existen un amplio rango de latencia que va desde la latencia absoluta, en la cual la semilla no germina bajo ninguna condición, la latencia intermedia puede germinar la semilla bajo condiciones ambientales estrechas (Varela y Arana, 2011).

Cuando en un ensayo en las condiciones dadas las semillas no han germinado al final del periodo de evaluación, se clasifican como sigue según (ISTA, 2016):

- **semillas duras:** son las semillas que se mantienen duras al final del período de análisis, porque no han absorbido el agua. Estas semillas no son capaces de absorber agua en las condiciones ambientales (Doria, 2010).
- **semillas frescas:** las semillas no han podido germinar en las condiciones del análisis de germinación debido a la inactividad, pero permanecen limpias y firmes, tienen el potencial de convertirse en una de las plántulas normales. Las semillas frescas son capaces de absorber agua cuando se les proporciona las condiciones, pero el proceso de germinación entra en un estado de latencia (Pita y Perez, 1998).
- **semillas muertas:** son las semillas, que al final del período de análisis no son ni frescas ni duras ni han producido una plántula. Absorben agua, suelen ser suaves o frecuentemente mohosas o descoloridas y no muestran signos de desarrollo en plántula (Matilla, 2008).
- **otras categorías:** en algunas circunstancias semillas sin germinar y vacías y se sub dividen en semillas sin embrión, vacías y dañados por insectos (Varela y Arana, 2011).

### 2.2.6. Vigor de germinación

El vigor de la germinación de semillas es la suma de todas las propiedades de la semilla que se desarrolla el nivel de actividad y el papel de la semilla o el Lote de semillas durante la germinación y la emergencia de la plántula. Las semillas que tiene un buen rendimiento en esos términos se denominan semillas de alto vigor y las que se comportan mal se llaman semillas de bajo vigor. Así mismo, ISTA recomienda que el test de vigor se debe de realizar por ensayos de conductividad, ensayos de envejecimiento acelerado, ensayos de deterioro controlado, y ensayos de germinación de semillas (ISTA, 2016).

Los ensayos de vigor se agrupan directos e indirectos, dependiendo de las condiciones ambientales:

**Indirectos:** Fisiológicos (velocidad de germinación, clasificación de vigor de la plántula, tasa de crecimiento de la plántula, entre otros), Bioquímicos (Tetrazolio, tetrazolio de aleurona, conductividad, respiración, entre otros), físicos (tamaño de semilla, peso de la semilla, densidad de la semilla, entre otros) (Cervantes Ortiz, *et al.*, 2006)

**Directos:** envejecimiento acelerado, deterioro controlado, ensayo de frío, ensayo de germinación en fresco, ensayos de inmersión, tención osmótica, entre otros ensayos (Rodríguez, Adam y Duran, 2008).

En el ensayo de vigor se debe determinar lo más pronto posible cuando se mide la velocidad de germinación, así los ensayos dependen de la capacidad de determinar cuánto ha germinado una semilla. La velocidad de germinación se basa en el hecho de que las semillas vigorosas germinan más rápidamente que las restantes según (Maguire, 1962).

$$M = \sum \frac{(Ni)}{T} \times 100 \quad (2)$$

$M$ = velocidad de germinación

$Ni$ = número de semillas germinadas en el día

$T$ = es el tiempo desde la siembra hasta el conteo de germinación

### 2.2.7. Porcentaje de emergencia

Al término del estudio se puede obtener el porcentaje total de emergencia (ET), el cual consiste en contabilizar cada una de las plántulas emergidas hasta el último día de la evaluación y el resultado se obtiene dividiendo el número total

de plántulas emergidas, entre el número total de semillas sembradas y se multiplica por cien. (Martínez *et al.* 2010).

$$\%E = \frac{Pe}{Ts} * 100 \quad (3)$$

$\%E$  = porcentaje de emergencia

$Pe$  = Plántulas emergidas durante el ensayo

$Ts$  = Total de semillas sembradas.

### 2.2.8. Energía germinativa

La energía germinativa se refiere al porcentaje de semilla que ha germinado durante una prueba, hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el período energético. Por lo general, las plántulas que se originan de las semillas que germinan dentro del período energético constituyen el stock de plantación de mejor calidad según (Campos, Cerna y Chico, 2014).

$$Eg = \frac{Nsg}{Ts} x 100 \quad (4)$$

EG = Energía germinativa

$Nsg$  = número de semillas germinadas diariamente (Periodo de energía)

$Ts$  = total de semillas puestas a germinar

### 2.2.9. Desarrollo de la planta

La vida de una planta se inicia con la germinación la cual se lleva a cabo cuando las semillas no se encuentran en letargo y tienen un embrión vivo no quiescente, capaz de producir una nueva planta o germinar. Después de que las reservas de la semilla se han agotado o los cotiledones se transformaron en hojas para llevar a cabo la fotosíntesis, existe lo que se puede considerar una plántula completa. Para continuar con su desarrollo la planta necesita nutrientes, humedad y energía solar presentes en el sitio de crecimiento (Negreros, Apodaca y Mize, 2010).

Para el desarrollo de una planta está regulado por diferentes compuestos, dentro de los que se destacan carbohidratos, proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y hormonas. El efecto de varios de los otros compuestos como azúcares, lípidos y vitaminas en el desarrollo vegetal es menos directo, por lo que no tienen alta capacidad para modificar procesos de manera inmediata. Las investigaciones básicas han establecido la importancia de las fitohormonas, en el proceso de desarrollo vegetal (Ochoa, Martínez, Ramírez y Correa, 2012).

El desarrollo es el conjunto de eventos que contribuyen a la progresiva elaboración del cuerpo de la planta y que la capacitan para obtener alimento, reproducirse y adaptarse plenamente a su ambiente (Yanovsky, 1999).

El desarrollo comprende dos procesos básicos: crecimiento y diferenciación según (UAM, 2016).

- **Crecimiento.** Cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo de la planta.
- **Diferenciación.** Cambios cualitativos en la estructura y función.

#### 2.2.10. Crecimiento de la planta

El crecimiento es un incremento irreversible en el tamaño y volumen. Se produce fundamentalmente a través de alargamiento o expansión celular. La expansión celular es un proceso polarizado por el crecimiento celular siguiendo una dirección predeterminada, la disposición de crecimiento y produce en dirección perpendicular (UAM, 2016).

Para medir el crecimiento de una planta se hace el uso de una pequeña regla, se puede medir el crecimiento de una plántula a lo largo de varios días. Para calcular si la planta está en crecimiento se evalúa el área promedio de sus hojas, con la ayuda de papel milimetrado. Estas medidas tienen la ventaja de que no dañan la planta (Ochoa, Martínez, Ramírez y Correa, 2012).

El crecimiento inicial de una planta depende de varios factores la absorción de agua y sales, la fotosíntesis, el aumento de protoplasma, la división celular, la diferenciación celular y la formación de órganos, todos interrelacionados, pero que responden a factores ambientales de modo diferentes según Fogg citado en (Vargas, 2015).

Los factores ambientales que interviene en el crecimiento son, la humedad, temperatura y el oxígeno según (García, 2017).

- **Humedad:** está relacionado con la absorción de agua desde el exterior, el exceso de agua es desfavorable porque impide el acceso de O<sub>2</sub> (Yepes y Silveira, 2011).
- **Temperatura:** es un factor importante que actúa sobre las enzimas y por lo tanto sobre el metabolismo de la plántula. La temperatura varía de una especie a otra (FAO, 2001).

- **Oxígeno:** es fundamental para la viabilidad celular, la mayoría germinan en atmosferas con el 21% de O<sub>2</sub>. La disponibilidad de oxígeno se ve dificultado por la cantidad de agua presente y por la temperatura (García, 2017).

#### 2.2.11. Altura

Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas, la distancia más corta entre el límite más alto de los tejidos fotosintéticos principales de esa planta (excluyendo las inflorescencias) y el nivel del suelo la altura máxima de una planta está asociada con la forma de crecimiento, la posición de la especie en la gradiente vertical de la luz de la vegetación (Vargas, 2015).

Las plantas se realiza las mediciones sobre plantas saludables con su follaje completamente expuesto a la luz del sol, la altura de la planta es bastante variable tanto dentro como entre especies. La medición obliga al operador mirar detalladamente el cultivo y el campo y ayuda a ver cosas que de otra manera no se apreciarían (Rawson y Gómez, 2001).

Cuando la demanda de los productos de la fotosíntesis (carbohidratos) para la formación de nuevas hojas y raíces es satisfecha, el siguiente nivel de prioridad es el crecimiento en altura lo que le permite a la joven planta mantener un nivel satisfactorio de captación de energía lumínica (Negreiros, Apodaca y Mize, 2010).

#### 2.2.12. Hojas

La hoja como una estructura apendicular asimétrica vascular iniciada en el meristemo apical del brote. Esta definición es aplicable a todas las plantas vasculares, pero no es válida para las briófitas (musgos, hepáticas y hornworts) ya que carecen de un sistema bien definido de tejido vascular (Jimenez, s.f.) y (ISTA, 2016).

Las hojas se pueden dividir anatómicamente en dos partes limbo y peciolo según (Bar y Ori, 2014).

- **Limbo:** es la parte de la hoja encargada de realizar la fotosíntesis y regular la transpiración. Se encuentran en la mayor parte las estomas y parénquima clorofílico de la planta. Posee dos superficies, una superior, denominada haz o superficie adaxial. y otra inferior, denominada envés o superficie abaxial (Ramírez y Gones, 2016).

- Pecíolo: es la estructura más o menos larga y cilindrada que une el limbo al tallo a nivel de los nudos. En el ángulo agudo que se forma en el punto de unión entre el tallo y el pecíolo se localizan las yemas axilares de las que partirán nuevas ramas (Bar y Ori, 2014).

Las hojas son órganos verdes que salen del tallo y que poseen funciones básicas para la planta se detalla según (Jimenez, s.f.).

- Realizar la fotosíntesis: durante este proceso la materia inorgánica ( $\text{CO}_2$ , agua y sales minerales) se transforma en materia orgánica (glúcidos, lípidos, proteínas) gracias a la energía luminosa del sol (Jimenez, s.f.).
- Producir la transpiración: las hojas pierden agua en forma de vapor a través de las estomas (Ramírez y Gones, 2016).
- Realizar el intercambio gaseoso: a través de las estomas entra el oxígeno, necesario para la respiración celular, y el  $\text{CO}_2$  que se utiliza en la fotosíntesis. Ambos gases también salen a través de las estomas, el oxígeno producido en la fotosíntesis y el dióxido de carbono procedente de la respiración celular (Megias, Molist y Pompal, 2018).

La evaluación de las hojas debe ser hojas primarias, siempre en cuando las plántulas estén en condiciones normales, cuando más de la mitad del tejido de la hoja primaria es funcional, las plántulas anormales son cuando falta más de la mitad de los tejidos de la hoja principal (ISTA, 2016).

### **2.2.13. Raíz**

Es aquel órgano de la planta que crece normalmente en sentido inverso al del tallo, se entierra en el sustrato (raíz hipogea), aunque puede también vivir en el aire (raíz epigea) y normalmente posee geotropismo positivo. La raíz es la parte inferior del eje de la planta y por lo general, está enterrada en el suelo (Ramírez y Goyes, 2004).

La raíz es un órgano se desarrolla bajo la tierra, su función principal es la absorción del agua, nutrientes inorgánicos y fijación de la planta al suelo según (Vázquez, 2019).

- Realizar una absorción selectiva y transportar agua hacia el tallo, sales minerales que se transportan por un sistema de osmosis a través de la superficie de pelos radicales en lo que constituye la sabia bruta (Margulis y Sagan, s.f.).

- Fijar la planta al sustrato evitando que los agentes del entorno permitan el arrancamiento (Vázquez, 2019).
- Acumular sustancias de reserva en sus células, ejemplo de las bulbosas, remolacha, zanahoria, etc (Margulis y Sagan, s.f.).

Clasificación de las raíces según su origen:

- Raíces primarias o principal: se origina a partir del ápice radicular del embrión (Megías, Molist y Pompal, 2018).
- Raíces secundarias: Se originan perpendicularmente de la raíz principal enfrente de los cordones leñosos o delante de las placas de parénquima que separan los cordones de xilema y de floema, formando ringleras (Ramírez y Goyes, 2004).
- Raíces de primer orden: Surgen directamente a partir de la raíz principal. Casi siempre son plagiótropas u horizontales y forman un ángulo geotrópico con la raíz principal, generalmente de 45° (Megías, Molist y Pompal, 2018).
- Raíces de segundo orden: Nacen a partir de una raíz secundaria de primer orden y se extienden en todas direcciones por el suelo, son por lo tanto ageotrópicas (Ramírez y Goyes, 2004).

Al conjunto de raíces que una planta tiene en el suelo se le denomina sistema radicular. La raíz es una estructura que es esencial para el desarrollo de la planta. Dependen de la especie al que se está analizando (ISTA, 2016).

#### 2.2.14. Temperatura

La temperatura es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas e influye en el crecimiento de la planta y afecta a la planta tanto a corto y largo plazo. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima. Un cambio brusco puede ser necesario para la dormancia en el momento de la germinación (Caroca, Zapata y Vargas , 2016).

Para un buen manejo del cultivo depende de la temperatura optima y depende de varios factores, los más importantes son la temperaturas altas y bajas según (Rawson y Gómez, 2001).

**Temperaturas bajas:** A medida que desciende la temperatura el desarrollo se hace más lento, puede producirse un daño severo en los tejidos jóvenes. En climas fríos, la fotosíntesis es más lenta y el crecimiento es lento (FAO, 2001)



**Temperaturas altas:** Los cultivos que se desarrollan con altas temperaturas necesitarán más insumos (nutrientes, agua, radiación solar) para poder mantener su nivel de metabolismo (Rawson y Gómez, 2001).

La temperatura idónea en invernadero varía en función del cultivo y sus etapas de desarrollo en las que se encuentre generalmente, la temperatura mínima requerida para las plantas de invernadero es de (10-15) °C, mientras que 35 °C podría ser la temperatura máxima (Caroca, Zapata y Vargas, 2016).

#### **2.2.15. Humedad**

La humedad del suelo es un concepto esencial ya sea en cultivos intensivos, extensivos, huertos ecológicos, las plantas de una casa y todo aquello que tenga que ver con desarrollo vegetal. Todos nos imaginamos qué es, aunque hoy vamos a profundizar algo más. Nos metemos en el suelo para ver cómo se comporta el agua en su interior (Ramos y Zuñiga, 2008).

El agua es un componente principal de la fotosíntesis que apoya a los tejidos a permanecer firme y a mover nutrientes a través de la planta. El agua también permite que las raíces se desarrollen en el suelo y actúa como solvente para los minerales e hidratos de carbono que viajan hacia arriba en la planta. Demasiada agua, sin embargo, puede ahogar a la planta. Es importante que las plantas tengan suficiente agua para completar la fotosíntesis, pero no más que eso en ambiente constantemente húmedo puede causar el crecimiento de hongos, que pueden debilitar o matar a la planta (Heredia, 2014).

#### **2.2.16. Suelo**

Los medios de cultivos utilizados para los análisis de germinación son productos que proporcionan suficiente espacio de poros para agua y aire, para el crecimiento de la radicular y para el contacto con el agua son necesarias para el desarrollo de la planta. Las siguientes especificaciones generales aplican para todos los cultivos según (ISTA, 2016).

- **Composición:** es por medios de cultivo, puede ser arena pura, o mezcla de compuestos orgánicos (FAO, 2002).
- **Características de retención del agua:** cuando se agrega la cantidad apropiada de agua, las partículas del medio de las plántulas deben tener la capacidad de retener el agua suficiente para proporcionar el movimiento continuo del líquido en las semillas y plantas (Alvarado y Solano, 2002).

- **pH:** la plántula debe tener un valor de pH dentro de los rangos de 6.0-7.5 cuando se controla en el sustrato. Las mediciones de pH pueden ser reemplazadas por pruebas biológicas (FAO, 2002).
- **Conductividad:** la salinidad debe ser tan baja como sea posible y no más de 40 millisiemens por metro (Bárbaro, Karlanian y Mata, s.f.).
- **Limpieza y ausencia de toxicidad:** el medio de cultivo debe estar libre de semillas, hongos, bacterias o sustancias tóxicas (Heredia, 2014).
- **Re-uso de sustratos:** se recomienda fuertemente que el medio de cultivo sólo se utilice una vez (Alvarado y Solano, 2002).

### **Características del sustrato**

#### **a. Arena como sustrato**

Al menos el 90 % de las partículas deben pasar a través de un tamiz con orificios o mallas de 2.0 mm de ancho. Si las características del tamaño de la partícula propuesta por el proveedor están de acuerdo con estas especificaciones a continuación (Ramos y Zuñiga, 2008)

#### **b. Sustratos orgánicos**

Se definen medios de cultivo orgánicos los que contienen los siguientes elementos en proporciones (ISTA, 2016).

- **compuestos orgánicos:** fibras tales como turba, fibras de coco o fibras de madera, con un tamaño recomendado de menos de 5 mm (Alvarado y Solano, 2002).
- **partículas minerales:** por ejemplo, arena, perlita, dolomita o vermiculita. La proporción debe ser de entre 15 y 30 % en volumen. Se recomienda que el 90 % de las partículas deban pasar a través (Heredia, 2014).

### **Criterios para preparar sustratos**

En vivero siempre se utiliza el mismo sustrato esto puede variar según los siguientes aspectos (Pastor, 2000).

- Según el método de reproducción a emplear. El sustrato empleado en la germinación no es lo mismo que el empleado para enraizamiento de estacas o el que se emplea en áreas de crecimiento (Buamsscha, *et al.*, 2012).
- Según la especie a reproducir. Las especies no utilizan el mismo sustrato. Algunas especies prefieren medios ácidos, otras prefieren medios neutros (Pastor, 2000).

- Según las técnicas empleadas en el vivero. La germinación en bandejas exige un sustrato diferente a la reproducción mediante el sistema tradicional de bolsa (Alvarado y Solano, 2002).
- Según la delicadeza y el costo de semilla a germinar. Las semillas de plantas ornamentales y hortalizas son costosas y requieren de un sustrato completamente esterilizado a fin de obtener los altos porcentajes de germinación (Alvarado y Solano, 2002).
- Según el costo del sustrato mismo. Algunos sustratos por sus características también son muy costosos y resultan antieconómicas su adquisición en grandes volúmenes (Buamsscha, *et al.*, 2012).
- Según la velocidad de germinación. Algunos sustratos tienden a la proliferación de algas y líquenes cuando llevan mucho tiempo sin ser removidos (Pastor, 2000).
- Según la materia disponible en la región. En los viveros forestales se emplea materiales que puedan existir en la región para evitar costos excesivos en transporte (Alvarado y Solano, 2002).
- Según la experiencia de viverista. Algunas personas de manera empírica han adquirido experiencia que les permite decidir sobre cuál es el sustrato ideal según el objetivo que se persiga (Buamsscha, *et al.*, 2012).

Los nutrientes principales para el crecimiento de las plantas son dieciséis la cual son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría y estos provienen del aire y del suelo (FAO, 1992).

El uso de las fitohormonas es una práctica que se viene aplicando. Las fitohormonas son fitorreguladores de crecimiento producidos por las propias plantas, son compuestos orgánico naturales que aplicando en concentraciones pequeñas acelera o altera el funcionamiento biológico. Los reguladores de crecimiento más conocido son Auxinas, Giberelinas, Citocininas, etileno, ácidos básicos y entre otros (Quilambaqui, 2003).

#### **2.2.17. Agua**

El agua que se utiliza normalmente es agua de río, agua desmineralizada, agua de manantial y agua desionizada, el agua usada debe de estar libre de impurezas orgánicas e inorgánicas (ISTA, 2016).

El suministro de agua debe ser continuo para conseguir un óptimo desarrollo de las plantas posterior a la siembra, deben regarse en la mañana y en la tarde si es necesario, para evitar deficiencias de humedad en el sustrato que afecten la

germinación de las semillas, ya que una semilla recién embebida requiere humedad continua para su proceso de germinación (FAO, 2006).

En zonas de alta precipitación, se recomienda la construcción bajo coberturas plásticas (invernadero o túneles de plástico), de tal manera que se pueda controlar el exceso de humedad (FAO, 2006).

### **Riego**

Para el manejo del riego, se requiere previamente un conocimiento de la planta, medio radicular, condiciones ambientales. Es importante controlar la humedad del medio radicular y conocer la tensión de humedad, la cual está relacionada con el volumen de agua del medio, y poder decidir el volumen de agua y la frecuencia de aplicación. La cantidad de agua a aplicar debe de compensar la evapotranspiración (Valenzuela, Lizárraga y Díaz, s.f.).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se realizó en la Sub Estación Experimental INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) –San Gabán, Pampa Alegre en el distrito de San Gabán provincia de Carabaya de la región de Puno, ubicado a tres kilómetros de la ciudad de San Gabán en la siguiente posición geográfica (Anquise Ticahuanca, 2016):

- Latitud Sur: 13°27'50"
- Longitud Oeste: 70°27'50"
- Altitud: 620 m.s.n.m.
- Zona agroecológica: Sub Tropical Templado
- Región natural: Selva alta
- Distrito: San Gabán
- Provincia: Carabaya
- Región: Puno

Coordenadas UTM WGS 84 Latitud Sur en la zona 19 S.

Este – 350010.88

Norte – 8515074.24

##### 3.1.1. Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos de temperatura diarias de máxima y mínima fueron obtenidos del registro de SENAMHI – Puno de los meses de julio y agosto del año 2019, se detalla en el anexo II.

También se controló las temperaturas internas en el vivero de la Sub Estación experimental INIA con un termómetro digital Hygro-Thermometer registrando temperaturas diarias de máximas y mínimas durante dos meses julio y agosto del año 2019, como se detalla en el anexo III.

### 3.1.2. Características del campo experimental

Se realizó en el vivero forestal de la sub estación experimental INIA, se utilizaron tres camas de crecimiento, las medidas son las siguientes.

#### Camas

Largo: 9.5 m, Ancho: 1 m y Número de camas: 03 unidades

#### Repeticiones

Número de bloques: 03 unidades

Distanciamiento entre bloques: 0.5 m

Distanciamiento entre filas: 0.2 m

#### Bolsas de polietileno

Altura: 17 cm.

Ancho: 10 cm.

### 3.1.3. Análisis del suelo

El análisis del suelo se desarrolló en el laboratorio de INIA Salcedo.

**Tabla 2**

*Análisis de caracterización de suelos utilizados en los tratamientos*

Análisis mecánico				CO <sub>3</sub> Ca	Mat. Org. %	pH	C.E.
Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				
62	1	37	FA	0.00	3.63	5.96	0.177
Nutrientes disponibles				Cationes cambiabiles			
P (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Al me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Na me/100g	K me/100g
7.66	293.23	--	T	1.80	0.30	0.30	0.80

*Fuente:* (INIA, Laboratorio de analisis de suelo, 2019)

### 3.1.4. Análisis de la muestra de ácido piroleñoso

El análisis del ácido piroleñoso se realizó en la Universidad Nacional de Ingeniería en la Facultad de Ciencias, mediante un análisis cualitativo de ácido piroleñoso de tres especies en el Laboratorio Labicer N° 12, el método que se utilizó es Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, los componentes del ácido piroleñoso se muestran en el anexo VII.

#### Equipos utilizados

Cromatógrafo de gases. Shimadzu, GC-2010 Plus.

- Automuestreador: Shimadzu, AOC-6000.
- Detector de espectrometría de masas: shimadzu, GCMS-QP210 Ultra.

## 3.2. Población y muestra

### 3.3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es tipo experimental porque se determinó el efecto del ácido piroleñoso a diferentes concentraciones en la germinación de semillas y crecimiento inicial.

### 3.3.2. Tamaños de muestra

Para evaluar el poder germinativo y crecimiento inicial del ácido piroleñoso se trabajó con 9 tratamientos y un (1) testigo más tres (3) repeticiones por cada uno de ellos, por especie de semilla (sandía, cocona, cacao). Se determinó el porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, vigor germinativo, energía germinativa, altura de la planta, número de hojas, longitud de raíces y volumen de la raíz con una ficha de evaluación (ISTA, 2016).

**Tabla 3**

*Tratamiento para la germinación y crecimiento inicial de semillas sandía, cocona y cacao*

Tratamientos	Especie AP	Concen tración	Dosis (mL)	Repetic iones	Muestra de ácido piroleñoso
T-1	Bambú	0.01	100	3	T-Bambú (100 mL)
T-2	Bambú	0.001	10	3	T-Bambú (10 mL)
T-3	Bambú	0.0001	1	3	T-Bambú (1 mL)
T-4	Pisonay	0.01	100	3	T-Pisonay (100 mL)
T-5	Pisonay	0.001	10	3	T- Pisonay (10 mL)
T-6	Pisonay	0.0001	1	3	T- Pisonay (1 mL)
T-7	Cetico	0.01	100	3	T-Cetico (100 mL)
T-8	Cetico	0.001	10	3	T-Cetico (10 mL)
T-9	Cetico	0.0001	1	3	T-Cetico (1 mL)
T-10	Testigo	0.0	0	3	Testigo

**Tabla 4**

*Tamaño de muestra para la germinación de semillas*

Semillas	Nº de tratamientos	Nº de testigos	Nº de repeticiones	Total
Sandía	9	1	3	30
Cocona	9	1	3	30
Cacao	9	1	3	30

### **3.3.3. Parámetros evaluados**

- Porcentaje de germinación
- Energía germinativa
- Porcentaje de emergencia
- Vigor germinativo
- Altura
- Número de hojas
- Longitud de la raíz
- Volumen de la raíz

### **3.3. Materiales y equipos**

#### **3.3.1. Insumos**

Los insumos utilizados en el experimento son el ácido piroleñoso de las especies de *Guadua sarcocarpa* L. (Paca o Bambú), *Erythrina ulei* Harms (Pisonay) y *Cecropia sciadophylla* M. (Cetico) obtenidos mediante pirolisis en un horno pirolítico en la Sub Estación Experimental San Gaban, asimismo se utilizó formol al 40 % para desinfectar el sustrato.

#### **3.3.2. Materiales**

Los materiales utilizados para la ejecución del experimento en el vivero de la sub estación experimental son pulverizador de 5 L, fundas negras de polietileno (17 x 10 cm), plástico transparente, tamizador de arena y tierra, regla de 30 cm, marcadores Flexómetro 5 m (16”), cinta masking Tape 18 mm x 37 m, probetas de plástico de (500, 100 y 50 mL), recipientes de 20 L, Guantes quirúrgicos y malla Rachell (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

#### **3.3.3. Equipos**

Los equipos utilizados en la ejecución del experimento son cámara fotográfica Canon EOS rebel T6, scanner Epson L 495, balanza digital Strir (2000 g), termómetro digital Clock & Hygro – Thermometer y cromatógrafo de gases Shimadzu, GC-2010 Plus.

#### **3.3.4. Material genético**

El material genético utilizado fue semillas de cacao variedad CCN 51, semillas de cocona obtenidos de las parcelas experimentales de la Sub Estación Experimental San Gaban y semillas de sandía variedad de Santa Amelia se adquirió semillas certificadas de origen chileno.



### 3.4. Metodología

La metodología que se empleó para cada objetivo es mediante el siguiente procedimiento.

#### 3.4.1. Efectos de aplicación del ácido piroleñoso en el proceso de germinativo de semillas en el vivero.

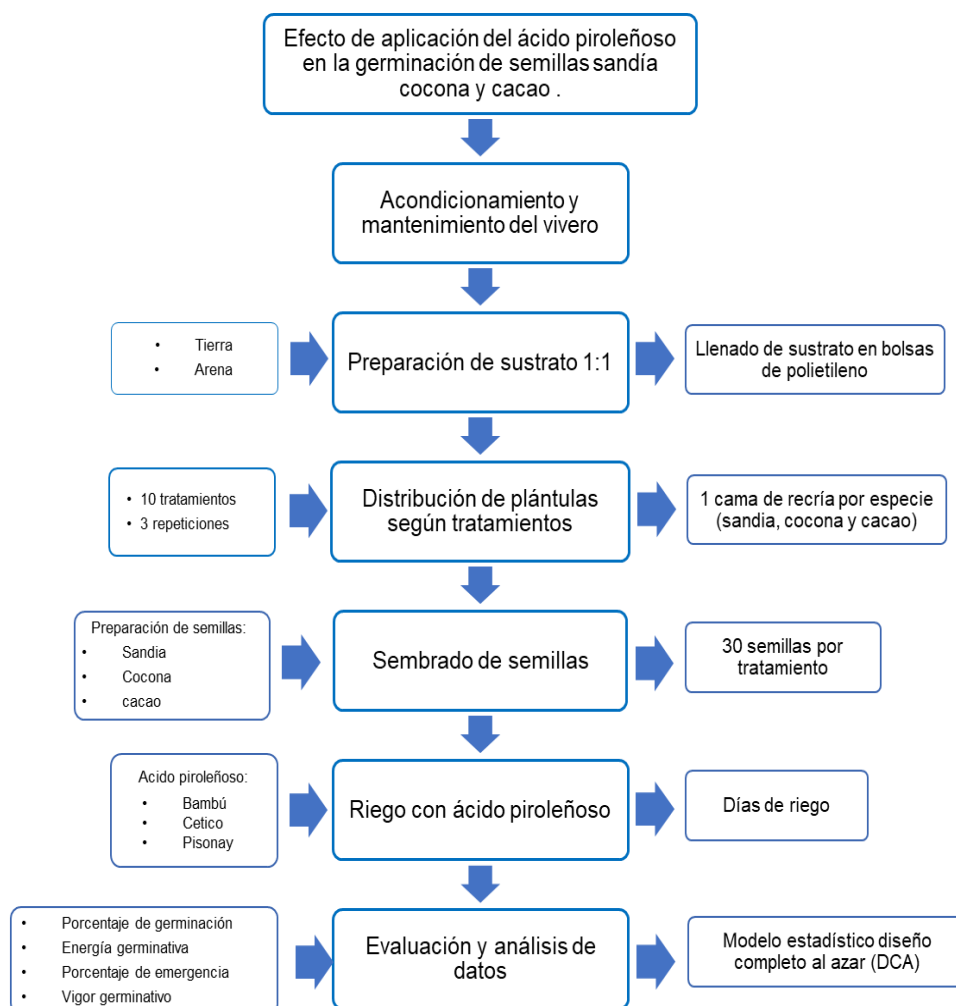


Figura 1. Diagrama de flujos del efecto del ácido piroleñoso en la germinación de semillas

#### a. Acondicionamiento y mantenimiento del vivero

Todo el procedimiento en el vivero de la sub estación experimental se desarrolló mediante la metodología de (ISTA, 2016; Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014)

Para la implementación y mantenimiento del vivero se desarrolló la preparación de camas de crecimiento o repique, para ello se desarrolló las siguientes labores, limpieza de malezas, instalación de bordes de la cama con material de

la zona (Bambú leñoso), nivelación de las camas e instalación de tinglado para las camas.

La instalación del tinglado de las camas se utilizó plástico transparente a una altura de 1.5 m. para tinglado para proteger a las plantas de las precipitaciones fluviales y para disminuir la radiación se instaló malla Rachel al 50 por ciento para el techo del vivero para regular el ingreso de la radiación solar (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

#### **b. Preparación del sustrato**

La preparación del sustrato se seleccionó tierra agrícola y arena de río. La tierra y arena se tamizaron en una malla para separar las impurezas. Posteriormente se desinfectó la arena y tierra utilizando un aspersor vertiendo 10 L de agua y 400 mL de formol, removiendo la mezcla hasta conseguir la homogeneidad y humedecer toda la porción de sustrato, luego se dejó cubierto con bolsas de plástico negro sellando herméticamente durante cinco días para que mate los patógenos, luego se dejó airear durante tres días para eliminar los gases. Posterior a la desinfección se procedió a mezclar la tierra con la arena utilizando la combinación de (1:1), (Alvarado y Solano, 2002). (ISTA, 2016).

Posteriormente se transfirió el sustrato en las bolsas de polietileno de 17 x 10 cm para 2700 plántulas y 200 para el efecto de borde, estas labores se realizaron manualmente compactando la bolsa con la ayuda de pequeña presión en los dedos. Después se acomodaron las bolsas en las camas de recría de acuerdo a los tratamientos para cada especie (sandía cocona y cacao) y realizando la separación de las repeticiones por bloques. La distribución se desarrolló de acuerdo a la figura 3 (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

#### **c. Distribución de las plántulas**

La distribución de los tratamientos se desarrolló en tres camas, para cada cama pertenece una especie (sandía, cocona y cacao), en cada cama tiene tres repeticiones distribuidos en repeticiones, la distribución de tratamientos en cada bloque se realizó de forma aleatoria como se muestra en la figura 2 (Botto, 1999).

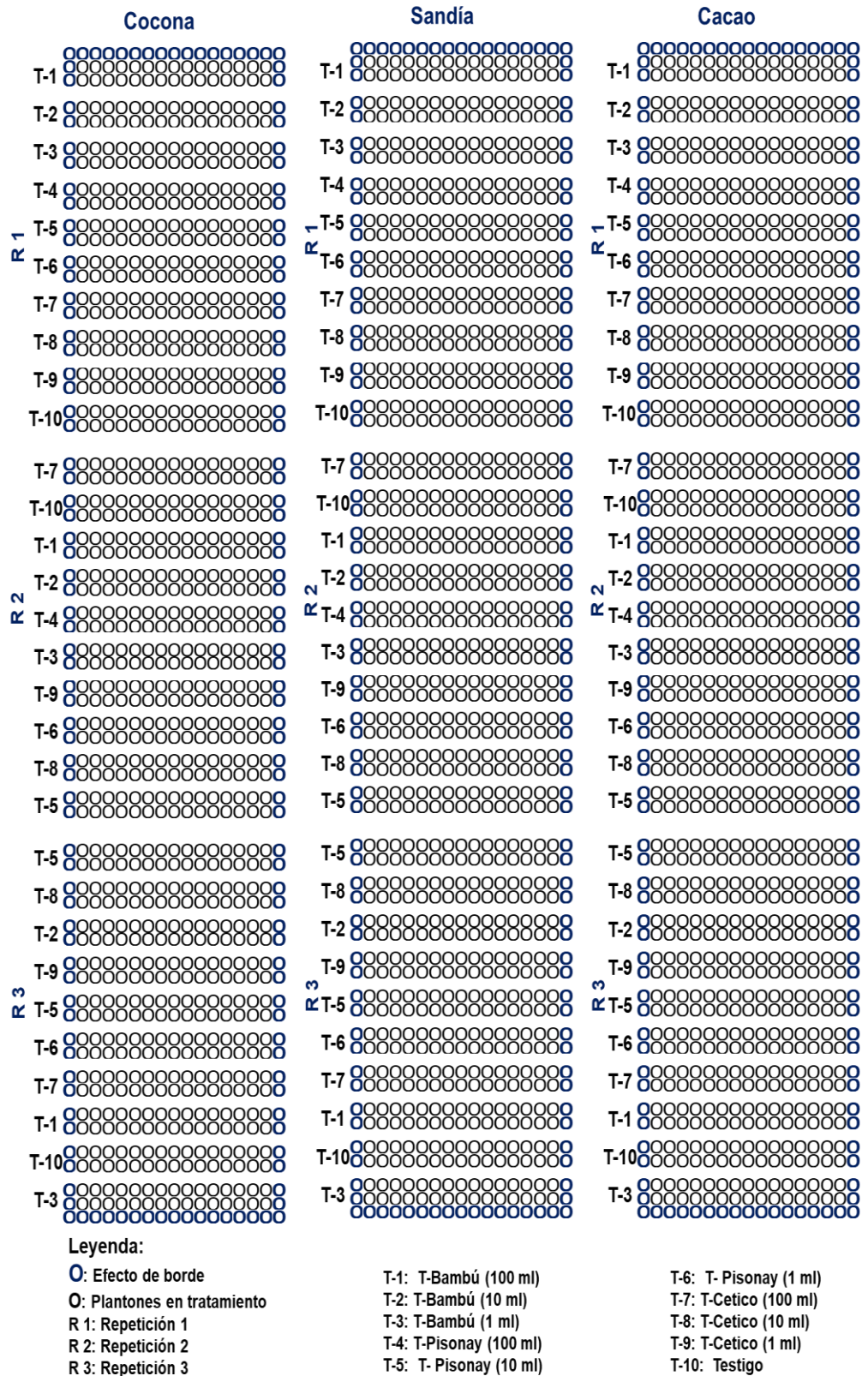


Figura 2. Distribución de los tratamientos en bloques de tres especies (sandía, cocona y cacao).

#### d. Preparación de semillas

La obtención de semillas para la siembra se realizó para las especies de sandía, cocona y cacao utilizando la metodología del autor, Arvelo, González León, Maroto y Montoya, (2017)

- **Cacao:** para obtener las semillas se cosecho las mazorcas de 30 a 40 cm de longitud de la variedad CCN51, en un estado de madurez fisiológica de una edad aptas para este fin, se procedió a sacar la testa de la cubierta y se eliminó las semillas de los extremos (Arvelo, González, Maroto y Montoya, 2017; Paredes, 2004).
- **Cocona:** las semillas de cocona se cosecho los frutos más grandes de las parcelas de plantaciones de la sub estación experimental INIA San Gaban, se utilizó las semillas de 5 frutos seleccionados, las semillas se lavaron en agua destilada y tamizarlos obteniendo semillas puras y selectas. Luego se procedió a secarlas a temperatura ambiente sin radiación solar durante una semana (INIA, 2006).
- **Sandía:** se adquirieron semillas certificadas de la variedad de Santa Amelia de la empresa Seminis de origen chileno.

Se utilizaron semillas de cocona, sandía y cacao, se colocaron 30 semillas por tratamiento y se consideraron para el efecto de borde 160 semillas por cada especie, como se detalla en la tabla 5 las semillas utilizadas (Perez, Ochoa, Vargas y Mendoza, 2011).

**Tabla 5**

*Semillas utilizadas para la germinación y crecimiento inicial*

Especie	Número de semillas por tratamiento	Número de tratamientos	Número de repeticiones	Efecto borde	Número total de semillas
Sandía	30	10	3	160	1100
Cocona	30	10	3	160	1100
Cacao	30	10	3	160	1100

#### e. Propagación de semillas

Luego se procedió a sembrar las semillas de forma directa una en cada bolsa distribuyendo de manera homogénea. Para siembra las semillas se desarrolló una apertura de un hoyo con un repicador, 4 cm para el cacao, 2 cm. para la sandía y 1 cm para la cocona, esto dependiendo del tamaño de las semillas, cubriendo encima una capa de 0.5 cm de sustrato y dejando un espacio de 1 cm para acumular el agua del riego (Oliva, Vacalla, Pérez y Tucto, 2014).

## f. Riego

Posterior a la siembra se realizaron los riegos de acuerdo a los tratamientos y concentraciones de ácido piroleñoso. El primer riego se realizó el día de la siembra. Se aplicó mediante un aspersor para cada tratamiento, el riego se realizó cada dos días durante una semana, posterior a ello los tiempos de riego se prolongaron más porque las plantas mostraban mucha humedad, el exceso de humedad podría afectar a las raíces de la planta. Se detalla en la tabla 6 los días de riego (Santos, Juan, Picornell y Tarjuelo, 2010).

**Tabla 6**

*Días de riego en el proceso de germinación de semillas.*

Número de riegos	Periodo de riego (días)	Cantidad de riego por tratamiento (L)	Observaciones
1	Inicio	0.5	Día de la siembra
2	2	0.5	Riego con AP
3	2	0.5	Inicio de la germinación
4	2	0.5	Etapa de germinación
5	2	0.5	Etapa de germinación
6	5	1.0	Etapa de germinación
7	5	1.0	Fin de la etapa de germinación

El riego se desarrolló con las soluciones del ácido piroleñoso de las especies de Bambú, Cético y Pisonay con una dosis de (1, 10, 100 mL)

## g. Evaluación

Se realizaron evaluaciones cada día contabilizando el número de semillas germinadas por un periodo de 20 días, para la sandía y cocona y 25 días para el cacao, se determinó los efectos del ácido piroleñoso obteniendo los resultados de porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, vigor germinativo y energía germinativa en las semillas de sandía, cocona y cacao y se utilizaron el modelo estadístico de diseño completo al azar (DCA) Suarez & Marina M., (2010).

### - Porcentaje de germinación

Se evaluó las semillas germinadas a los 20 días para la sandía y cocona y durante 25 días para el cacao después de la siembra, se determinó por el conteo del número de semillas germinadas por cada especie de sandía, cocona y cacao y se determina por la siguiente formula (Martínez, Virgen, Peña y Santiago, 2010).

$$PG = \frac{Sg}{Ss} * 100 \quad (5)$$

PG = porcentaje de germinación

Sg = nº de semillas que germinan

Ss = nº total de semillas sembradas

- **Energía germinativa**

Se determinó mediante el conteo en un cuarto de tiempo que se empleó para el porcentaje de germinación, con este parámetro se determinó la velocidad de germinación, pero esto depende de la especie a germinar. Se determinó con la siguiente fórmula (Campos Cerna y Chico, 2014).

$$Eg = \frac{Nsg}{Ts} x 100 \quad (6)$$

EG = Energía germinativa

Nsg = número de semillas germinadas diariamente (Periodo de energía)

Ts= total de semillas puestas a germinar

- **Porcentaje de emergencia**

Se evaluó en número de plántones emergidas por cada tratamiento se evaluado con un conteo diario de las plántulas emergidas durante 20 días para las especies de cacao y cocona y para la sandía durante 10 días. Se calculó con la siguiente formula (Cervantes *et al.* 2006).

$$\%E = \frac{Pe}{Ts} * 100 \quad (7)$$

%E = porcentaje de emergencia

Pe = Plántulas emergidas durante el ensayo

Ts = Total de semillas sembradas.

- **Vigor germinativo**

Se calculó determinando el valor más alto de germinación en un determinado día, se calculó con la siguiente formula (Maguire, 1962)

$$M = \sum \frac{(Ni)}{T} x 100 \quad (8)$$

M= velocidad de germinación

Ni= número de semillas germinadas en el día

T= es el tiempo desde la siembra hasta el conteo de germinación

### 3.4.2. Dosis optima de tratamiento del ácido piroleñoso.

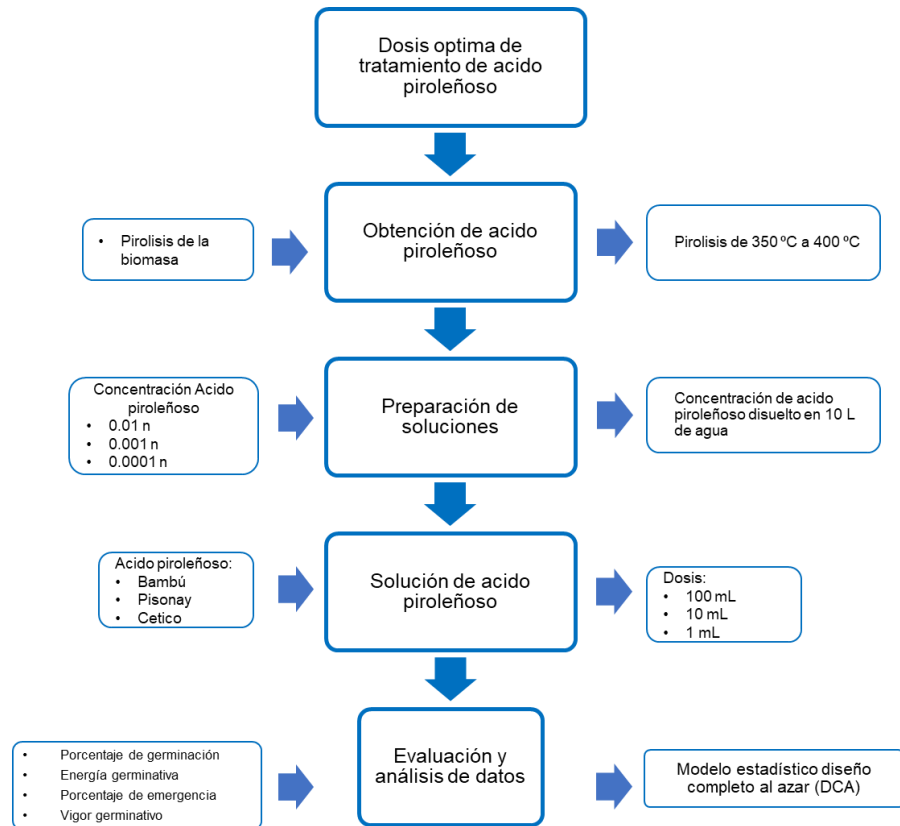


Figura 3. Diagrama de flujos de dosis optima de tratamiento.

Las muestras de ácido piroleñoso se obtuvieron mediante un proceso de pirólisis de la madera de las especies de Bambú, Cetico y Pisonay en un horno pirolítico a una temperatura de 350 a 400 °C, se obtuvo de una biomasa de 75 kg un promedio de 20 L de ácido piroleñoso de cada especie.

Se evaluó la dosis optima mediante las concentraciones de ácido piroleñoso (1, 10, 100 mL) de dosis. Se determinó mediante poder germinativo de las semillas, energía germinativa, vigor de la semilla y emergencia de la semilla. Para las muestras de ácido piroleñoso de las especies de Bambú, Cetico y Pisonay, según (Kodata, Hirano y Imizu, 2002).

Las tres dosis para trabajar son las siguientes concentraciones.

- Concentración de 0.01: se utilizó 100 mL de ácido piroleñoso por cada 10 L de agua y el riego se realizará cada dos días
- Concentración de 0.001: se utilizó 10 mL de ácido piroleñoso por cada 10 L de agua y el riego se realizará cada dos días

- Concentración de 0.0001: se utilizó 1 mL de ácido piroleñoso por cada 10 L de agua y el riego se realizará cada dos días

En la siguiente tabla 7 se puede apreciar los tratamientos que se usaron para el experimento.

**Tabla 7**

*Dosis de tratamiento para la germinación y crecimiento inicial de semillas sandía, cocona y cacao*

Tratamientos	Muestra de ácido piroleñoso	Concen tración	Dosis (mL)	Repetic iones	Muestra
T-1	Bambú	0.01	100	3	T-Bambú (100 mL)
T-2	Bambú	0.001	10	3	T-Bambú (10 mL)
T-3	Bambú	0.0001	1	3	T-Bambú (1 mL)
T-4	Pisonay	0.01	100	3	T-Pisonay (100 mL)
T-5	Pisonay	0.001	10	3	T- Pisonay (10 mL)
T-6	Pisonay	0.0001	1	3	T- Pisonay (1 mL)
T-7	Cetico	0.01	100	3	T-Cetico (100 mL)
T-8	Cetico	0.001	10	3	T-Cetico (10 mL)
T-9	Cetico	0.0001	1	3	T-Cetico (1 mL)
T-10	Testigo	0.0	0	3	Testigo

La preparación de la muestra para el riego se desarrolló en recipientes de 10 L diluyendo cada tratamiento según las dosis para cada tratamiento.

El riego de los tratamientos se realizó mediante un pulverizador de 5 L aplicando hasta humedecer todo el tratamiento, según la cantidad establecida en la tabla 7.

San Gabán tiene un clima tropical, la precipitación anual es de 5224 mm al año y con una temperatura promedio 23.3 °C (SENAMHI, 2019). Las precipitaciones no interfirieron en la germinación, el vivero estuvo cubierto el techo para proteger de las precipitaciones y el riego fue controlado mediante la aplicación de ácido piroleñoso.

### **Evaluación**

Se determinó la dosis óptima (1, 10, 100 mL) de ácido piroleñoso para mejorar los resultados de porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, vigor germinativo y energía germinativa en las semillas de sandía, cocona y cacao y se evaluó con el método estadístico de diseño completo al azar (DCA)



### 3.4.3. Efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de las semillas sandía, cocona y cacao.

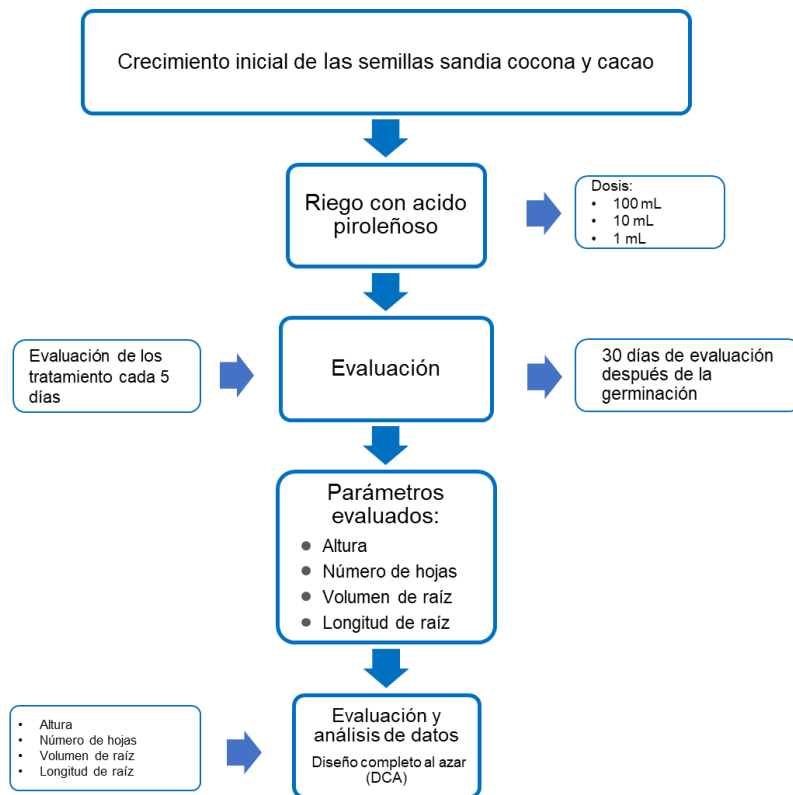


Figura 4. Diagrama de flujos de los efectos del ácido piroleñoso crecimiento inicial de semillas sandía cocona y cacao.

Para la evaluación de la altura, número de hojas, longitud de la raíz y volumen de raíz se determinó un tamaño de muestra de una población, para ello se evaluó 21 plántulas de cada tratamiento, para la evaluación se escogieron 21 plántulas de forma aleatoria, se detalla en la tabla 8 el número de evaluaciones de cada especie, el tamaño de muestra se determinó con la siguiente formula (Aguilar Barojas, 2011).

$$n = \frac{Z^2 * N * P * q}{e * (N - 1) + (Z^2 * P * q)} \quad (9)$$

n= Tamaño de muestra a evaluar

Z= nivel de confianza (seguridad al 95%=1.96)

N= Total de la población (30 plántulas de cada tratamiento)

P= Proporción esperada (5%=0.05)

q= 1-P (1-0.05 = 0.95)

e= Precisión o error de estimación (5%)

**Tabla 8***Número de plántulas evaluados para el crecimiento inicial.*

<b>Especie</b>	<b>Tamaño de muestra a evaluar</b>	<b>Número de tratamiento</b>	<b>Número de repeticiones</b>	<b>Total, de plántulas evaluadas</b>
Sandía	21	10	3	630
Cocona	21	10	3	630
Cacao	21	10	3	630

El riego en la etapa de crecimiento inicial se desarrolló cada 5 días de acuerdo a las dosis de tratamiento. En la siguiente tabla 9 se reporta los tiempos establecidos para el riego después de la siembra.

**Tabla 9***Días de riego en el proceso de crecimiento inicia de las semillas.*

<b>Número de riegos</b>	<b>Periodo de riego (días)</b>	<b>Cantidad de riego por tratamiento (L)</b>	<b>Observaciones</b>
7	5	1	Inicio de medición de alturas
8	5	1	
9	5	1.5	
10	5	1.5	
11	5	1.5	
12	5	1.5	Final del riego, inicia evaluación de raíz

**Evaluaciones**

Se realizaron evaluaciones periódicas cada cinco (05) días por un periodo de 30 días, se determinará los efectos del ácido piroleñoso obteniendo los resultados de altura de la plántula, número de hojas, longitud de la raíz, volumen de la raíz. Para la evaluación de la longitud de la raíz y volumen de la raíz se realizó al final después de los 30 días de evaluación en la altura y número de hojas. Se utilizó el modelo estadístico de diseño completo al azar (DCA).

**a. Altura**

Esta variable se midió después de la germinación, cuando ya aparecieron los cotiledones desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la planta. Se utilizó una regla de 30 cm. para las mediciones, las mediciones se realizaron cada 5 días durante 30 días posterior a la germinación (Ochoa, Martinez, Ramirez y Correa, 2012).

#### **b. Número de hojas**

Se contabilizaron el número de hojas, incluye el conteo de nuevas hojas y brotes, las mediciones se realizaron cada 5 días durante 30 días posteriores a la germinación. Esta evaluación se desarrolló paralelamente con la evaluación de la altura (ISTA, 2016).

#### **c. Longitud de la raíz.**

Para la evaluación de la raíz se seleccionaron las plántulas evaluadas, luego se sumergió en agua para extraer y no se dañen las raíces para luego evaluarlos la longitud de la raíz (Osorio, Leiva y Ramírez, 2017).

Esta variable se midió mediante un escáner y una regla milimetrada. Esta medición se desarrolló al final después de 30 días de la etapa de crecimiento.

- Se seleccionó las plántulas de cada tratamiento que fueron evaluados en la altura y número de hojas según la Tabla 8 para luego hacer el proceso de destrucción para extraer las raíces (Guevara y Guenni, 2013).
- Se realizó un escaneado en una impresora Epson en formato JPG (Osorio, Leiva y Ramírez, 2017).
- Y por último se realizó la lectura de los resultados mediante las imágenes escaneados. (FAO, 2001).

#### **d. Volumen de la raíz**

Para hallar esta variable se desarrolló mediante una balanza analítica y una probeta de 100 mL. Aplicando el teorema de Arquímedes para volúmenes irregulares, “todo cuerpo sumergido en un fluido, experimenta un empuje vertical, de igual magnitud, pero de sentido opuesto al peso del fluido que desplaza dicho cuerpo” (Cardona, Bautista, Flores Velasco y Fischer, 2016).

- Se cortó la raíz a la altura del cuello de la planta 21 plántulas de cada tratamiento según la tabla 8.
- Se llenó agua a la probeta de 100 mL, luego pesar en la balanza, anotar el peso inicial (Guevara y Guenni, 2013).
- Posteriormente se hace un lavado de las raíces para que no afecte en las mediciones (Córdoba, Vargas, López y Muñoz, 2011).

- Se introdujo la raíz en la probeta graduada hasta que este se introduzca hasta el borde del nivel del agua, anotar la variación de peso final (Cardona, Bautista, Flores Velasco y Fischer, 2016).
- Para calcular el volumen realizado con la siguiente formula: Volumen = (Peso final - Peso inicial) (Cardona, Bautista, Flores Velasco y Fischer, 2016).

### 3.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico que se utilizó es un diseño completo al azar (DCA), donde se evaluó el efecto del ácido piroleñoso en la germinación de semillas, dosis optima de ácido piroleñoso y crecimiento inicial de las especies de sandía, cocona y cacao. Para la comparación de las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey a una probabilidad de 0,05. Para ello se empleó con la siguiente metodología según (Hernandez, Fernandez y Baptista, 1997).

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + u_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$$

$y_{ij}$  : Variable aleatoria que representa la observación  $j$ -ésima del  $i$ -ésimo tratamiento (nivel  $i$ -ésimo del factor).

$\mu$  es un efecto constante. Media global.

$T_i$ : El efecto producido por el nivel  $i$ -ésimo del factor principal.  $\sum_i T_i = 0$ .

$U_{ij}$ : Variables aleatorias independientes con distribución  $N(0, \sigma)$ .

#### Tabla 10

*Análisis de varianza (ANOVA) de modelo de diseño completo al azar.*

F.V.	S.C. de	G. L.	C. M.	Fexp
Entre tratamientos	SCTr	I-1	CMTr	CMTr/CMR
Residual	SCR	n-I	CMR	
TOTAL	SCT	n-1	CMT	

*Fuente:* (Lara, 2008)

Donde:

1) SCT: Suma total de cuadrados.

2) SCTr: Suma de cuadrados entre tratamientos.

3) SCR: Suma de cuadrados del error o residual.

1') CMT: Cuadrado medio total:  $CMT = SCT / (N - 1)$

2') CMTr: Cuadrado medio entre tratamientos:  $CMTr = SCTr / (I - 1)$

3') CMR: Cuadrado medio residual:  $CMR = SCR / (I - 1) (J - 1)$

### **Coefficiente de variación**

Para calcular el coeficiente de variación (CV) se determina mediante la siguiente fórmula (Hernandez *et al*, 1997)

$$CV = \sqrt{CMR} / \bar{X} \quad (10)$$

CMR: Cuadrado medio residual

$\bar{X}$ : media aritmética

Es un indicador de la calidad del experimento para aceptar y rechazar la calidad de un experimento, para ensayos para viveros considera que inferiores al 10 % son muy aceptables, de 10 a 20% es aceptable y mayores al 20% no son confiables (Gordon y Camargo, 2015)

Para el análisis de la información del efecto del ácido piroleñoso en la germinación de semillas, la dosis óptima del ácido piroleñoso y crecimiento de las plántulas con el método estadístico de diseño de completo al azar (DCA), se evaluó con el software Excel versión 2016 y software InfoStat versión 2017I, se evaluará el análisis de varianza (ANOVA).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Efectos de aplicación del ácido piroleñoso en el proceso de germinativo de semillas en el vivero

##### 4.1.1. Porcentaje de germinación

En la tabla 11, se muestran los resultados del análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar el efecto del ácido piroleñoso en el porcentaje de germinación de las semillas de sandía, cocona y cacao. No se muestra diferencias significativas con los efectos del ácido piroleñoso en la germinación de semillas de sandía, para las semillas de cocona y cacao si se muestra efectos significativos de la aplicación del ácido piroleñoso.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.*

Especie	F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	CV (%)
Sandía	Tratamiento	192.05	9	21.34	0.60	0.7841	
	Error	714.02	20	35.60			6.49
	Total	906.07	29				
Cocona	Tratamiento	2144.86	9	238.32	14.47	<0.0001	
	Error	318.39	20	15.92			4.52
	Total	2463.25	29				
Cacao	Tratamiento	522.46	9	58.05	3.47	0.0098	
	Error	334.45	20	16.72			4.28
	Total	856.91	29				

El coeficiente de variación determinado para el porcentaje de germinación en semillas de sandía fue 6.49 %, para las semillas de cocona fue 4.52 % y para semillas de cacao fue 4.28 %, el cual estos resultados están en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), indica una buena precisión

experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos estudiados con diferentes dosis con la aplicación de ácido piroleñoso.

**Tabla 12**

*Prueba de significancia Tukey para el porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.*

N.º	Sandía			Cocona			Cacao		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-8	95.57	A	T-2	96.70	A	T-8	100.00	A
2	T-2	95.57	A	T-3	95.57	AB	T-2	100.00	A
3	T-3	94.43	A	T-9	95.57	AB	T-9	97.77	A
4	T-1	93.37	A	T-5	93.33	AB	T-7	96.67	A
5	T-7	92.23	A	T-8	93.30	AB	T-6	95.57	AB
6	T-6	91.10	A	T-6	92.23	AB	T-3	95.57	AB
7	T-10	90.00	A	T-10	85.57	ABC	T-4	95.57	B
8	T-5	90.00	A	T-7	84.43	BC	T-5	95.57	B
9	T-4	90.00	A	T-1	74.47	CD	T-1	93.33	B
10	T-9	87.77	A	T-4	72.20	D	T-10	84.43	B

En la tabla 12 se puede apreciar de acuerdo a la prueba de significancia de Tukey al 0.05 de probabilidad, la aplicación de ácido piroleñoso (AP) de (Bambú, Cetico y Pisonay) en la germinación de semillas sandia no tiene efectos significativos. Para las semillas de cocona no resultó efectos significativos con la aplicación del AP en la germinación de semillas, sin embargo, se obtuvo los valores más altos con la aplicación de AP de Bambú en el tratamiento T-2 con un porcentaje de germinación de 96.70 %, en comparación con el tratamiento testigo T-10 obteniendo el 85.57%. El porcentaje de germinación de semillas de cacao resultó efectos altamente significativos con la aplicación de AP de cético y Bambú obteniendo el 100 % de germinación de semillas con los tratamientos T-8 y T-2 asignando una ponderación de (A), mientras que el tratamiento testigo T-10 se obtuvo 84.43 % de germinación de semillas asignando una ponderación estadística de (B).

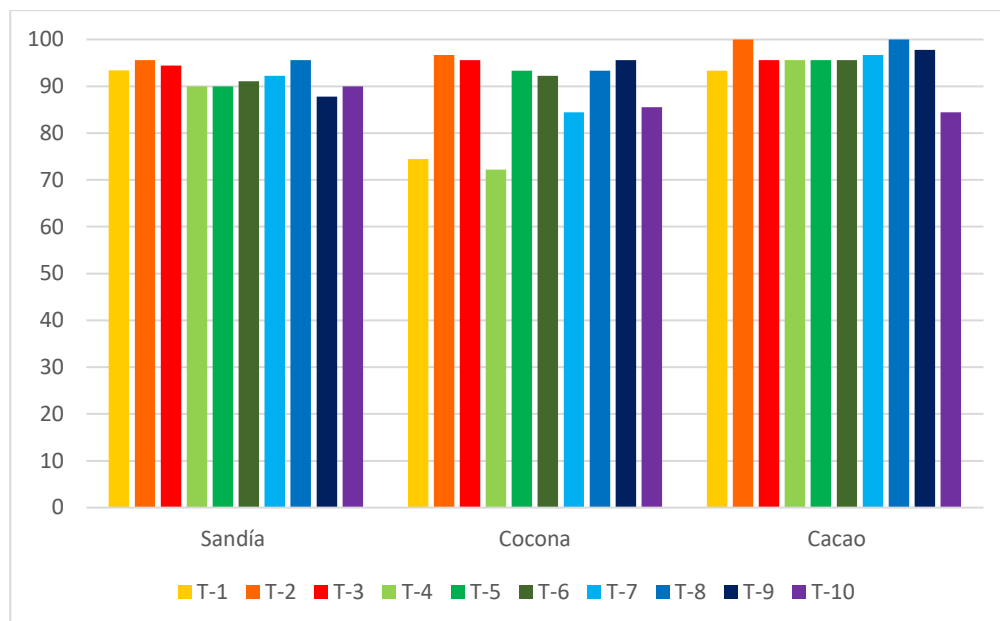


Figura 5. Porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.

En la figura 5, se aprecia la representación gráfica del porcentaje de germinación de las semillas sandía, cocona y cacao, donde el mejor tratamiento T-2 y T-8 sobresalen en el promedio de germinación de semillas, también se puede apreciar que el tratamiento de T-10 presenta los porcentajes de germinación bajos. Sin embargo, la aplicación de ácido piroleñoso de Bambú y Cetico tiene efectos significativos con una dosis de 10 mL en la germinación de semillas cocona y cacao.

Los resultados del análisis de la composición de los ácidos piroleñosos de las especies de Bambú, Cetico y Pisonay tienen muchas sustancias extractivas en los árboles, los diferentes compuestos que tiene el ácido piroleñoso son (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), la especie de Bambú tiene 12 compuestos orgánicos (32.15 % de ácidos, 37% de alcoholes, 14.27% fenoles y 15.81% de componentes neutros) la especie de Pisonay resultó con 20 compuestos orgánicos (27.20% de ácidos, 36.06% de alcoholes, 13.55% fenoles y 23.19% de componentes neutros) y la especie de Cetico tiene 23 compuestos orgánicos (13.02% de ácidos, 31.23% de alcoholes, 15.47% fenoles y 40.34% de componentes neutros),

Chuaboom, (2016), aplicó ácido piroleñoso de Bambú para mejorar la germinación de semillas de arroz, donde obtuvo resultados similares aumentando significativamente el porcentaje de germinación de semillas por la capacidad de inhibir los agentes patógenos debido a sus componentes químicos.



Mu, Uehara y Funuru, (2003), obtiene resultados similares con la aplicación de ácido piroleñoso de Bambú, obtenidos a diferentes temperaturas del AP, también reporta que la composición son las mismas en la recolección a diferentes temperaturas, no obstante, la recolección de AP de 200 °C a 250 °C mostraron los resultados más altos en la germinación de semillas de Crisantemo y Berro por las sustancias activas que se encuentran en los extractivos de los árboles que tiene el efecto regulador sobre la germinación y crecimiento de las plantulas.

La aplicación del AP no resultó efectos en sandía porque es una planta anual y su germinación es muy rápida germinando a los 5 días después de la siembra, mientras que la cocona es una planta semiperenne, tuvo mayor efecto que en la sandía, mientras que el cacao es una planta perenne y si muestra efectos significativos con la aplicación de AP, la aplicación beneficia a semillas con latencia.

Luo *et al.*, (2019), evaluó los efectos del AP de Alamo, así no muestra efectos sobre la germinación de semillas de pimiento y tomate, pero si estimuló su crecimiento. Las semillas de tomates y pimiento son plantas anuales, su germinación del tomate es de 3 a 5 días mientras que del pimiento son de 5 a 10 días.

Saray, (2000) indica que la temperatura óptima para un buen desarrollo de germinación de semillas sandía es de 18 a 25 °C, no tolerando inferiores a los 10 °C y superiores a 35 °C. Carbajal y Balcazar, (1988) menciona que la cocona germina en temperaturas de 15 y 25 °C sin presencia de heladas. Paredes, (2004) reporta que la temperatura óptima para la germinación de cacao es dentro de los 18 a 30 °C. Las condiciones ambientales en el distrito de San Gabán de acuerdo a los datos meteorológicos del SENAMHI la temperatura fluctuó de 9.47 a 26.82 °C, por ende, las temperaturas controladas en el vivero fluctuó de 18.34 a 28.86 °C, por lo tanto, favoreció en el comportamiento heterogéneo en la germinación uniforme de las semillas de sandía, cocona y cacao.

#### 4.1.2. Energía germinativa

Los resultados de análisis de varianza se muestran en la Tabla 13, con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar el efecto del ácido piroleñoso en la energía germinativa de las semillas de sandía, cocona y cacao. No tiene diferencias significativas en la energía germinativa de semillas de sandía, para las semillas de cocona y cacao si se muestra efectos significativos con la aplicación del ácido piroleñoso.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de la energía germinativa de semillas sandía, cocona y cacao.*

<b>Especie</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>	<b>CV (%)</b>
Sandía	Tratamiento	336.51	9	37.39	1.23	0.3329	
	Error	609.06	20	30.45			6.25
	Total	945.57	29				
Cocona	Tratamiento	2064.33	9	229.37	4.30	0.0032	
	Error	1066.46	20	53.32			8.45
	Total	3130.79	29				
Cacao	Tratamiento	599.58	9	66.62	2.53	0.0404	
	Error	527.20	20	26.36			5.58
	Total	1126.78	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para la energía germinativa fue de 6.05 % de semillas de sandía, 8.45 % para semillas de cocona y 5.58 % para semillas de cacao, el cual estos resultados están en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), indica una buena precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos estudiados con diferentes dosis con la aplicación de ácido piroleñoso.

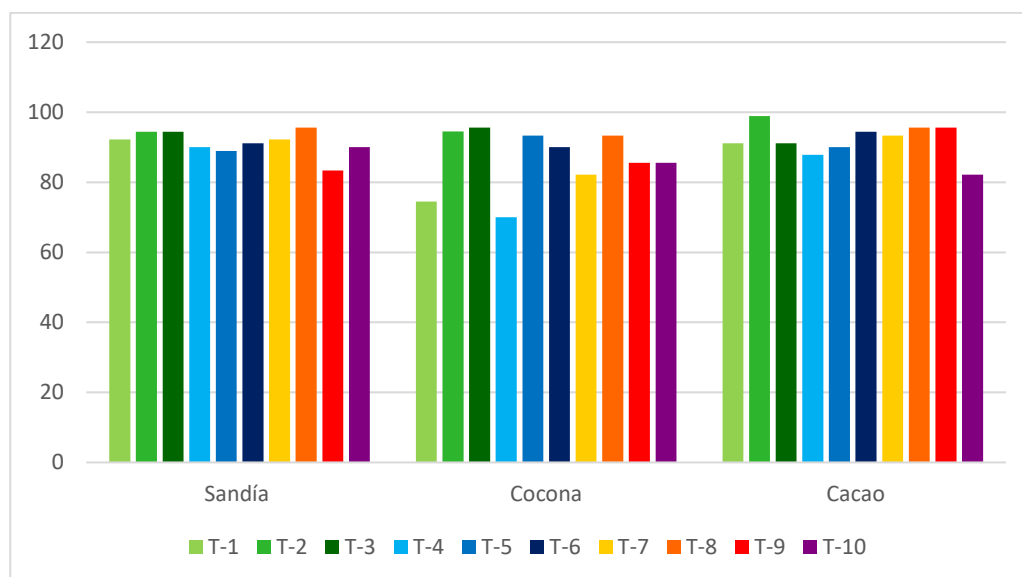
**Tabla 14**

*Prueba de significancia Tukey para la energía germinativa de semillas sandía, cocona y cacao.*

Especie	Orden de merito	Tratamiento	Días de germinación			Porcentaje de semillas germinada	Significancia
			Inicio	Termino	Periodo		
Sandía	1	T-8	5	8	3	95.57	A
	2	T-3	5	8	3	94.43	A
	3	T-2	5	8	3	94.43	A
	4	T-7	5	8	3	92.23	A
	5	T-1	5	8	3	92.23	A
	6	T-6	5	10	5	91.10	A
	7	T-10	5	10	5	90.00	A
	8	T-4	5	8	3	90.00	A
	9	T-5	5	9	4	88.90	A
	10	T-9	5	9	4	83.33	A
Cocona	1	T-3	9	16	7	95.57	A
	2	T-2	9	16	7	94.47	A
	3	T-5	10	19	9	93.33	A
	4	T-8	10	19	10	93.30	A
	5	T-6	10	19	9	90.00	AB
	6	T-9	10	19	9	85.57	AB
	7	T-10	11	20	9	85.57	AB
	8	T-7	12	19	7	82.20	AB
	9	T-1	11	20	9	74.47	AB
	10	T-4	11	19	8	70.00	B
Cacao	1	T-2	12	20	8	98.90	A
	2	T-8	12	20	8	95.57	AB
	3	T-9	12	20	8	95.57	AB
	4	T-6	12	21	9	94.43	AB
	5	T-7	12	20	8	93.33	AB
	6	T-1	12	20	8	91.13	AB
	7	T-3	12	20	8	91.10	AB
	8	T-5	12	20	8	90.03	AB
	9	T-4	12	20	8	87.80	AB
	10	T-10	13	22	9	82.20	B

En la tabla 14, se aprecia según la prueba de significancia de Tukey al 0.05, los resultados de la energía germinativa en las semillas de sandía no tienen efectos significativos con la aplicación del AP, empezó a germinar a los 5 días con un periodo de germinación de 3 a 5 días, con una ponderación de (A). La energía germinativa de las semillas de cocona si tiene efectos con la aplicación AP de Bambú obteniendo el mejor tratamiento T-3 y T-2 llegando al 95.57% y 94.45 %, iniciando la germinación a los 9 días con un periodo de 7 días sin embargo, el tratamiento testigo T-10 resultó 85.57 % iniciando su germinación a los 10 días después de la siembra con un periodo de germinación de 9 días, los tratamientos con una dosis alta iniciaron su germinación a los 11 días con un

periodo de germinación de 8 días. Para las semillas de cacao resultó efectos altamente significativos con la aplicación de AP de Bambú y Cetico en la energía con el tratamiento T-2 obteniendo 98.90% y T-8 obteniendo 95.57 %, iniciando su germinación a los 12 días con un periodo de 8 días, en cambio con el tratamiento testigo T-10 resultó 82.23 % iniciando su germinación a los 13 días con un periodo de germinación de 9 días.



*Figura 6.* Energía germinativa de las semillas sandía, cocona y cacao.

En la figura 6, se aprecia la representación gráfica de la energía germinativa de las semillas sandía, cocona y cacao, donde las semillas de sandía no muestra efectos, sin embargo en las semillas de cocona se observa el tratamiento T-2, T-8 y T-3, con los mejores resultados, en las semillas de cacao se evidencia con mejores resultados que sobresalen son los tratamientos T-2, T-8 y T-9, pero el tratamiento testigo resultó con bajos porcentajes de energía germinativa.

Borrajo, (2006), reporta que las semillas con una buena energía germinativa emergerán en el campo rápidamente minimizando las pérdidas de las semillas por depredadores u otros factores que influyen. Así mismo, López, (2017) menciona que las semillas de cacao no toleran la desecación por ser recalcitrantes al estar expuesto en mayor tiempo reduciendo su energía germinativa.

#### 4.1.3. Porcentaje de emergencia

Los resultados de análisis de varianza se muestran en la tabla 15, con un nivel de confianza del 95 % de variabilidad para determinar el efecto del ácido piroleñoso en porcentaje de emergencia de las semillas de sandía, cocona y cacao. La aplicación no tiene diferencias significativas con los efectos del ácido piroleñoso en el porcentaje de emergencia de semillas de sandía, mientras que para las semillas de cocona y cacao si se obtuvo efectos altamente significativos de la aplicación del ácido piroleñoso porque el P-valor es menor a 0.05.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.*

Especie	F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	CV (%)
Sandía	Tratamiento	192.05	9	21.34	0.60	0.7841	
	Error	714.02	20	35.70			7.29
	Total	906.07	29				
Cocona	Tratamiento	2144.86	9	238.32	14.97	0.0001	
	Error	318.39	20	16			4.52
	Total	2463.25	29				
Cacao	Tratamiento	522.46	9	58.05	3.47	0.0098	
	Error	334.45	20	16.72			4.28
	Total	856.91	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para el porcentaje de emergencia de semillas de sandía fue de 7.29 %, para semillas de cocona 4.52 % y para semillas de cacao es 4.28 %, el cual estos resultados están en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), son muy aceptables la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 16**

*Prueba de significancia Tukey para el porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.*

N.º	Sandía			Cocona			Cacao		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-8	95.57	A	T-2	96.70	A	T-8	100.00	A
2	T-2	95.57	A	T-3	95.57	AB	T-2	100.00	A
3	T-3	94.43	A	T-9	95.57	AB	T-9	97.77	A
4	T-1	93.37	A	T-5	93.33	AB	T-7	96.67	A
5	T-7	92.23	A	T-8	93.30	AB	T-6	95.57	AB
6	T-6	91.10	A	T-6	92.23	AB	T-3	95.57	AB
7	T-10	90.00	A	T-10	85.57	BC	T-4	95.57	B
8	T-5	90.00	A	T-7	84.43	BC	T-5	95.57	B
9	T-4	90.00	A	T-1	74.47	CD	T-1	93.33	B
10	T-9	87.77	A	T-4	72.20	D	T-10	84.43	B

En la tabla 16, se aprecia según la prueba de significancia de Tukey al 0.05, los resultados obtenidos por la aplicación de AP en el porcentaje de emergencia, no tiene efectos significativos en las semillas de sandía, sin embargo, resultó efectos en semillas de cocona con la aplicación de AP de Bambú obteniendo los porcentajes más altos de 96.70 % con una ponderación de (A), así mismo, con la aplicación de AP a una dosis de 100 mL no resultó efectos significativos asignándole una ponderación de (C y D). La aplicación de AP de Bambú y Cetico resultó efectos altamente significativos en la emergencia de las semillas de cacao, obteniendo los más altos porcentajes de 100 % con una dosis de 10 mL asignándole una ponderación de (A), en cambio, el tratamiento testigo T-10 se encontró solo el 85 % de emergencia de las semillas siendo el más bajo porcentaje de tratamiento.

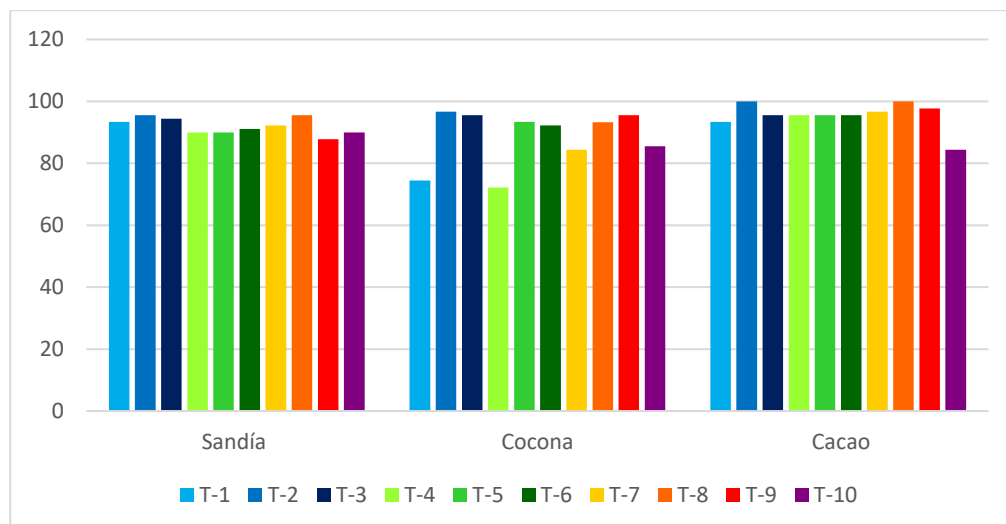


Figura 7. Porcentaje de emergencia de semillas sandía, cocona y cacao.

En la figura 7, se aprecia los resultados del porcentaje de emergencia de las semillas sandía, cocona y cacao, dónde se muestra los mejores tratamientos que sobresalen en las barras son el tratamiento T-2 y T-8, además, se puede apreciar que el tratamiento T-10 tiene los promedios más bajos en porcentaje de emergencia, por otro lado, los tratamientos con una dosis alta de 100 mL resultaron bajos en emergencia de semillas de cocona. La aplicación de ácido piroleñoso tiene compuestos orgánicos entre ellos sustancias hormonales que actúan solo en concentraciones bajas y en concentraciones altas inhiben la germinación y el crecimiento de las semillas.

Según Flores *et al.* (2009), demuestra que los resultados del porcentaje de emergencia es buen indicador debido a su importancia técnica y económica en el vivero, así producir plantaciones uniformes y producir frutos en un menor tiempo.

Lopez y Gil, (2017) reporto que el cacao con altos porcentajes de emergencia tiene una buena energía germinativa, además, considera que las semillas de cacao están cubiertas por una gran cantidad de mucilagos, el cual desempeña papales ecológicos importantes y puede afectar adversamente a la germinación.

#### 4.1.4. Vigor germinativo

Se muestran los resultados de análisis de varianza en la tabla 17, con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar el efecto del ácido piroleñoso en vigor germinativo de las semillas de sandía, cocona y cacao. En las semillas de sandía no tiene diferencias significativas con la ampliación de

ácido piroleñoso porque el P-valor es mayor a 0.05, sin embargo, para las semillas de cocona y cacao si resultó efectos altamente significativos con aplicación del ácido piroleñoso a diferentes dosis de (1, 10 y 100 mL) porque el P- valor es menor al nivel de significancia 0.05.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza del vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.*

Especie	F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	CV (%)
Sandía	Tratamientos	1.05	9	0.12	0.62	0.7703	
	Error	3.78	20	0.19			8.45
	Total	4.83	29				
Cocona	Tratamiento	3.77	9	0.42	10.21	< 0.0001	
	Error	0.82	20	0.04			10.52
	Total	4.59	29				
Cacao	Tratamiento	0.44	9	0.05	3.64	0.0078	
	Error	0.27	20	0.01			6.45
	Total	0.71	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para el vigor germinativo de semillas de sandía fue de 8.45 %, para semillas de cocona 10.52 % y semillas de cacao 6.45 %, el cual estos resultados están en la escala de calificación según, Gordon y Camargo, (2015), son muy aceptables la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 18**

*Prueba de significancia Tukey para el vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.*

N.º	Sandía			Cocona			Cacao		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-8	5.08	A	T-2	2.46	A	T-2	1.97	A
2	T-3	5.07	A	T-6	2.23	AB	T-8	1.95	A
3	T-2	5.07	A	T-5	2.16	ABC	T-9	1.82	AB
4	T-7	4.96	A	T-3	2.14	ABC	T-5	1.82	AB
5	T-1	4.95	A	T-9	2.05	ABC	T-3	1.81	AB
6	T-4	4.83	A	T-8	2.04	ABC	T-7	1.80	AB
7	T-5	4.73	A	T-10	1.83	BCD	T-4	1.79	B
8	T-10	4.65	A	T-7	1.61	CD	T-1	1.78	B
9	T-6	4.63	A	T-1	1.41	D	T-6	1.77	B
10	T-9	4.58	A	T-4	1.31	D	T-10	1.49	B



En la tabla 18, se observa los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia 0.05, según los resultados obtenidos en el vigor germinativo en semillas de sandía no tiene efectos significativos con la aplicación de AP. Las semillas de cocona si resultó efectos con la aplicación de AP de Bambú, el mejor tratamiento fue el T-2 obteniendo una germinación de 2.46 semillas por día asignando una ponderación de (A), mientras que a una dosis muy alta de 100 mL de ácido piroleñoso reporta una germinación de 1.61 semillas por día, porque inhibe la germinación asignándole una ponderación de (C y D). El vigor germinativo en semillas de cacao resultó efectos altamente significativos con la aplicación de AP, el mejor tratamiento resulto con T-2 y T-3 con una germinación de (1.97 a 1.95) semillas por día con la aplicación de ácido de Bambú y Cetico dándole una ponderación de (A), el tratamiento testigo T-10 mostró los más bajos en vigor germinativo con 1.49 semillas por día con una ponderación de (B).

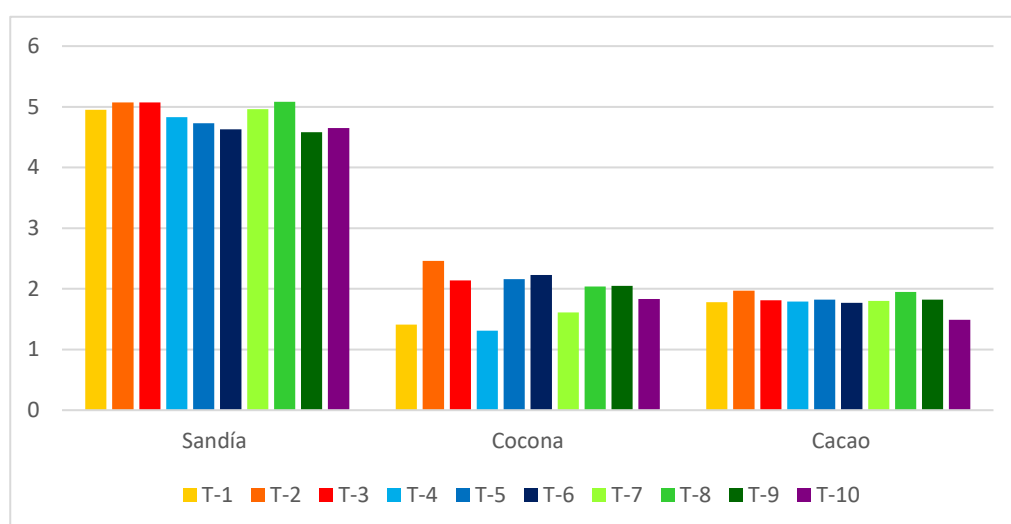


Figura 8. Vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.

En la figura 8, se aprecia los resultados del vigor germinativo de las semillas sandia, cocona y cacao, donde se observa los mejores tratamientos que sobresalen en las barras son T-2, T-8, el tratamiento T-10 muestra los valores más bajos, por el contrario, el tratamiento T-1, T-4 y T-7 muestra resultados más bajos en el vigor germinativo de las semillas de cocona, porque a concentraciones altas del ácido piroleñoso inhibe la germinación de las semillas, el ácido piroleñoso tiene compuestos orgánicos entre ellos sustancias hormonales que actúan solo en concentraciones bajas.

Zhou, Jiang y Li, (2009), resultados similares encontro con el AP de aserrin en la germinación y crecimiento de maiz, demostrando que la aplicación a diferentes concentraciones tenia efectos en el vigor germinativo de las semillas.

De acuerdo a los resultados obtenidos concuerdo con la importancia del vigor de germinación según Lopez y Gil, ( 2017), menciona que las semillas de cacao con un buen vigor germinativo reflejan una elevada tasa de crecimiento y producción de plántulas normales.

#### **4.2. Dosis optima de tratamiento del ácido piroleñoso**

En la tabla 19 se obtiene resultados de análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar la dosis optima en el porcentaje de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo de las semillas de sandía, cocona y cacao. La aplicación de ácido piroleñoso a diferentes dosis (1, 10 y 100 mL) no tiene efectos significativos por que el p- valor es mayor a 0.05 del nivel de significancia en las semillas de sandía, para las semillas de cocona y cacao si resultó efectos altamente significativos con la aplicación de ácido piroleñoso a diferentes dosis (1, 10 y 100 mL), siendo su p- valor menor a 0.05 del nivel de significancia.

El coeficiente de variabilidad determinado para la dosis optima de tratamiento en el porcentaje de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo están en la escala de calificación según (Gordon y Camargo, 2015), son muy aceptables la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos estudiados. También, el coeficiente de variabilidad en el vigor germinativo en semillas de cocona resultó 11.53 %, este dato es aceptable en la precisión experimental porque está dentro de los valores de (10 a 20 %) según la escala de (Gordon y Camargo, 2015) con un poco variabilidad.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza de la dosis optima de tratamiento en el porcentaje de germinación de semillas sandía, cocona y cacao.*

	<b>Especie</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>	<b>CV (%)</b>
PG	Sandía	Dosis	45.80	3	15.27	0.46	0.7116	6.25
		Error	860.27	26	33.09			
		Total	906.07	29				
	Cocona	Dosis	1845.62	3	615.21	25.90	< 0.0001	5.52
		Error	617.63	26	23.76			
		Total	2463.25	29				
	Cacao	Dosis	456.16	3	152.05	9.87	0.0002	4.11
		Error	400.75	26	15.41			
		Total	856.91	29				
EG	Sandía	Dosis	55.55	3	18.52	0.54	0.6584	6.41
		Error	890.02	26	34.23			
		Total	945.57	29				
	Cocona	Dosis	1682.45	3	560.82	10.07	0.0001	8.63
		Error	1448.34	26	55.71			
		Total	3130.79	29				
	Cacao	Dosis	400.32	3	133.44	4.78	0.0088	5.75
		Error	726.46	26	2.94			
		Total	1126.78	29				
PE	Sandía	Dosis	45.80	3	15.27	0.46	0.7116	6.25
		Error	860.27	26	33.09			
		Total	906.07	29				
	Cocona	Dosis	1845.62	3	615.21	25.90	0.0001	5.52
		Error	617.63	26	23.76			
		Total	2463.25	29				
	Cacao	Dosis	456.16	3	152.05	9.87	0.0002	4.11
		Error	400.75	26	15.41			
		Total	856.91	29				
VG	Sandía	Dosis	0.34	3	0.11	0.66	0.5835	8.55
		Error	4.48	26	0.17			
		Total	4.83	29				
	Cocona	Dosis	3.31	3	1.10	22.42	0.0001	11.53
		Error	1.28	26	0.05			
		Total	4.59	29				
	Cacao	Dosis	0.39	3	0.13	10.87	0.0001	6.11
		Error	0.31	26	0.01			
		Total	0.71	29				

CV: Coeficiente de variabilidad

PG: Porcentaje de germinación

EG: Energía germinativa

PE: Porcentaje de emergencia

VG: Vigor germinativo

**Tabla 20**

*Prueba de significancia Tukey para la dosis optima en la germinación de semillas sandía, cocona y cacao.*

	N.º	Sandía			Cocona			Cacao		
		Dosis	Media	Valor	Dosis	Media	Valor	Dosis	Media	Valor
PG	1	10 mL	93.71	A	10 mL	94.46	A	10 mL	98.52	A
	2	100 mL	91.87	A	1 mL	94.44	A	1 mL	96.30	A
	3	1 mL	91.10	A	Testigo	85.57	B	100 mL	95.19	A
	4	Testigo	90.00	A	100 mL	77.03	C	Testigo	84.43	B
EG	1	10 mL	92.97	A	10 mL	93.70	A	10 mL	94.83	A
	2	100 mL	91.49	A	1 mL	90.38	A	1 mL	93.70	A
	3	Testigo	90.00	A	Testigo	85.57	AB	100 mL	90.76	A
	4	1 mL	89.62	A	100 mL	75.56	B	Testigo	82.20	B
PE	1	10 mL	93.71	A	10 mL	94.46	A	10 mL	98.52	A
	2	100 mL	91.87	A	1 mL	94.44	A	1 mL	96.30	A
	3	1 mL	91.10	A	Testigo	85.57	B	100 mL	95.19	A
	4	Testigo	90.00	A	100 mL	77.03	C	Testigo	84.43	B
VG	1	10 mL	4.96	A	10 mL	2.22	A	10 mL	1.91	A
	2	100 mL	4.91	A	1 mL	2.14	AB	1 mL	1.80	A
	3	1 mL	4.76	A	Testigo	1.83	B	100 mL	1.79	A
	4	Testigo	4.65	A	100 mL	1.44	C	Testigo	1.49	B

En la tabla 20 se observa los resultados según la prueba Tukey a un nivel de significancia 0.05, las dosis óptimas en la germinación de semilla en las variables de porcentaje de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo, no existe diferencias significativas con la aplicación de AP a diferentes dosis de (1, 10, 100 mL) en las semillas de sandía. Para las semillas de cocona se demostró los efectos significativos con la aplicación de AP a una dosis de (1 y 10 mL), con una dosis de 10 mL resultó los más altos porcentajes de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo, asignado una ponderación estadística de (A), así mismo, a una dosis de 100 mL fue toxico para las semillas de cocona porque tiene componentes como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), a concentraciones altas inhiben la germinación y el crecimiento de las semillas. Las semillas de cacao si tuvieron efectos significativos con la aplicación de una dosis (1, 10, 100 mL), la ampliación con una dosis 10 mL de AP obtuvo los mejores resultados en la germinación de semillas, mientras que el tratamiento testigo T-10 obtuvo los valores más bajos en el porcentaje de germinación dándole una ponderación de (B).

Estudios similares se realizaron según Kodata, Hirano y Imizu, (2002) quien aplica las concentraciones de 0, 0.1, 0.01, 0.001 de AP en la proliferación en brotes in vitro y formación de raíces, mostrando efectos significativos la aplicación de AP.

Zulkarami *et al.* (2011) evaluó los efectos del AP con cuatro niveles (0, 10, 20, 30%) para mejorar la calidad de sandía, así mismo, la aplicación 30 % de AP era tóxica, ya que la mayoría de las plantas entraban en mortandad, también reporta que a una concentración de 20 % mejora el crecimiento, pero a una concentración de 10% dio los mejores resultados.

Para semillas que germinan en un corto tiempo como la sandía no tiene efecto la aplicación de AP a diferentes dosis, resultados similares demostró (Lei, Liu y Wang, 2018) donde aplicó AP a una dosis de 10 mL diluidos en (500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100,000, 100,000 y 500.000) veces con agua destilada) llegando a los resultados que no tuvieron efectos significativos en la germinación de semillas de pepino, pero sí tuvo efectos en el crecimiento.

#### 4.3. Efecto del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial de las semillas sandía, cocona y cacao

##### 4.3.1. Altura

En la tabla 21 se tiene los resultados de análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar los efectos del ácido piroleñoso en el crecimiento inicial determinando la altura a los 30 días después de la germinación de las semillas. La aplicación de ácido si tiene efectos altamente significativos en el crecimiento de la altura de las plántulas de sandía cocona y cacao, porque su P-valor es menor a 0.05 de nivel de significancia.

**Tabla 21**

*Análisis de varianza de la altura a los 30 días después de la germinación de evaluación de las plántulas de sandía, cocona y cacao.*

Especie	F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	CV (%)
Sandía	Dosis	15.39	9	1.71	6.86	0.0002	4.07
	Error	4.98	20	0.25			
	Total	20.37	29				
Cocona	Dosis	5.65	9	0.63	15.95	0.0001	11.59
	Error	0.79	20	0.04			
	Total	6.43	29				
Cacao	Dosis	23.61	9	2.62	7.04	0.0001	3.33
	Error	7.46	20	0.37			
	Total	31.07	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para el crecimiento de la altura de las plántulas de sandía es 4.07 %, y para el cacao 3.33 %, está en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), son muy aceptables la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales, en cambio, para las plántulas de cocona resultó un coeficiente de variabilidad de 11.59 % este dato es aceptable en la precisión experimental porque está dentro de los valores de (10 a 20 %), según la escala de Gordon y Camargo, (2015) con un poco variabilidad en los datos experimentales para cada uno de los tratamientos.

#### a. Sandía

En la tabla 22, se observa los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia 0.05, el crecimiento de las alturas s a los 10, 20, 30 y 40 días después de la siembra de las semillas de sandía.

**Tabla 22**

*Prueba de significancia Tukey de la altura de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación.*

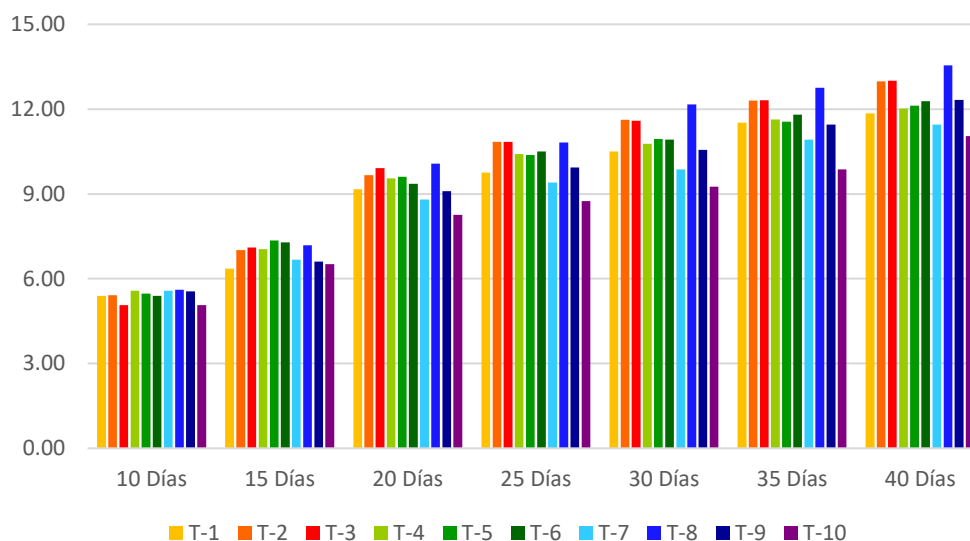
N.º	Altura 10 días (cm)		Altura 20 días (cm)		Altura 30 días (cm)		Altura 40 días (cm)	
	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)
1	T-8	5.61 A	T-8	10.07 A	T-8	12.16 A	T-8	13.55 A
2	T-4	5.58 A	T-3	9.92 AB	T-2	11.63 AB	T-3	13.01 AB
3	T-7	5.57 A	T-2	9.66 AB	T-3	11.58 AB	T-2	12.98 AB
4	T-9	5.55 A	T-5	9.61 AB	T-5	10.94 ABC	T-9	12.32 ABC
5	T-5	5.47 A	T-4	9.55 AB	T-6	10.92 ABC	T-6	12.28 ABC
6	T-2	5.41 A	T-6	9.36 AB	T-4	10.77 ABC	T-5	12.12 ABC
7	T-1	5.39 A	T-1	9.17 AB	T-9	10.56 BCD	T-4	12.02 BC
8	T-6	5.39 A	T-9	9.10 AB	T-1	10.51 BCD	T-1	11.85 BC
9	T-3	5.06 A	T-7	8.80 AB	T-7	9.87 CD	T-7	11.45 C
10	T-10	5.06 A	T-10	8.26 B	T-10	9.26 D	T-10	11.04 C

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

Según los resultados de la tabla 22, resultó a los 10 días de evaluación no tiene efectos significativos la aplicación de ácido piroleñoso, los tratamientos son homogéneos dándole una ponderación de (A). La evaluación a los 20 días hasta los 40 días si demostró efectos altamente significativos, además, con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL resultó con mayores efectos en el crecimiento obteniendo los promedios más altos en la altura de la plántula. Este aumento de crecimiento se debe a que el AP de Cetico tiene 23

compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las plántulas a bajas concentraciones.



*Figura 9.* Altura de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación

En la figura 9, se observa la representación gráfica de la altura de las plántulas de sandía durante los 30 días de evaluación, donde podemos observar los mejores tratamientos que sobresalen son el (T-8, T-2 y T-3) en el crecimiento de alturas, también se puede apreciar el tratamiento T-10 (testigo) presenta los promedios de altura más bajos.

#### **b. Cocona**

En la tabla 23 se puede observar los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, para el crecimiento de las alturas a los 25, 35 45 y 55 días de evaluación después de la siembra de las semillas de cocona.

**Tabla 23**

*Prueba de significancia Tukey de la altura de las plántulas de cocona de 25 a 55 días de evaluación*

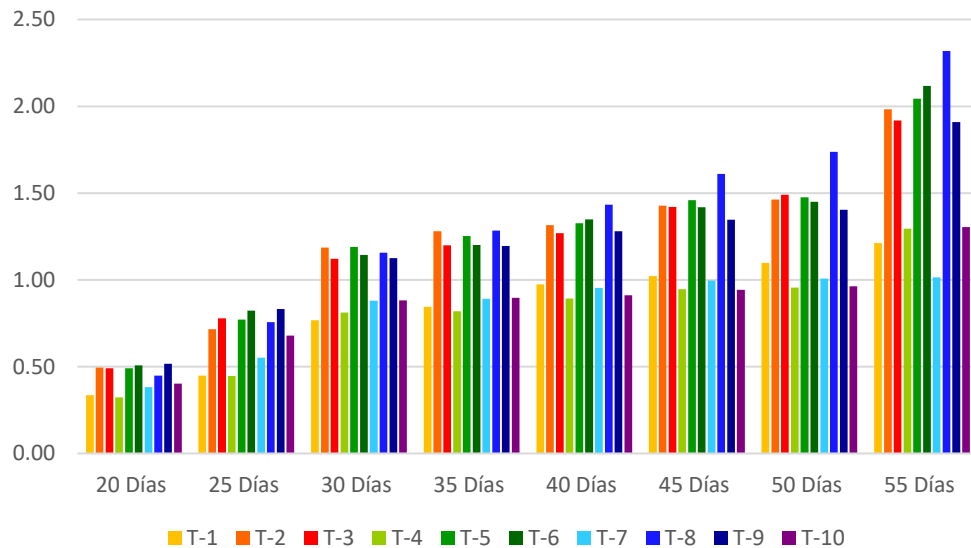
N.º	Altura 25 días (cm)			Altura 35 días (cm)			Altura 45 días (cm)			Altura 55 días (cm)		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-9	0.83 A		T-8	1.28 A		T-8	1.61 A		T-8	2.32 A	
2	T-6	0.83 A		T-2	1.28 A		T-5	1.46 A		T-6	2.12 A	
3	T-3	0.78 A		T-5	1.25 A		T-2	1.43 A		T-5	2.04 A	
4	T-5	0.77 A		T-6	1.20 A		T-6	1.42 A		T-2	1.98 A	
5	T-8	0.76 A		T-3	1.20 A		T-3	1.42 A		T-3	1.92 A	
6	T-2	0.72 A		T-9	1.20 A		T-9	1.34 A		T-9	1.91 A	
7	T-10	0.68 A		T-10	0.90 B		T-1	1.02 B		T-10	1.30 B	
8	T-7	0.55 A		T-7	0.89 B		T-7	1.00 B		T-4	1.29 B	
9	T-1	0.45 A		T-1	0.85 B		T-4	0.95 B		T-1	1.21 B	
10	T-4	0.44 A		T-4	0.82 B		T-10	0.94 B		T-7	1.01 B	

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

Según los resultados de la tabla 23, se observa en la primera evaluación a los 25 días después de la germinación no existía diferencias significativas con la aplicación del ácido piroleñoso, no obstante, obtuvo diferencias significativas a partir de los 35 días hasta los 55 días de evaluación, los mejores tratamientos se obtuvieron con la aplicación de AP de Cetico con una dosis de 10 mL donde se obtuvo los mejores resultados con una ponderación estadística de (A), este aumento de crecimiento se debe a que el AP de Cetico tiene compuestos orgánicos que tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las plántulas a bajas concentraciones, mientras que el tratamiento T-10 (testigo) se encuentra en un nivel intermedio con una ponderación de (B), por otra parte a una concentración de 100 mL de ácido piroleñoso de Bambú, Cetico y Pisonay (T-4, T-1 y T-7) no son favorables para el crecimiento de las plántulas de cocona obteniendo un valor menor dándole una ponderación de (B), porque a concentraciones altas inhibe el crecimiento de las plántulas por los componentes del AP.





*Figura 10.* Altura de las plántulas de cocona de los 20 a 55 días de evaluación

En la figura 10, se aprecia las representaciones graficas del tratamiento que fueron evaluados en un periodo de 30 días después de la germinación, el mejor tratamiento con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL, a los 55 días de evaluación en la altura de la plántula fue el T-8 obteniendo los promedios más altos en altura porque tiene componentes orgánicos que influye en el crecimiento, además, los tratamientos (T-2, T-3, T-5, T-6, y T-9) con la aplicación con ácido piroleñoso de Bambú y Pisonay a 10 mL y 1 mL respondió con un buen rendimiento en el crecimiento de las plántulas. Los tratamientos con dosis de 100 mL de ácido piroleñoso no son favorables para el crecimiento de las plántulas de cocona por que inhibe el crecimiento a concentraciones altas.

### c. CACAO

En la tabla 24 se puede observar los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, el crecimiento de las alturas evaluados a los 25, 35 45 y 55 días después de la siembra de las semillas de cacao.

**Tabla 24**

*Prueba de significancia Tukey de la altura en las plántulas de cacao de 25 a 55 días de evaluación*

N.º	Altura 25 días (cm)		Altura 35 días (cm)		Altura 45 días (cm)		Altura 55 días (cm)	
	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)
1	T-2	4.50 A	T-8	12.24 A	T-8	17.40 A	T-8	19.91 A
2	T-8	4.46 A	T-3	11.82 A	T-2	17.00 A	T-9	18.66 AB
3	T-9	4.21 A	T-2	11.78 A	T-3	16.90 A	T-5	18.64 AB
4	T-5	4.20 A	T-9	11.70 A	T-1	16.83 A	T-2	18.59 AB
5	T-7	4.10 A	T-1	11.52 A	T-9	16.83 A	T-1	18.59 AB
6	T-1	4.07 A	T-5	11.33 AB	T-5	16.73 A	T-6	18.43 AB
7	T-3	3.99 A	T-7	11.25 AB	T-7	16.30 A	T-3	18.24 AB
8	T-4	3.74 A	T-6	10.90 AB	T-6	16.24 A	T-7	18.20 AB
9	T-6	3.73 A	T-4	10.89 AB	T-4	16.01 A	T-4	17.92 B
10	T-10	3.32 A	T-10	8.78 B	T-10	12.92 B	T-10	16.13 C

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

Los resultados de la tabla 24, muestra que a los 25 días después de la germinación la aplicación de ácido no tiene resultados significativos, mientras que, los resultados se aprecian mejor a partir de los 35 días, la aplicación de ácido piroleñoso de Bambú, Cetico y Pisonay a diferentes dosis (1,10 y 100 mL) tienen efectos similares en el crecimiento de las plántulas de cacao, porque el ácido piroleñoso contiene compuestos orgánicos que regulan el crecimiento de las plántulas, a los 55 días de evaluación el mejor tratamiento se obtiene con T-8 con la aplicación de ácido piroleñoso de Cetico a una dosis de 10 mL obteniendo el crecimiento más alto con un promedio 19.91 cm de altura, este resultados es porque el AP de Cetico contiene más compuestos orgánicos que estimula el crecimiento de las plántulas a bajas concentraciones, no obstante, el tratamiento testigo T- 10 resultó un promedio de 16.13 cm de altura en la plántulas con una ponderación de (C).

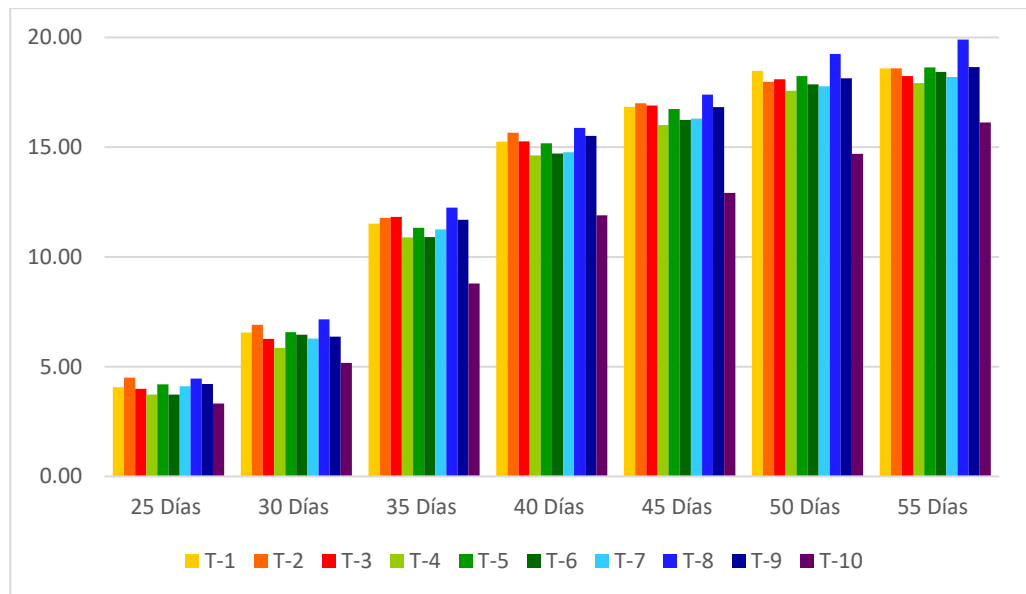


Figura 11. Altura de las plántulas de cacao de los 25 a 55 días de evaluación

En la figura 11, se aprecia las representaciones graficas de los tratamientos que fueron evaluados en un periodo de 30 días después de la germinación, los tratamientos con aplicación de ácido piroleñoso a diferente dosis (1, 10 y 100 mL), resultó el mejor tratamiento T-8 con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL, mientras que el tratamiento testigo T-10 el crecimiento en alturas es menor.

Según los resultados obtenidos en el crecimiento de la altura, las plántulas de sandía a los 40 días obtuvieron efectos con la aplicación de AP de Cetico a una dosis 10 mL obteniendo las alturas de plántula más alta de 13.55 cm según el tratamiento T-8 mostrado en la tabla 22. Las plántulas de cocona a los 55 días con la aplicación de AP de Cetico una dosis de 10 mL resultó el mejor efecto en el crecimiento, además, a una dosis alta de 100 mL de AP fue toxico para las plántulas quemando las hojas afectando su crecimiento. Para las plántulas de cacao se demostró efectos con la aplicación de AP Cetico a una dosis de 10 mL respondiendo con el mejor crecimiento de 19.91 cm de altura. El aumento de crecimiento se debe a que el AP de Cetico tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las plántulas a bajas concentraciones, pero a concentraciones altas inhibe el crecimiento de las plántulas.

Mu *et al.*, (2006), aplicó AP de Bambú a una concentraciones de 400, 500, 800 veces la solución en plántulas de lechuga, col, pepino concluyendo que con

una aplicación de 500 a 800 veces aumento en el crecimiento de la altura en los vegetales.

Se encontraron resultados similares en los efectos de aplicación con AP para las plántulas de sandía con diferentes dosis según Zulkarami *et al.* (2011), aplicó con 4 niveles de AP de (0, 10, 20 y 30 %) para mejorar el rendimiento de las frutas de sandía, menciona que a una dosis 10 % aumento significativamente en el crecimiento de la planta.

Luo *et al.* (2019), también demuestra que la aplicación de AP a bajas concentraciones (0.002 y 0.005 %) aumenta la longitud de las plantas de tomate y pimiento, además reporta que se puede obtener mejores resultados con la aplicación conjunta de AP y Biocarbon.

#### 4.3.2. Número de hojas

En la tabla 25 se observa los resultados de análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar los efectos del ácido piroleñoso en el número de hojas de las plántulas de sandía, cocona y cacao con una evaluación de 30 días después de la germinación de las semillas de cacao, La aplicación de ácido piroleñoso a diferentes dosis de tratamiento si tiene efectos significativos en el número de hojas en las plántulas de sandía, cocona y cacao porque el P-valor es menor a 0.05 nivel de significancia.

**Tabla 25**

*Análisis de varianza del número de hojas a los 40 días de evaluación en plántulas de sandía.*

Especie	F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor	CV (%)
Sandía	Dosis	0.91	9	0.10	2.66	0.0329	
	Error	0.76	20	0.04			6.70
	Total	1.67	29				
Cocona	Dosis	13.53	9	1.50	14.62	0.0001	
	Error	2.06	20	0.10			13.45
	Total	15.59	29				
Cacao	Dosis	2.10	9	0.23	6.24	0.0003	
	Error	0.75	20	0			3.95
	Total	2.85	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para el crecimiento del número de hojas de las plántulas de sandía es 6.70 %, y para el cacao 3.95 %, está en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), son muy aceptables

la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales, sin embargo, para las plántulas de cocona resultó un coeficiente de variabilidad de 13.45 % este dato es aceptable en la precisión experimental porque está dentro de los valores de (10 a 20 %) según la escala de (Gordon y Camargo, 2015) con una poca variabilidad en los datos experimentales para cada uno de los tratamientos.

**a. Sandía**

En la tabla 26 se puede observar los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, la evaluación de número de hojas a los 10, 20, 30, 40 días después de la siembra de las semillas de sandía.

**Tabla 26**

*Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de sandía de 10 a 40 días de evaluación.*

N.º	Número de hojas 10 días		Número de hojas 20 días		Número de hojas 30 días		Número de hojas 40 días	
	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)
1	T-1	0 A	T-3	1.03 A	T-1	2.18 A	T-8	3.15 A
2	T-2	0 A	T-8	1.00 A	T-8	2.13 AB	T-3	3.06 AB
3	T-3	0 A	T-1	0.97 A	T-4	2.06 AB	T-9	3.06 AB
4	T-4	0 A	T-7	0.97 A	T-3	2.01 AB	T-5	3.00 AB
5	T-5	0 A	T-4	0.92 A	T-2	2.00 AB	T-2	3.00 AB
6	T-6	0 A	T-9	0.92 A	T-6	2.00 AB	T-1	2.89 AB
7	T-7	0 A	T-5	0.92 A	T-7	1.97 AB	T-4	2.85 AB
8	T-8	0 A	T-10	0.90 A	T-9	1.94 AB	T-6	2.82 AB
9	T-9	0 A	T-6	0.87 A	T-5	1.90 AB	T-7	2.66 AB
10	T-10	0 A	T-2	0.80 A	T-10	1.78 B	T-10	2.58 B

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

En la tabla 26, se reportaron los resultados a los 10 días aun no presenta hojas, a los 20 días no existen diferencias significativas en el número de hojas con los tratamientos. Así mismo, a los 30 y 40 días se observa diferencias significativas con la aplicación de ácido piroleñoso y el tratamiento T-10 (testigo). Los tratamientos con aplicación de ácido piroleñoso tienen efectos homogéneos porque los componentes orgánicos del AP tienen la función de estimular el crecimiento, por otro lado, a los 40 días después de la siembra con el tratamiento T-8 ácido piroleñoso de Cetico a 10 mL de dosis se obtiene los más altos resultados con un promedio de 3.15 número de hojas este resultados es porque el AP de Cetico contiene más compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), que regula el crecimiento de las

plántulas a bajas concentraciones, no obstante, el tratamiento testigo T- 10 resultó un promedio de 2.58 número de hojas por planta.

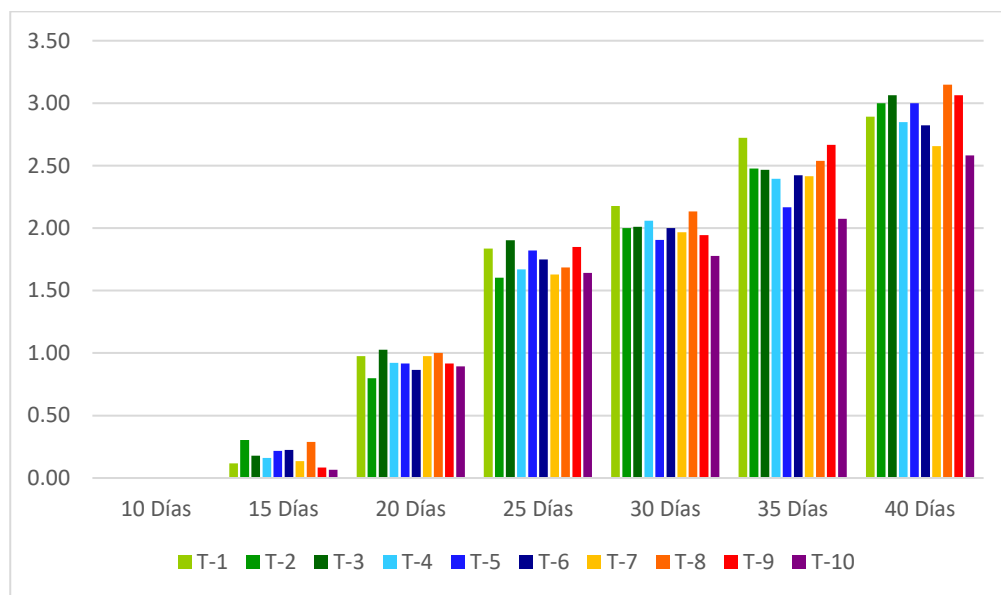


Figura 12. Número de hojas de sandía de los 10 a 40 días de evaluación.

En la figura 12, se evidencia las representaciones graficas del número de hojas promedio de los tratamientos que fueron evaluados a los 30 días después de la germinación, los tratamientos con aplicación de ácido piroleñoso tienen efectos similares, los tratamientos T-8, T-3 y T-9, porque el ácido piroleñoso de diferentes especies tiene la misma función reguladora del crecimiento del número de hojas.

#### b. Cocona

En la tabla 27 se reporta los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, de la evaluación del número de hojas a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra de las semillas de cocona.

**Tabla 27**

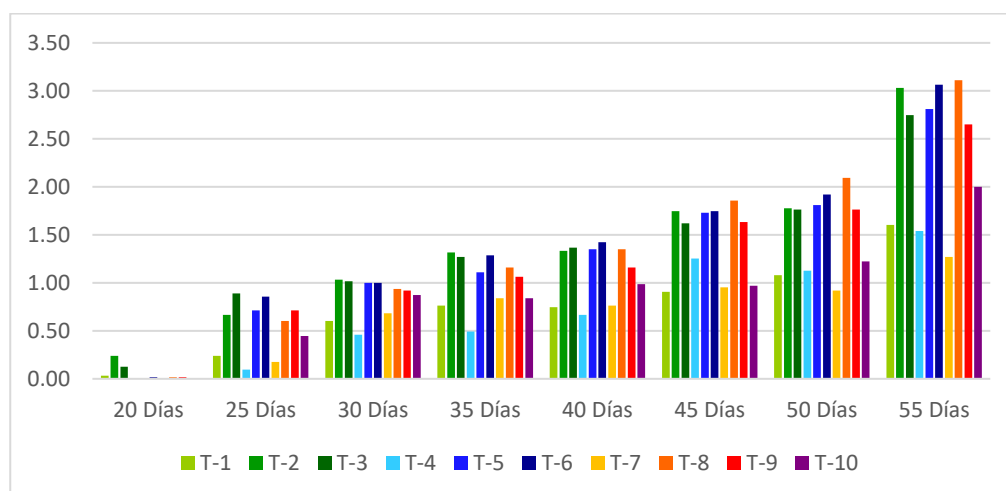
*Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de cocona de 25 a 55 días de evaluación.*

N.º	Número de hojas 25 días		Número de hojas 35 días		Número de hojas 45 días		Número de hojas 55 días	
	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)
1	T-3	0.89 A	T-2	1.32 A	T-8	1.86 A	T-8	3.11 A
2	T-6	0.85 AB	T-6	1.29 A	T-6	1.75 A	T-6	3.06 A
3	T-9	0.71 AB	T-3	1.27 A	T-2	1.74 A	T-2	3.03 A
4	T-5	0.71 AB	T-8	1.16 AB	T-5	1.73 A	T-5	2.81 AB
5	T-2	0.67 AB	T-5	1.11 AB	T-9	1.64 AB	T-3	2.75 AB
6	T-8	0.60 AB	T-9	1.06 AB	T-3	1.62 AB	T-9	2.65 AB
7	T-10	0.44 BCD	T-7	0.84 AB	T-4	1.25 AB	T-10	2.00 BC
8	T-1	0.24 CD	T-10	0.84 AB	T-10	0.97 B	T-1	1.60 C
9	T-7	0.18 CD	T-1	0.76 AB	T-7	0.95 B	T-4	1.54 C
10	T-4	0.10 D	T-4	0.49 B	T-1	0.91 B	T-7	1.27 C

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

En los resultados de la tabla 27, se demuestra que a los 25 días tiene efectos significativos entre los tratamientos y el testigo, a partir de los 35 a 55 días resultó efectos significativos en el número de hojas en la plántula, el mejor tratamiento se mostró con la aplicación con AP de Cetico a una dosis de 10 mL obteniendo un promedio de 3.11 número de hojas por planta, el AP de Cetico tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las hojas, el tratamiento testigo -10 reporta un promedio 2.00 hojas por planta, pero, con la aplicación con una dosis alta 100 mL se obtiene los resultados más bajos menores con un promedio de 1.60 hojas, a una concentración alta el AP inhibe el crecimiento normal de las hojas.



*Figura 13. Número de hojas de la cocona de los 20 a 55 días de evaluación.*

En la figura 13, se evidencia que el número de hojas de cocona de los tratamientos que fueron evaluados en un periodo de 30 días después de la germinación, la aplicación de ácido piroleñoso es altamente significativo siendo los mejores tratamientos a los 55 días con (T-8, T-6 y T-2), no obstante, el tratamiento T-1, T-4 y T-7 no se evidencia resultados favorables en el número de hojas para las plántulas de cocona porque se aplicó AP a una dosis alta de 100 mL, inhibe el crecimiento de las hojas en las plántulas de cocona.

### c. Cacao

En la tabla 28, se observa los resultados según la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0.05, la evaluación de número de hojas a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra de las semillas de cacao.

**Tabla 28**

*Prueba de significancia Tukey del número de hojas de las plántulas de cacao de 25 a 55 días de evaluación.*

N.º	Número de hojas 25 días		Número de hojas 35 días		Número de hojas 45 días		Número de hojas 55 días	
	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)	Trat.	Media (Sig.)
1	T-2	0.16 A	T-8	3.65 A	T-5	4.59 A	T-8	5.30 A
2	T-8	0.16 A	T-2	3.60 A	T-8	4.51 A	T-2	5.08 AB
3	T-4	0.15 A	T-9	3.51 A	T-2	4.49 A	T-6	5.01 AB
4	T-3	0.13 A	T-3	3.49 A	T-6	4.41 A	T-9	5.00 AB
5	T-1	0.10 A	T-5	3.40 A	T-9	4.38 A	T-5	4.97 AB
6	T-7	0.10 A	T-7	3.38 A	T-7	4.35 A	T-1	4.95 AB
7	T-5	0.06 A	T-4	3.35 A	T-1	4.30 A	T-7	4.92 AB
8	T-6	0.03 A	T-6	3.35 A	T-3	4.21 A	T-4	4.83 AB
9	T-9	0.00 A	T-1	3.30 A	T-4	4.14 A	T-3	4.70 B
10	T-10	0.00 A	T-10	2.18 B	T-10	3.36 B	T-10	4.24 C

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

En los resultados de la tabla 28, demuestra que a los 25 días no se tiene efectos del ácido piroleñoso en el número de hojas de las plántulas de cacao, a los 35 y 45 días los tratamientos con aplicación de ácido piroleñoso a diferentes dosis si mostraron efectos en comparación con el testigo, a los 55 días el tratamiento T-8 con la aplicación AP de Cetico resultó con los valores más altos encontrando un promedio de 5.30 número de hojas por planta, porque el AP de Cetico tiene 23 compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene sustancias hormonales que aumenta el crecimiento del número de hojas, sin embargo, el tratamiento T-10 (testigo) se observó con promedios bajos de 4.24 número de hojas por planta.



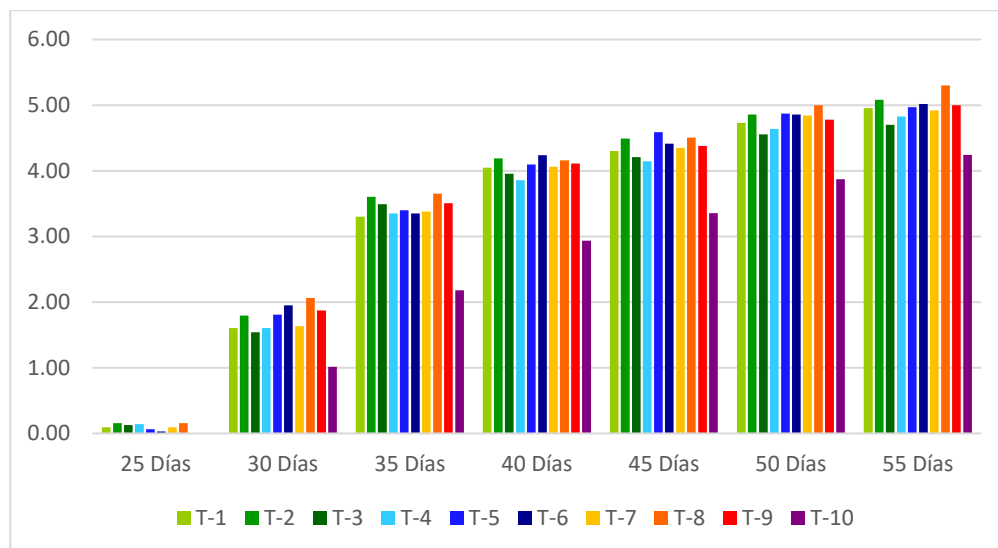


Figura 14. Número de hojas del cacao de los 25 a 55 días de evaluación.

En la figura 14, se aprecia las representaciones graficas del promedio de número de hojas del cacao de cada tratamiento que fueron evaluados en un periodo de 30 días después de la germinación, se observa que los tratamientos con aplicación de ácido piroleñoso obtienen un promedio de hojas más alto que el testigo, T-8 sobresale en las barras con mejores promedios de número de hojas.

Los resultados de número de hojas en las plantas con la aplicación de AP en el primer conteo no se presentaba efectos significativos, sin embargo, en el proceso con la aplicación de AP a diferentes dosis durante 30 días de aplicación y evaluación resultó efectos altamente significativos. Para las plántulas de sandía, cocona y cacao el mejor tratamiento fue con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL resultando la mayor cantidad de número de hojas, el aumento de crecimiento se debe a que el AP de Cetico tiene compuestos orgánicos que a bajas concentraciones estimula el crecimiento de las hojas. En cambio, a una dosis de 100 mL es toxico para las plántulas de cocona, no se desarrollan con normalidad las hojas, a concentraciones altas de AP inhibe el crecimiento de las plántulas.

Casaverde, (2014) menciona que la presencia de mayor cantidad de número de hojas en la planta es favorable para la producción del cultivo, la actividad fotosintética está estrechamente relacionado con el crecimiento, la actividad fotosintética de una planta depende mucho de la superficie y cantidad de hojas.

### 4.3.3. Longitud de la raíz

En la tabla 29 se detalla los resultados de análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar los efectos del ácido piroleñoso en la longitud de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao después de 30 días de evaluación de la altura. La aplicación del ácido piroleñoso si tiene efectos altamente significativos en la longitud de la raíz en las plántulas de sandía, cocona y cacao porque el P-valor es menor que 0.05 de nivel de significancia.

**Tabla 29**

*Análisis de varianza de la longitud de raíz en las plántulas (sandía, cocona y cacao).*

<b>Especie</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>	<b>CV (%)</b>
Sandía	Tratamiento	172.90	9	19.21	20.71	0.0001	
	Error	17.63	20	0.93			3.90
	Total	190.53	29				
Cocona	Tratamiento	545.83	9	60.65	35.68	0.0001	
	Error	34.00	20	1.70			8.45
	Total	579.83	29				
Cacao	Tratamiento	20.9	9	2.25	19.87	0.001	
	Error	2.27	20	0.11			2.33
	Total	22.56	29				

El coeficiente de variabilidad determinado para el crecimiento de la longitud de raíz de las plántulas de sandía es 3.90 %, para la cocona 8.45 % y para el cacao 2.33 %, está en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), son muy aceptables la precisión experimental porque son menores al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales para cada uno de los tratamientos evaluados.

En la tabla 30 se evidencia los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, la evaluación de longitud de la raíz en las plántulas de sandía, cocona y cacao.

**Tabla 30**

*Prueba de significancia Tukey de longitud de la raíz en plántulas (sandía, cocona y cacao).*

N.º	Longitud de raíz de sandía (cm)			Longitud de raíz de cocona (cm)			Longitud de raíz de cacao (cm)		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-8	30.30	A	T-8	20.07	A	T-8	15.64	A
2	T-4	28.20	AB	T-6	19.53	A	T-2	15.12	AB
3	T-3	25.64	BC	T-5	19.07	A	T-7	14.96	AB
4	T-5	24.33	CD	T-2	18.31	A	T-5	14.71	AB
5	T-1	24.02	CD	T-3	17.29	AB	T-6	14.61	B
6	T-6	23.96	CD	T-9	17.15	AB	T-3	14.52	B
7	T-2	23.96	CD	T-10	14.35	BC	T-9	14.46	BC
8	T-9	23.60	CD	T-4	11.88	CD	T-4	14.27	BC
9	T-7	22.41	D	T-1	8.71	DE	T-1	13.53	C
10	T-10	21.68	D	T-7	7.90	E	T-10	12.53	D

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

Los resultados en la tabla 30, muestran que los tratamientos de aplicación de ácido piroleñoso si tiene efectos significativos en la longitud de la raíz, en las plántulas de sandía el mejor tratamiento fue el T-8 y T-4 obteniendo la mejor longitud de la raíz con un promedio de (30.30 y 28.20 cm), el tratamiento T-10 solo se obtuvo un promedio de 21.68 cm de longitud de raíz. En las plántulas de cocona la mejor longitud de la raíz se obtuvo con el tratamiento T-8 con un promedio de 20.07 cm con la aplicación de AP de Cetico, sin embargo, el tratamiento testigo T-10 se obtuvo un promedio de 14.35 cm, por otro lado, los tratamientos con una dosis de 100 mL de AP no se desarrolla con normalidad obteniendo promedios menores a los 11.88 cm de longitud porque a altas concentraciones de AP inhibe el crecimiento de la raíz. En las plántulas de cacao se observó el mejor tratamiento fue T-8 con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL obteniendo un promedio de 15.64 cm de longitud de la raíz con una ponderación de (A), mientras que el tratamiento T-10 se obtuvo un promedio de 12.53 cm de longitud de raíz asignándole una ponderación de (B), por otro lado el AP de Cetico tiene compuestos y sustancias hormonales que aumenta el crecimiento de la longitud de raíz.

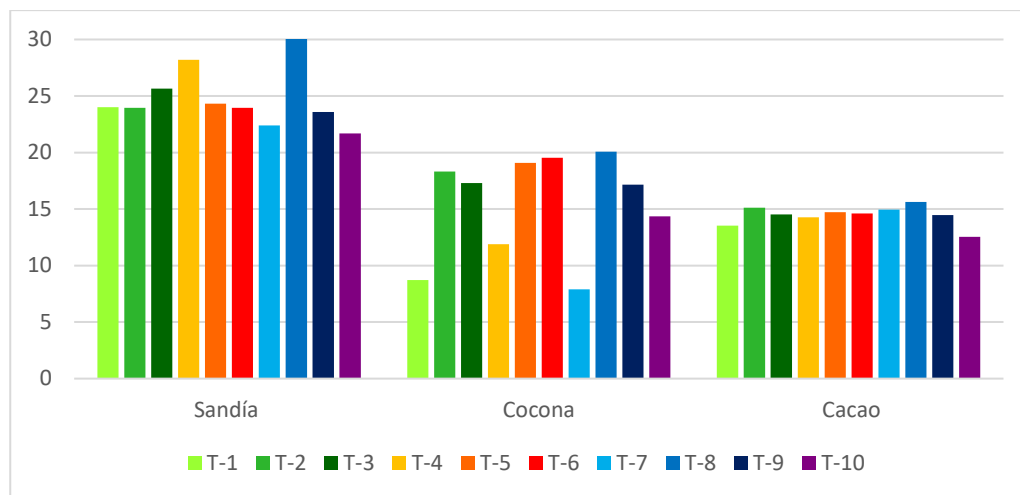


Figura 15. Longitud de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao.

En la figura 15, se evidencia las representaciones graficas de la longitud de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao, el mejor tratamiento que sobresale en las barras es T-8 mostrando valores más altos en comparación con el tratamiento T-10, los tratamientos T-1, T-4 y T-7 con una dosis de 100 mL muestran los resultados más bajos en las plántulas de cocona.

Según Lei, Liu, y Wang, (2018), obtuvo resultados similares con la aplicación de AP, a una disolución adecuada de 5000 a 10000 promueve el crecimiento de las plantas de pepino, aumentando significativamente la longitud de la raíz en un 20.9 % y mejorando la biomasa.

Luo *et al.* (2019), reporto que la aplicación de AP promovio el desarrollo de la raíz de las plántulas de pimienta en bajas concentraciones de 0.002 % y 0.02 % menciona que la longitud de la raíz aumento significativamente.

#### 4.3.4. Volumen de la raíz

En la tabla 31, se obtiene los resultados de análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 % de probabilidad para determinar los efectos del ácido piroleñoso en el volumen de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao después de 30 días de evaluación de la altura. La aplicación del ácido piroleñoso si tienen efectos altamente significativos en el volumen de la raíz en las plántulas de sandía, cocona y cacao porque el P-valor es menor al valor de significancia 0.05.

**Tabla 31**

*Análisis de varianza del volumen de raíz en las plántulas (sandía, cocona y cacao).*

<b>Especie</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>	<b>CV (%)</b>
Sandía	Tratamiento	0.06	9	0.01	8.76	0.0001	10.34
	Error	0.01	20	7.3E-04			
	Total	0.07	29				
Cocona	Tratamiento	0.10	9	0.01	14.71	0.0001	6.63
	Error	0.02	20	7.8 E-04			
	Total	0.12	29				
Cacao	Tratamiento	0.27	9	0.03	4.25	0.0034	10.67
	Error	0.14	20	0.01			
	Total	0.41	29				

CV=10.34% sandía, 6.63% cocona y 10.67% cacao.

El coeficiente de variabilidad determinado para el crecimiento del número de hojas de las plántulas de cocona es 6.63 %, está en la escala de calificación según Gordon y Camargo, (2015), señala que es muy aceptables la precisión experimental porque es menor al 10 %, con una poca variabilidad de los datos experimentales, además, para las plántulas de sandía resultó un coeficiente de variabilidad de 10.34 % y para el cacao 10.67 %, es aceptable en la precisión experimental porque está dentro de los valores de (10 a 20 %) según la escala de Gordon y Camargo, (2015) con una poca variabilidad en los datos experimentales para cada uno de los tratamientos.

En la tabla 32, se observa los resultados según la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05, el volumen de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao.

**Tabla 32**

*Prueba de significancia Tukey del volumen de la raíz en plántulas (sandía, cocona y cacao).*

N.º	Volumen de raíz de sandía (cm <sup>3</sup> )			Volumen de raíz de cocona (cm <sup>3</sup> )			Volumen de raíz de cacao (cm <sup>3</sup> )		
	Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)		Trat.	Media (Sig.)	
1	T-8	0.34	A	T-8	0.19	A	T-8	1.00	A
2	T-9	0.32	AB	T-6	0.18	A	T-9	0.87	AB
3	T-5	0.30	ABC	T-5	0.15	A	T-3	0.81	ABC
4	T-4	0.26	ABCD	T-3	0.13	AB	T-2	0.80	ABC
5	T-2	0.26	BCD	T-9	0.13	AB	T-6	0.79	ABC
6	T-6	0.26	BCD	T-2	0.12	AB	T-5	0.79	ABC
7	T-3	0.24	CD	T-10	0.06	BC	T-4	0.77	ABC
8	T-10	0.23	CD	T-4	0.04	C	T-7	0.75	BC
9	T-7	0.21	D	T-1	0.03	C	T-1	0.71	BC
10	T-1	0.20	D	T-7	0.03	C	T-10	0.61	C

Trat: Número de tratamientos

Sig: significancia de pruebas de Tukey al 0.05

Los resultados en la tabla 32, demuestran que los tratamientos de aplicación de ácido piroleñoso si tiene efectos significativos en el volumen de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao. Para las plántulas de sandía resultó que con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL se obtuvo la mayor cantidad de volumen un promedio de 0.34 cm<sup>3</sup> mientras que el tratamiento T-10 se resultó con un volumen promedio de 0.23 cm<sup>3</sup>. Para las plántulas de cocona se tiene la mayor cantidad de volumen de la raíz con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL con un promedio de 0.19 cm<sup>3</sup>, pero, a una dosis de 100 mL no se obtuvo efectos con un promedio menor a 0.04 cm<sup>3</sup>, es muy toxico no se desarrolla con normalidad las plántulas porque a concentraciones altas el AP inhibe el crecimiento de la raíz. Para las plántulas de cacao se tuvo efectos con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL las plántulas presentan la mayor cantidad de volumen con un promedio de 1 cm<sup>3</sup>, mientras que, el tratamiento T-10 mostró un promedio 0.61 cm<sup>3</sup>, por otro lado, el AP de Cetico tiene 23 compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las raíces aumentando el volumen.

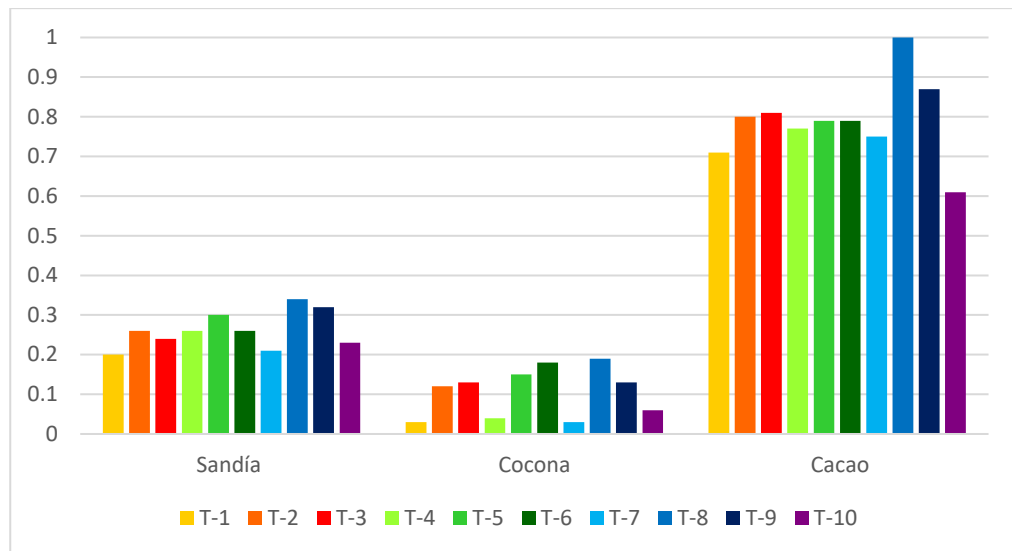


Figura 16. Volumen de la raíz en plántulas (sandía, cocona y cacao).

En la figura 16, se aprecia las representaciones graficas del volumen de la raíz de las plántulas de sandía, cocona y cacao, el mejor tratamiento que sobresale en las barras es el T-8 con la aplicación de AP de Cetico a una dosis de 10 mL, en comparación con el tratamiento T-10 muestra resultados menores, los tratamientos T-1, T-4 y T-7 se observa resultados inferiores con la aplicación de AP a una dosis de 100 mL en plántulas de cocona, porque a concentraciones altas el AP inhibe el crecimiento de la raíz.

Estudios relacionados de Wang *et al.* (2019) menciona que la aplicación de AP promueve el crecimiento de la raíz y el crecimiento de las plantas, además, una raíz bien desarrollada puede mejorar la capacidad de las plantas a defenderse de un estrés hídrico de una sequía.

Pan *et al.* (2017) demostro que la aplicacion con AP es un potencial como un nuevo producto para remplazar los fertiliznates quimicos, la aplicación de AP tubo efectos altamente significativos en comparación con el control, aumentando en la longitud de la raíz y volumen de la raíz, tambien con el tratamiento de AP puede mejorar la fertilidad del suelo y estimular aun más el crecimiento de las plantas.

## CONCLUSIONES

La aplicación de ácido piroleñoso no tiene efectos en semillas de sandía, sin embargo, en semillas de cocona y cacao resultó efectos significativos obteniendo los mejores resultados en la germinación de semilla con ácido piroleñoso de Bambú y Cetico, con 96.70 % de germinación en semillas de cocona y 100 % de germinación en semillas de cacao, además tiene efectos en su, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo de las semillas, porque, el ácido piroleñoso tiene compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene hormonas que mejora la germinación de semillas. Así mismo, la aplicación de ácido piroleñoso es efectiva para semillas perennes que tienen una germinación muy prolongada donde se presenta latencia de semillas, pero no tiene efecto en semillas anuales que tiene una germinación muy rápida.

La aplicación de ácido piroleñoso a diferentes dosis (1,10,100 mL) muestra efectos significativos, con una aplicación de 10 mL mejoró los resultados en el porcentaje de germinación, energía germinativa, porcentaje de emergencia y vigor germinativo en las semillas de cacao y cocona, las dosis de aplicación no influyen en la germinación de semillas de sandía, la aplicación a una dosis alta 100 mL de ácido piroleñoso no tiene efectos siendo toxico para las la germinación de semillas de cocona porque a concentraciones altas inhibe la germinación de semillas.

La aplicación de ácido piroleñoso de (Bambú, Cetico y Pisonay) a diferentes dosis (1,10, 100 mL) resultó efectos significativos en el crecimiento inicial de las plántulas sandía, cocona y cacao, el mejor tratamiento fue con la aplicación de ácido piroleñoso de Cetico a una dosis de 10 mL estimula el crecimiento de la plantas en (altura de la planta, número de hojas, longitud de la raíz y volumen de la raíz), porque el AP de Cetico tiene 23 compuestos orgánicos como (ácidos, alcoholes, fenoles y compuestos neutros), alguno de estos compuestos tiene sustancias hormonales que estimula el crecimiento de las plántulas a bajas concentraciones, mientras que, a una dosis de 100 mL no muestra efectos significativos siendo toxico en las plantas de cocona porque a concentraciones altas inhibe el crecimiento de las plántulas.



## RECOMENDACIONES

Efectuar trabajos de investigación con la obtención y aplicación de ácido piroleñoso con las especies de Eucalipto, Queñua y Colle de la región de Puno.

Realizar trabajos similares de investigación utilizando ácido piroleñoso aplicando en los cultivos andinos de la región de Puno.

Aplicar el ácido piroleñoso en combinación de las especies Bambú, Cetico y Pisonay a diferente dosis a fin de determinar si tiene efectos la combinación de ácidos piroleñosos de diferentes especies y dosis óptima de tratamiento.

Investigar la aplicación de ácido piroleñoso en combinación con el biocarbon, a fin de determinar si tiene efectos significativos en mejoramiento de la planta y del suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca R, P. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Acero Ale, Y. (2015). Efecto de la co-inoculación de *Azotobacter* spp y nitrógeno en el rendimiento de sandía (*Citrullus lanatus*) en el CEA III los pichones - Tacna. Tacna: Tesis.
- Aguilar Barojas, S. (2011). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Alvarado, M., & Solano, J. (2002). Medios de sustrato en la producción de viveros y plantas. Costa Rica: Proyecto VIFINEX.
- Anquise Ticahuanca, R. (2016). "Respuesta a la adaptación y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el valle de San Gaban - Puno". Puno: Tesis.
- April S., R., Ruiz V., T., Alonso L., J., & Cabrera M., G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 703-717.
- Arvelo Sánchez, M., González León, D., Maroto Arce, S., & Montoya López, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao. Instituto Interamericano de.
- Asociación Nacional del Café. (2004). Cultivo de Cacao. Programa de Diversificación de ingresos en la empresa cafetalera.
- Bar, M., & Ori, N. (2014). Leaf development and morphogenesis. *The Company of Biologists*, 4219-4230.
- Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (s.f.). Importancia del pH y la conductividad eléctrica en los sustratos para plantas. INTA.
- Bentsink, L., & Koornneef, M. (2008). Seed Dormancy and Germination. *Seed Dormancy and Germination. The Arabidopsis Book*, 1-19. doi:01-19. doi:10.1199/tab.0119
- Berjak, P., & Panmenter, W. (s.f.). Semillas ortodoxas y recalcitrantes. Durban: s.f.
- Borrajó, C. (2006). Importancia de la calidad de semillas. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Botto, J. (1999). La germinación de las semillas por luz y su relación con la emergencia de plantas de maleza. Tesis.
- Buamsscha, G., Cortardi, L., Dumroese, K., Enricci, J., & Escobar, R. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Burbano Salas, D. (2018). Uso del Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* L), residuo de la poda de áreas verdes para la obtención de ácido piroleñoso con fines agropecuarios. *Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 21(3), 3-8.
- Cabrera, R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustrato de cultivos para la producción de plantas en maceta. *Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 5-11.

- Campos Ruíz, J., Cerna Rebaza, L., & Chico Ruíz, J. (2014). Efecto del ácido giberélico, nitrato de potasio y agua de coco en la germinación de semillas de quina, *Cinchona pubescens*. *REBIOLEST*, 2(1), 1-24.
- Carbajal Toribio, C., & Balcazar de Ruiz, L. (1988). Cultivo de Cocona. Tingo Maria: Instituto de Investigacion de la Amazonia Peruana .
- Cardona, W., Bautista Montealegre, L., Flores Velasco, N., & Fischer, g. (2016). Desarrollo de la biomasa y raíz en plantas de lulo (*Solanum quitoense* var. septentrionale) en respuesta al sombrío y anegamiento. *CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 10(1), 53-65.
- Caroca, R., Zapata, N., & Vargas , M. (2016). Efectos de la temperatura sobre la germinacion de cuatro genotipos de mani (*Arachis hypogaea* L.). *Agric. anim. sci.*, 32(2).
- Casaverde Guillen, A. (2014). Influencia de cuatro bioestimulantes en el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*theobroma cacao* l.) clon ccn-51 en Satipo. Satipo-Peru: Tesis.
- Cervantes Ortiz, F., García de los Santos, G., Carballo Carballo, A., Bergvinson, D., Crossa, J., Mendoza Elos, M., & Moreno Martínez, E. (2006). Análisis dialéctico para caracteres de vigor de semilla y de plántula en genotipos de maíz tropical. *Agric. Téc.*, 32(1), 77-87.
- Choi, J., Shinde, P., Kwon , I., Song , Y., & Chae, B. (2009). Effect of Wood Vinegar on the Performance, Nutrient Digestibility and Intestinal Microflora in Weanling Pigs . *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 267-274.
- Chuaboom, W., Ponghirantanchoke, N., & Athinuwat, D. (2016). Application of Wood Vinegar for Fungal Disease Controls in Paddy Rice. *Applied Environmental Research*, 38(3), 77 - 85.
- Córdoba Rodríguez, D., Vargas Hernández, J., López Upton, J., & Muñoz Orozco, A. (2011). Crecimiento de la raíz en las plantas jóvenes de *Pinus pinceana* Gordon en respuesta a la humedad del suelo. *Agrociencia*, 45(4), 493-506.
- Degiovanni, V., Gomez, J., & Sierra, J. (2004). Analisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Mopnteria, Cordoba. *TEMAS AGRARIOS*, 21-29.
- Diaz B, M., Gonzales A, A., Sifuentes Y, D., & Gonzales M, E. (2008). El carbon vegetal: alternativa de energia y productos quimicos. *Xilema*.
- Dkhar , J., & Pareek, A. (2014). What determines a leaf's shape. *EvoDevo*, 1-19.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su Producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 75-85.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., & Weigend, M. (2017). Hoja botánica: Cacao - *Theobroma cacao* L. *Yechnical Report*, 8-19.
- Du Hua, G., Mori, E., Terao, H., & Tsuzuki, E. (1998). Effect of the Mixture of Charcoal with Pyroligneous Acid on Shoot and Root Growth of Sweet Potato. *Japanese Journal of Crop Science*, 67(2), 149-152.

- Duarte, o. (2011). Cocona ( *Solanum sessiliflorum* Dunal) . Biología y tecnología poscosecha de frutas tropicales y subtropicales, 1-8.
- Duarte, O., & Paull, R. (2015). *Exotic Fruits and Nuts of the New World*. Boston: CABI.
- FAO (organización de las Naciones Unidas. (2005). Nota de análisis sectorial agricultura y desarrollo rural . Roma : Corporación andina de fomento (CAF) .
- FAO. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma.
- FAO. (1992). Los fertilizantes y usos. París: Asociación internacional de la industria de los fertilizantes .
- FAO. (2001). Trigo regado: Manejo del Cultivo.
- FAO. (2002). Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. Roma: Dirección de Producción y Protección Vegeta.
- FAO. (2006). Sistema de semillas de calidad declarada. Roma.
- FAO, O. d. (2003). Agricultura Organica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Costa Rica.
- Flores Velasquez, J. (2017). Producción de tres variedades híbridas de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf.) Santa Amelia, Riverside y Alexander, injertado y sin injertado bajo las condiciones edafoclimáticas del valle de moquegua, verano 2016. Moquegua: Tesis.
- Flores, E., Moratinos, P., Ramirez, M., & García, D. (2009). Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales. *Pastos y Forrajes*, 32(2), 1-11.
- Fornaris Rullan, G. (2015). Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía. ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA.
- García Breijo, j. (2017). Maduración y germinación de las semillas. . *Biología y Botánica*.
- García Carrión, L. F. (2008). Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. Lima-Perú: M & O CONSULTING S.A.C.
- García López, J., Ruiz Torres, N., Lira Saldivar, R., Vera Reyes, I., & Méndez Argüello, B. (2016). Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas. *Agronano Tegnologia*, 129-140.
- Genaro Garrido, J. (2015). Mejoramiento de las cadenas productivas de café y cacao en el ámbito distrital San Gaban . Municipalidad Distrital de San Gaban.
- Gilles, A. (2007). Germinación, vigor, viabilidad, calidad y Mejora de semillas de cebolla (*ALLIUM CEPA* L.). Madrid: Tesis.
- Gordon Mendoza, R., & Camargo Buitrago, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de Maíz. *Agron. Mesoam.*, 26(1), 55-63.
- Guevara, E., & Guenni, O. (2013). Densidad y longitud de raíces en plantas de *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit. *Multiciencias*, 13(4), 372-380.

- Heredia Chuquiruna, J. (2014). Efectos de la temperatura, humedad y pH de suelo sobre la aptogenicidad de *Pochonia Chlamydosporia* para el control de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* frijol. Tesis.
- Hernandez S., R., Fernandez C., C., & Baptista L., P. (1997). Metodología de la investigación . Colombia : Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Huerta P, R., & Rodriguez T, D. (2011). Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación *Quercus rugosa* Née. *Chapingo ser. cienc. for. ambient*, 17(2).
- Hyun Kim, D. (2019). Practical methods for rapid seed germination from seed coat-imposed dormancy of *Prunus yedoensis*. *Scientia Horticulturae*, 451-456.
- Imamura, E., & Watanabe, Y. (2004). Anti-allergy composition comprising wood vinegar-or bamboo vinegar-distilled solution. *Worldwide applications*, 1-4.
- INIA. (2019). Analisis de caracterizacion del suelo de vivero San Gabán. Laboratorio de analisis de suelos INIA Salcedo - Puno.
- INIA, Instituto Nacional de Investigacion y Extencion Agraria. (2006). Cultivo de Cocona. San Gaban.
- International Seed Testing Association, I. (2016). Reglas internacionales para el analisis de las semillas 2016. Uruguay.
- Jarma J., A., Arbrlaez C., J., & Clavijo, j. (2007). Germinacion de *Ischaemum rugosum* Salisb. En respuesta a estímulos ambientales y químicos. Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, 6(76), 31-41.
- Jimenez, M. (s.f.). Funciones, estructura y morfología de las hojas .
- Jiménez, P. (2018). Cocona—*Solanum sessiliflorum*. *Frutas exóticas*, 153-158.
- Kahl, R., & Kappus, H. (1993). Toxikologie der Synthetischen Antioxidantien BHA y BHT im Vergleich mit dem natürlichen Antioxidans Vitamina E. *Lebensm Unters Forsch.*, 196(4), 328-338.
- Kodata, M., Hirano, T., & Imizu, K. (2002). Pyroligneous Acid Improves In Vitro Rooting of Japanese Pear Cultivars. *HortScience*, 37(1), 194 - 195.
- Lara P., A. (2008). Diseño estadístico de experimentos. España.
- Lei, M., Liu, B., & Wang, X. (2018). Effect of adding wood vinegar on cucumber (*Cucumis sativus* L) seed germination. *Earth and Environmental Science*, 128. doi:10.1088/1755-1315/128/1/012186
- Leon, J. (1968). Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. Bogota - Colombia: IICA.
- Lopez Medina, E., & Gil Rivero, E. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao". *Arnaldoa*, 24(2), 609-618.
- Luo, X., Wang, Z., Meki, K., Wang, X., Liu, B., Zheng, H., . . . Li, F. (2019). Effect of co-application of wood vinegar and biochar on seed germination and seedling growth. *Soils and Sediments*. doi: doi: 10.1007/s11368-019-02365-9
- Magnitskiy, S., & Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 96-103.

- Maguire, J. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seed ling emergence and vigor . Personal communication, 176.
- Manals Cutiño, E., Penedo Medina, M., Giralt Ortega, G., Beltrán Guilarte, Y., & Estela Sánchez del Campo, A. (2009). Cromatogramas GRAM\_SCHMIDT del ácido piroleñoso obtenido en la pirolisis de diferentes biomásas vegetales. *Tecnología Química*, XXIX(3), 27-37.
- Margulis, L., & Sagan, D. (s.f.). El proceso de nutrición en las plantas . 241-258.
- Maroto Borrego, J., Gómez, A., & Pomares García, F. (2002). El Cultivo de la Sandía. España: Fundación Caja Rural Valencia - Ediciones Mundi-Prensa.
- Martín Murillo, L., Rivera Alejo, J., & Castizo Robles, R. (2018). Cambio climático y desarrollo sostenible en iberoamérica. *LA RÁBIDA, HUELVA*.
- Martínez Solís, J., Virgen Vargas, J., Peña Ortega, M., & Santiago Romero, A. (2010). Índice de velocidad de emergencia en líneas de maíz. *Ciencias Agrícolas*, 1(3), 289-304.
- Matilla, Á. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. *Fundamentos de fisiología vegetal*, 1-20.
- Mayo Mosqueda, A., Espinoza Moreno, J., Centurion Hidalgo, D., & Cazares Camero, J. (2017). Estrategias para mejorar la germinación de semillas de *calyptrogyne ghiesbreghtiana* (linden & h. Wendland). *Polibotanica*(43), 1-10.
- Megias, M., Molist, P., & Pompal, M. (2018). Órgano vegetales, raíz. *Atlas de Histología Vegetal y Animal*.
- Montoya A., I. (2014). Pirolisis rápida de la biomasa. Medellín, Colombia: Ecopetrol.
- Mu, J., Uechara, T., & Furuno, T. (2004). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants II: composition of moso bamboo vinegar at different collection temperature and its effects. *J. Wood Sci*, 50(5), 470-476.
- Mu, J., Uehara, T., & Funuru, T. (2003). Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. *The Japan Wood Research Society*, 49(3), 262 - 270.
- Mu, J., Zhi-ming, Y., Wen-qiang, w., & Qing-li, W. (2006). Preliminary study of application effect of bamboo vinegar on vegetable growth. *For. Stud. China*, 8(3), 43-47.
- Mullen, C., Boateng, A., Goldberg, N., Lima, I., Laird, D., & Hicks, K. (2009). Producción de bio-aceite y bio-carbón a partir de mazorcas de maíz pirolisis rápida. *Biomass and Bioenergy*, 67-74.
- Mungkunkamchao, T., Kesmala, T., Pimratch, S., Toomsan, B., & Jothityangkoon, D. (2013). Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 154, 66-72.
- Navarro Prado, M., & Mendoza Alonso, I. (2006). Guía Técnica del Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales. Nicaragua: Cooperativa Austriaca Nicaragua.

- Navas, S. (2003). Evaluación fungicida y antitermítica preliminar del líquido piroleñoso. *Tecnología en Marcha.*, 16(3), 12-30.
- Nazario, O., Ordoñez, E., Mandujano, Y., & Arévalo, J. (2013). Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y analisis sensorial del licor de cacao (theobroma cacao l.) criollo y siete clones. *Investigación y Amazonía*, 3(1), 51-59.
- Negreros Castillo, P., Apodaca Martinez, M., & W. Mize, C. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y Bosques*, 16(2), 7-18.
- Ochoa G, G., Martinez B, E., Ramirez P, R., & Correa L, G. (2012). Crecimiento y Desarrollo de la Lima Ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), cv. Tahití, en Suelos con Limitaciones por Profundidad Efectiva, en un Bosque Seco Tropical. *Fac.Nal.Agr.Medellín*, 65(2), 6567-6578.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2014). Manual de vivero forestal para producción de plántulas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa Amazonas-Peru. Chachapoyas: SERFOR.
- Olivera P., J., Afif Khouri, E., & Ortiz Garcia , J. (2007). Evaluación de un método de escarificación mecánica en la germinación de semillas de leguminosas pratenses. *Researchgate.*, XXXVII(2), 179-191.
- Orduz R., J., León M., G., Chacón Díaz, A., Linares B., V., & Rey T., C. (2002). El Cultivo de la sandía o patilla (*Citrullus lanatus*) en el departamento del Meta. Colombia: Corpoica.
- Osorio G, M., Leiva R, E., & Ramírez P, R. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Ciencias del suelo*, 34(2), 73-82.
- Osorio Soto, G. (2007). Nuevas soluciones para conservar el medio ambiente. *Innovacion y Tecnologia Ciencia UANL*, X(001), 59 - 62.
- Pan, X., Zhang, Y., Wang, X., & Liu, G. (2017). Effect of adding biochar with wood vinegar on the growth of cucumber. *Earth and Environmental Science*, 61, 1-4. doi:10.1088/1755-1315/61/1/012149
- Pangnakorn, U., Watanasorn, S., Kuntha, C., & Chuenchooklin, S. (2009). Application of wood vinegar to fermented liquid bio-fertilizer for organic agriculture on soybean. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 189-196.
- Pardo S., M. (2004). Efecto de *Solanum Sessiliflorum* Dunal sobre el metabolismo lipidico y de la glucosa. *CIENCIA E INVESTIGACIÓN*, VII(2), 43-48.
- Paredes Arce, M. (2004). Manual del cultivo de Cacao. Ministerio de Agricultura.
- Pastor S, J. (2000). Utilizacion de sustratos en viveros. *Hortofruticultura, Botánica y*, 17(3).
- Pita Villamil, J., & Perez Garcia, F. (1998). Germinacion de semillas. Madrid: MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN.
- Quilambaqui Reinoso, J. (2003). El efecto de las fitohormonas en la fruticultura. *La Granja: Revista de ciencia de la vida*, 29-30.

- Ramírez Padilla, B., & Gones Acosta, R. (2016). *Botánica: generalidades, morfología y anatomía de las plantas superiores*. Colombia: Universidad del Cauca.
- Ramírez Padilla, B., & Goyes Acosta, R. (2004). *Botánica, generalidade, morfología y anatomía de las plantas superiores*. Colombia: Universidad del cauca.
- Ramos V, E., & Zuñiga D, D. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y PH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología Aplicada*, 7(1), 123-130.
- Rangel Fajardo, M., Córdova Téllez, L., López Andrade, A., Delgado Alvarado, A., Zavaleta Mancera, H., & Villegas Monter, Á. (2011). Tolerancia a la desecación en semillas de tres orígenes genéticos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Fitotec. Mex.*, 34(3), 175-182.
- Rawson, H., & Gómez Macpherson, H. (2001). *Trigo regado, manejo de cultivo*. FAO.
- Reátegui Sánchez, S. (2014). *Influencia de la frecuencia de remoción, durante la fermentación, en la calidad sensorial del cacao (Theobroma Cacao, L.) de Satipo*. Lima-Perú: Tesis.
- Reche Marmol, J. (1988). *La sandía*. Madrid: Ediciones MundiPrensa.
- Rita S., A., Yoldjian, A., Craviotto, R., & Bisaro, V. (2001). Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesq. agropec. bras*, 36(2), 371 - 379.
- Rodríguez, I., Adam, G., & Duran, J. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura*, 836-838.
- Santos Pereira, L., Juan Valero, J., Picornell Buendia, M., & Tarjuelo Martin, J. (2010). *El riego y sus tecnologías*. España: CREA-UCLM.
- Saray Siura, R., Delgado de la Flor, F., & Julio Toledo, A. (2000). *Hortalizas datos básico*. Lima: Programa de Hortalizas UNAM.
- Savaedi, Z., Parmoon, G., Amir M, S., & Bakhshande, A. (2019). The role of light and Gibberellic Acid on cardinal temperatures and thermal time required for germination of Charnushka (*Nigella sativa*) seed. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, 140-149.
- Schuelter, A., Grunvald, A., Amaral Júnior, A., da Luz, C., Gonçalves, L., Stefanello, S., & Scapim, C. (2009). In vitro regeneration of cocona (*Solanum sessiliflorum*, Solanaceae) cultivars for commercial production. *Genetics and Molecular Research*, 8(3), 963-975.
- SENAMHI. (Octubre de 2019). *Datos Hidrometeorológicos de Sub Estación San Gabán*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- SENAMHI. (2019). *Monitoreo de precipitación y temperatura*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=puno>
- Sipila, K., Kuoppala, E., Fagernas, L., & Oasmaa, A. (1998). Characterization of biomass-based flash pyrolysis oils. *Biomass and Bioenergy*, 14(2), 103-113.
- Solar Davila, C., Depallens L, D., Neubauer B, L., Pizarro S, U., & Soza P, J. (2000). Efectos de fitoreguladores, calcio, magnesio y anillado, sobre la calidad y



- condicion en uva de mesa cvs. (Thompson Seedless y Red Globe). *Pharos*, 7(2), 19-41.
- Sppoljaric, M., & Ojeda, A. (2009). Evaluación de parametros de calidad en semillas de *prosopis alba griseb* leguminosa almacenadas en camara de frio del banco de germoplasma del Inta Sanenz Peña. INTA Centro Regional Chaco Formosa .
- Suarez, D., & Marina M., L. (2010). *Biología y germinacion de semillas*. Reserchgate, 13-24.
- Theapparatt, Y., Chandumpai, A., & Faroongsarng, D. (2018). Physicochemistry and Utilization of Wood Vinegar from Carbonization of Tropical Biomass Waste. *Tropical Forests*, 163-183. doi:http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77380
- Turhan, A., Ozmen, N., Kuscu, H., Sitki Serbici, M., & Seniz, V. (2012). Influence of rootstocks on yield and fruit characteristics and quality of watermelon. *Hort. Environ. Biotechnol*, 53(4), 336-341.
- UAM, Universidad Autonoma de Madrid. (2016). *Crecimiento, Apuntes de Fisiología de las Plantas*. Madrid.
- Universidad Nacional de Ingenieria , F. (2019). *Analisis Cualitativo de Aceite piroleñoso*.
- Urien Pinedo, A. (2013). *Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirolisis de biomasa residual*. Tesis.
- Valenzuela López, M., Lizárraga Jiménez, R., & Díaz Valdés, T. (s.f.). *Plántula (botánica)*. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Vargas Piña, S. (2015). "Propagación sexual de cinco especies forestales comerciales y crecimiento inicial de las plántulas, en vivero. Pucallpa, Ucayali, Perú. Iquitos: Tesis.
- Vázquez Chacón, J. (2019). *Raíz: características, partes, estructura, funciones y tipos*. Biología.
- Vera Chang, J., Vallejo Torres, C., Párraga Moran, D., Morales Rodríguez, W., Macías Véliz, J., & Ramos Remache, R. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), 21-34.
- Villamizar Jaimes, Y., Rodríguez Guerrero, J., & León Castrillo, L. (2017). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51. 1. *Cuaderno Activa*(9), 65-75.
- Viza Chura, A. (2010). *Influencia de cuatro niveles de fertilización nitrogenada y Potásica en el rendimiento del cultivo de sandia (Citrullus lanatus Thunb) Variedad Santa Amelia, en condiciones del Valle de Moquegua*. Moquegua: Tesis.
- Wang, Y., Qiu, L., Song, Q., Wang, S., Wang, Y., & Ge, Y. (2019). Root Proteomics Reveals the Effects of Wood Vinegar on Wheat Growth and Subsequent Tolerance to Drought Stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(4), 1508-1514.

- Yanik, J., Kornmayer, C., Saglam, M., & Yüksel, M. (2007). Fast pyrolysis of agricultural wastes: Characterization of pyrolysis products. *Fuel Processing Technology*, 88, 942–947.
- Yanovsky, M. (1999). Control del crecimiento y desarrollo de las plantas por la luz: Funciones fotoperceptivas y mecanismos de acción del fitocromo A. Tesis.
- Yepes, A., & Silveira Buckeridge, M. (2011). Respuesta de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). *Colombia Forestal*, 14(2), 213-232.
- Zhou, L., Jiang, E., & Li, B. (2009). Effect of Wood Vinegar on Seed Germination and Water Implantation of Corn. *Journal of Northeast Agricultural University*, 16(2), 6-11.
- Zulkarami, B., Ashrafuzzaman, M., Mohamad Husni, O., & Mohd Razi, I. (2011). Effect of pyroligneous acid on growth, yield and quality improvement of rockmelon in soilless culture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(12), 1508-1514.

# **ANEXOS**

## ANEXOS I. Mapa de ubicación del ámbito de estudio



Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de San Gabán

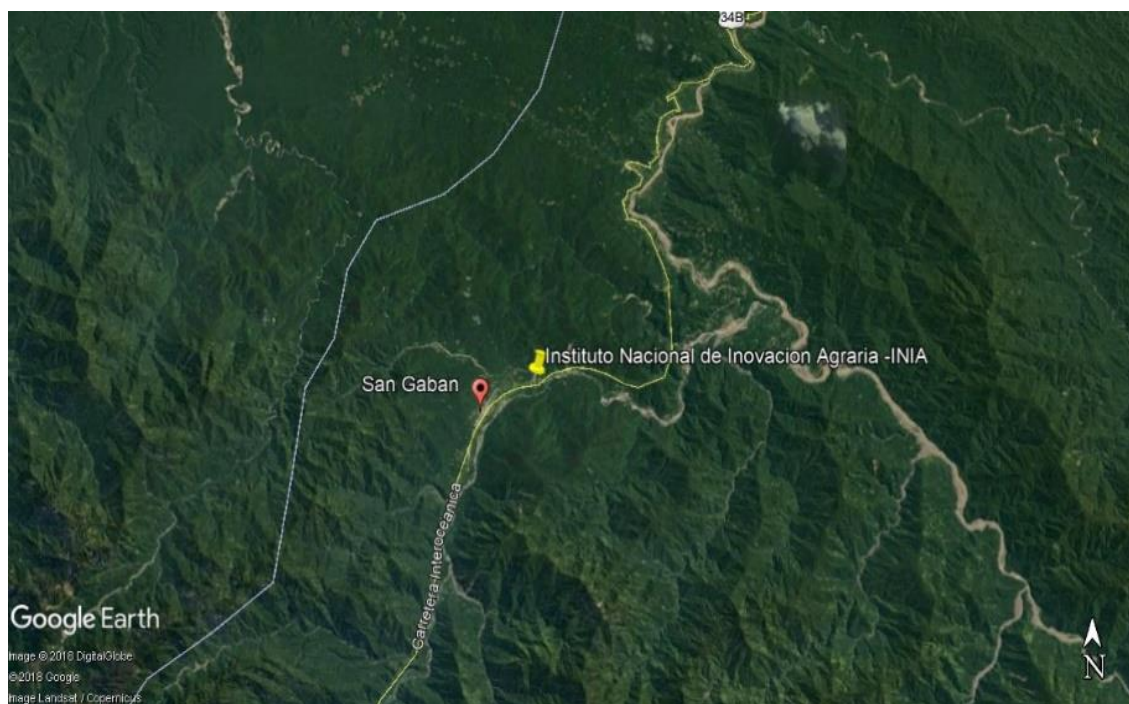


Figura 2. Ubicación del Instituto Nacional De Innovación Agraria -INIA

**ANEXOS II. Datos temperatura máxima y mínima de SENAMHI del mes de julio y agosto del 2019**

**Tabla 1**

*Datos temperatura máxima y mínima de SENAMHI del mes de julio y agosto del 2019.*

DÍA/ MES / AÑO	TEMPERATURA (°C)			DÍA/ MES / AÑO	TEMPERATURA (°C)		
	MAX	MIN	Media		MAX	MIN	Media
01/07/2019	27	11.2	19.1	01/08/2019	30.4	13	21.7
02/07/2019	28	10.6	19.3	02/08/2019	24.2	10.8	17.5
03/07/2019	23.2	13.6	18.4	03/08/2019	18.2	7.4	12.8
04/07/2019	26.2	8.2	17.2	04/08/2019	21.2	6.3	13.75
05/07/2019	23.4	10.3	16.85	05/08/2019	28.2	5	16.6
06/07/2019	19.2	7.5	13.35	06/08/2019	27.4	3.2	15.3
07/07/2019	20	6.2	13.1	07/08/2019	32.8	4.8	18.8
08/07/2019	27.5	8.4	17.95	08/08/2019	33.3	3	18.15
09/07/2019	28.2	9.4	18.8	09/08/2019	31.5	12.6	22.05
10/07/2019	30	9.2	19.6	10/08/2019	30	9.4	19.7
11/07/2019	31.2	8.3	19.75	11/08/2019	31.5	12.3	21.9
12/07/2019	32.4	10.3	21.35	12/08/2019	29	13.6	21.3
13/07/2019	29.8	8.2	19	13/08/2019	30	11.8	20.9
14/07/2019	28.4	9.5	18.95	14/08/2019	20	10.2	15.1
15/07/2019	27.2	11.2	19.2	15/08/2019	30.2	6.2	18.2
16/07/2019	24.2	9	16.6	16/08/2019	30.5	5.8	18.15
17/07/2019	26.3	10.3	18.3	17/08/2019	S/D	4.7	4.7
18/07/2019	28	10	19	18/08/2019	32.7	6.8	19.75
19/07/2019	29.8	11.3	20.55	19/08/2019	29	10.2	19.6
20/07/2019	31.6	9.7	20.65	20/08/2019	24.5	9.3	16.9
21/07/2019	26.2	11.6	18.9	21/08/2019	28.6	10.2	19.4
22/07/2019	27.4	9.4	18.4	22/08/2019	32.8	14.3	23.55
23/07/2019	24.3	8.3	16.3	23/08/2019	32.8	15.6	24.2
24/07/2019	24.2	8.2	16.2	24/08/2019	31.7	13.2	22.45
25/07/2019	20	8.2	14.1	25/08/2019	31.8	10.2	21
26/07/2019	23.6	7.3	15.45	26/08/2019	32.7	9.3	21
27/07/2019	24	8.2	16.1	27/08/2019	31.2	6.8	19
28/07/2019	25.3	6.2	15.75	28/08/2019	32.6	10	21.3
29/07/2019	30.5	10.6	20.55	29/08/2019	32.8	9.3	21.05
30/07/2019	31.7	9.8	20.75	30/08/2019	33.8	8.4	21.1
<b>Promedio</b>	<b>26.82</b>	<b>9.47</b>	<b>18.145</b>	<b>Promedio</b>	<b>29.59</b>	<b>9.29</b>	<b>19.44</b>

**ANEXOS III. Datos de temperatura máxima y mínima en el vivero del mes de julio y agosto del 2019**

**Tabla 2**

Datos de temperatura máxima y mínima en el vivero del mes de julio y agosto del 2019.

DÍA/ MES / AÑO	TEMPERATURA (°C)			DÍA/ MES / AÑO	TEMPERATURA (°C)		
	MAX	MIN	Media		MAX	MIN	Media
01/07/2019	30.3	19.1	24.7	01/08/2019	34.4	20.0	27.2
02/07/2019	35.0	20.4	27.7	02/08/2019	28.2	19.8	24.0
03/07/2019	25.7	21.3	23.5	03/08/2019	22.2	16.4	19.3
04/07/2019	32.5	21.0	26.8	04/08/2019	25.2	15.3	20.3
05/07/2019	26.4	14.9	20.7	05/08/2019	32.2	14.0	23.1
06/07/2019	22.8	16.5	19.7	06/08/2019	31.4	12.2	21.8
07/07/2019	19.0	15.1	17.1	07/08/2019	30.7	13.1	21.9
08/07/2019	32.1	17.4	24.8	08/08/2019	33.3	12.0	12.0
09/07/2019	32.0	18.1	25.1	09/08/2019	34.0	13.2	23.6
10/07/2019	31.2	18.3	18.3	10/08/2019	34.0	18.4	26.2
11/07/2019	32.0	19.0	25.5	11/08/2019	35.0	21.3	28.2
12/07/2019	31.2	18.3	24.8	12/08/2019	33.0	22.6	27.8
13/07/2019	29.7	19.1	24.4	13/08/2019	34.0	20.8	27.4
14/07/2019	28.5	18.8	23.7	14/08/2019	34.2	18.7	26.5
15/07/2019	29.2	18.3	23.8	15/08/2019	22.1	16.1	19.1
16/07/2019	24.8	19.0	21.9	16/08/2019	34.5	14.8	24.7
17/07/2019	30.2	19.2	24.7	17/08/2019	30.1	13.7	21.9
18/07/2019	29.8	18.3	18.3	18/08/2019	36.7	15.8	26.3
19/07/2019	31.6	19.1	19.1	19/08/2019	34.9	13.9	24.4
20/07/2019	26.2	18.8	18.8	20/08/2019	34.9	11.1	23.0
21/07/2019	29.0	19.8	24.4	21/08/2019	26.6	18.9	22.8
22/07/2019	28.3	17.3	22.8	22/08/2019	34.9	19.7	27.3
23/07/2019	28.2	17.2	22.7	23/08/2019	36.8	24.6	30.7
24/07/2019	24.0	17.2	20.6	24/08/2019	33.7	22.2	28.0
25/07/2019	27.6	16.3	22.0	25/08/2019	33.8	19.2	26.5
26/07/2019	28.0	17.2	22.6	26/08/2019	34.7	18.3	26.5
27/07/2019	29.3	15.2	22.3	27/08/2019	33.2	15.8	24.5
28/07/2019	34.5	19.6	27.1	28/08/2019	34.6	19.0	26.8
29/07/2019	24.0	17.2	20.6	29/08/2019	34.8	18.3	26.6
30/07/2019	26.2	18.8	18.8	30/08/2019	33.8	17.4	17.4
<b>Promedio</b>	<b>8.86</b>	<b>18.34</b>	<b>22.96</b>	<b>Promedio</b>	<b>32.38</b>	<b>17.42</b>	<b>24.33</b>

**ANEXOS IV. Componentes del ácido piroleñoso de la especie Bambú obtenidos de la cromatografía de gases.**

<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos ácidos</b>	<b>Cantidad relativa (%)</b>
1	Ácido propanóico	8.65
2	1-Hidroxi-2-butanona	14.04
3	Fenol	7.05
4	1,2-Benzenediol, 3-metoxi- (Pirogalol)	2.41
<b>Subtotal</b>		<b>32.15</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos alcoholes</b>	
1	2-Propanona, 1-hidroxi- (Hidroxiacetona)	21.79
2	2-Furanmetanol, tetrahidro- (Furfuril)	4.66
3	2-Furanmetanol (Alcohol furfúrico)	11.32
<b>Subtotal</b>		<b>37.77</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos fenoles</b>	
1	Fenol, 2-metoxi- (Guayacol)	5.13
2	Benceno, (eteniloxi)-	1.96
3	Fenol, 2,6-dimetoxi-	7.18
<b>Subtotal</b>		<b>14.27</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos neutros</b>	
1	Furfural	9.31
2	2-Ciclopenteno-1-ona, 2-hidroxi-3-metil-	6.5
<b>Subtotal</b>		<b>15.81</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>

**ANEXOS V. Componentes del ácido piroleñoso de la especie Pisonay obtenidos de la cromatografía de gases.**

<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos ácidos</b>	<b>Cantidad relativa (%)</b>
1	Ácido propanóico	6.20
2	Ácido acético. hidroxí-. methyl ester	2.53
3	1-Hidroxí-2-butanona	8.87
4	Ácido butanoico, anhídrido (Anhídrido butírico)	3.01
5	Ácido 5-Oxotetrahidrofurano-2-carboxílico	1.48
6	1,2-Benzenediol, 3-methoxí- (Pirogalol)	2.00
7	Metacrílico acid, etil ester (Metacrilato de etilo)	3.11
<b>Subtotal</b>		<b>27.20</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos alcoholes</b>	
1	2-Propanona, 1-hidroxí- (Hidroxiacetona)	22.83
2	1,2-Ethanedíol (Etilenglicol)	2.06
3	2-Furanmetanol. tetrahídrido- (Furfuril)	4.57
4	2-Furanmetanol (Alcohol furfurílico)	6.60
<b>Subtotal</b>		<b>36.06</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos fenoles</b>	
1	Fenol, 2-methoxí- (Guayacol)	8.24
2	Fenol, 2,6-dimetoxí-	5.31
<b>Subtotal</b>		<b>13.55</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos neutros</b>	
1	1,3-Dioxolane, 2,2-dimetil-	2.86
2	2-Ciclopenteno-1-ona	3.41
3	1,2-Ciclopentanodiona, 3-metil-	5.53
4	Cresol	2.45
5	Catecol	6.96
6	1,2-Bencenedíol, 4-metil-diacetato	1.98
<b>Subtotal</b>		<b>23.19</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>



**ANEXOS VI. Componentes del ácido piroleñoso de la especie Cetico obtenidos de la cromatografía de gases.**

<b>N°</b>	<b>Nombre de compuestos ácidos</b>	<b>Cantidad relativa (%)</b>
1	Ácido propanóico	2.78
2	Ácido acético	1.64
3	Ácido butanóico	2.88
4	Metacrilic acid, etil ester (Metacrilato de etilo)	2.53
5	1,2-Bencenediol, 3-metoxi- (Pirogalol)	3.19
<b>Subtotal</b>		<b>13.02</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos alcoholes</b>	
1	Glicerina	1.41
2	2-Propanona, 1-hidroxi- (Hidroxiacetona)	17.72
3	Succindialdehido	4.54
4	2-Furanmetanol (Alcohol furfurílico)	5.47
5	2-Furanmetanol, tetrahidro- (Furfuril)	2.09
<b>Subtotal</b>		<b>31.23</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos fenoles</b>	
1	Fenol, 2-metoxi- (Guayacol)	5.28
2	Fenol. 2,6-dimetoxi-	10.19
<b>Subtotal</b>		<b>15.47</b>
<b>N°</b>	<b>Nombre de los compuestos neutros</b>	
1	1-Hidroxi-2-butanona	7.55
2	3-Metoxi-2,2-dimetiloxirane	3.72
3	Óxido de propileno	1.35
4	1,3-Dioxane, 2-metil-	2.07
5	1,2-Ciclopentanodiona, 3-metil-	5.85
6	Cresol	2.56
7	Catecol	4.43
8	3,5-Dimetilpirazole	6.16
9	4-etilciclohexanona	1.25
10	1,2,4-Trimetoxibenceno	3.55
11	2,4,6(1H,3H,5H)-Pirimidinetrión, 5-etil-5-(Sal de calcio)	1.85
<b>Subtotal</b>		<b>40.34</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100.00</b>

## ANEXOS VII. Análisis químico de las muestras de ácido piroleñoso de Bambú, Cetico y Pisonay.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 1495 – 19 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
  - 1.2 R.U.C. : 20563395746
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 22 / 08 / 2019
  - 2.2 FECHA DE ANÁLISIS : 28 / 08 / 2019
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 28 / 08 / 2019
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS CUALITATIVO DE ACEITE PIROLEÑOSO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 03 MUESTRAS DE ACEITE PIROLEÑOSO

MUESTRA	CODIFICACIÓN
M1	ACIDO PIROLEÑOSO <i>Cecropia</i> sp. "Cetico"
M2	ACIDO PIROLEÑOSO <i>Guadua</i> sp. "Bambú leñoso"
M3	ÁCIDO PIROLEÑOSO <i>Erythrina</i> sp. "Pisonay"

5. LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 20.5°C; Humedad relativa: 67 %
7. MÉTODO UTILIZADO : CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS
8. EQUIPOS UTILIZADOS

CROMATÓGRAFO DE GASES. SHIMADZU, GC-2010 Plus.

• Automuestreador: SHIMADZU, AOC-6000.

• Detector de espectrometría de masas: SHIMADZU, GCMS-QP210 Ultra.

COLUMNA GC: RESTEK. RTX-5MS, 30m x 0.25 mm ID x 0.25 µm df. Serial: 1346249.

#### 9. RESULTADOS

##### 9.1 RESULTADOS DE LA MUESTRA M1

ANÁLISIS	RESULTADO
Composición química	Se encontraron 23 compuestos orgánicos en la muestra, los mayoritarios fueron: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2-Propanone, 1-hydroxy- : 17.72%</li> <li>2) Phenol, 2,6-dimethoxy-: 10.19%</li> <li>3) 1-Hydroxy-2-butanone: 7.55%</li> </ol> Porcentaje calculado de la abundancia del área de cada pico.



## 9.2 RESULTADOS DE LA MUESTRA M2

ANÁLISIS	RESULTADO
Composición química	Se encontraron 12 compuestos orgánicos en la muestra, los mayoritarios fueron:  1) 2-Propanone, 1-hydroxy- : 21.79% 2) 1-Hydroxy-2-butanone: 14.04% 3) 2-Furanmethanol: 11.32%

## 9.3 RESULTADOS DE LA MUESTRA M3

ANÁLISIS	RESULTADO
Composición química	Se encontraron 20 compuestos orgánicos en la muestra, los mayoritarios fueron:  1) 2-Propanone, 1-hydroxy- : 22.83% 2) 1-Hydroxy-2-butanone: 8.87% 3) Phenol, 2-methoxy-: 8.24%

**NOTA:** La lista de compuestos mostrados para cada muestra es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo GCMSsolution de SHIMADZU utilizando la librería NIST. La probabilidad se mide por el SI (Similarity index) que se encuentra en cada espectro de masa (en el texto superior a la gráfica).

Las listas de componentes detectados en el aceite esencial de *Pachoulla* se encuentran en las Tabla N°1 y 2 del Anexo.

## 10. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista  
LABICER – UNI



Otilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de Laboratorio  
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



ANEXO

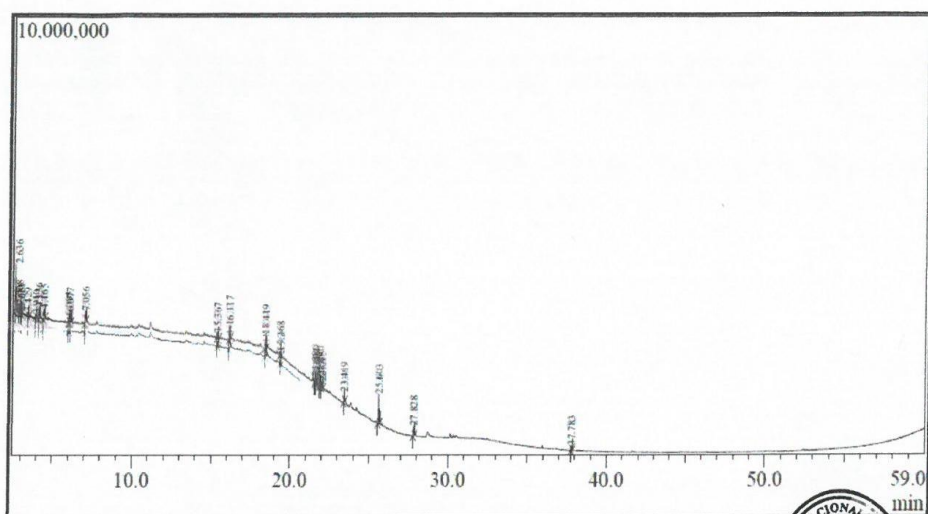


FIGURA N°1. CROMATOGRAMAS DE LA MUESTRA M1



TABLA N°1. DATOS CROMATOGRÁFICOS DE LA MUESTRA M1

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	2.636	2923865	17.72	1101813	20.28	2-Propanone, 1-hydroxy-
2	2.908	459034	2.78	178438	3.28	Propanoic acid
3	2.970	222667	1.35	84033	1.55	Propylene oxide
4	3.011	270436	1.64	128967	2.37	Acetic acid, hydroxy-, methyl ester
5	3.429	232677	1.41	84121	1.55	Glycerin
6	3.940	341384	2.07	68832	1.27	1,3-Dioxane, 2-methyl-
7	4.136	1245689	7.55	252830	4.65	1-Hydroxy-2-butanone
8	4.465	749134	4.54	222149	4.09	Succinaldehyde
9	6.005	612968	3.72	148329	2.73	3-Methoxy-2,2-dimethyloxirane
10	6.077	1009139	6.12	235284	4.33	3,5-Dimethylpyrazole
11	7.056	902199	5.47	246835	4.54	2-Furanmethanol
12	15.367	475333	2.88	131223	2.41	Butanoic acid, anhydride
13	16.117	965658	5.85	297867	5.48	1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl-
14	18.419	870722	5.28	310131	5.71	Phenol, 2-methoxy-
15	19.368	205937	1.25	92549	1.70	Cyclohexanone, 4-ethyl-
16	21.580	422284	2.56	163548	3.01	Creosol
17	21.654	344184	2.09	117632	2.16	2-Furanmethanol, tetrahydro-
18	21.890	731010	4.43	226543	4.17	Catechol
19	22.015	417294	2.53	132347	2.44	Methacrylic acid, ethyl ester
20	23.419	525848	3.19	221227	4.07	1,2-Benzenediol, 3-methoxy-
21	25.603	1681053	10.19	670562	12.34	Phenol, 2,6-dimethoxy-
22	27.828	585156	3.55	213256	3.92	1,2,4-Trimethoxybenzene
23	37.783	304951	1.85	105238	1.94	2,4,6-(1H,3H,5H)-Pyrimidinetrione, 5-ethyl-5-(2-p
		16498622	100.00	5433754	100.00	

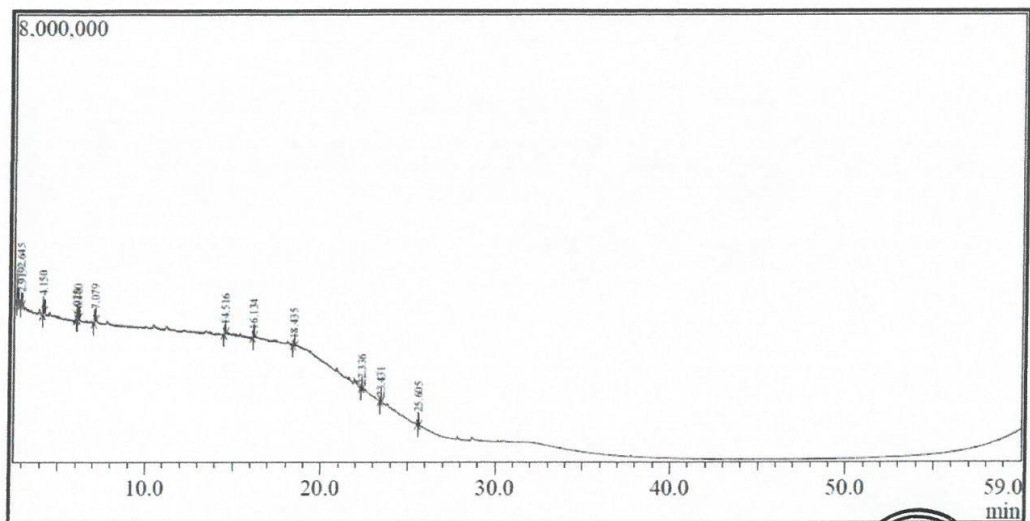


FIGURA N°2. CROMATOGRAMAS DE LA MUESTRA M2

TABLA N°2. DATOS CROMATOGRÁFICOS DE LA MUESTRA M2



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	2.645	1619835	21.79	626390	25.73	2-Propanone, 1-hydroxy-
2	2.919	643362	8.65	225070	9.25	Propanoic acid
3	4.150	1044110	14.04	316646	13.01	1-Hydroxy-2-butanone
4	6.025	346266	4.66	86148	3.54	2-Furanmethanol, tetrahydro-
5	6.100	692397	9.31	184006	7.56	Furfural
6	7.079	841657	11.32	218995	9.00	2-Furanmethanol
7	14.516	523770	7.05	161231	6.62	Phenol
8	16.134	483438	6.50	144287	5.93	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-
9	18.435	381302	5.13	120443	4.95	Phenol, 2-methoxy-
10	22.336	145577	1.96	61443	2.52	Benzene, (ethenyloxy)-
11	23.431	179128	2.41	71263	2.93	1,2-Benzenediol, 3-methoxy-
12	25.605	533782	7.18	218509	8.98	Phenol, 2,6-dimethoxy-
		7434624	100.00	2434431	100.00	



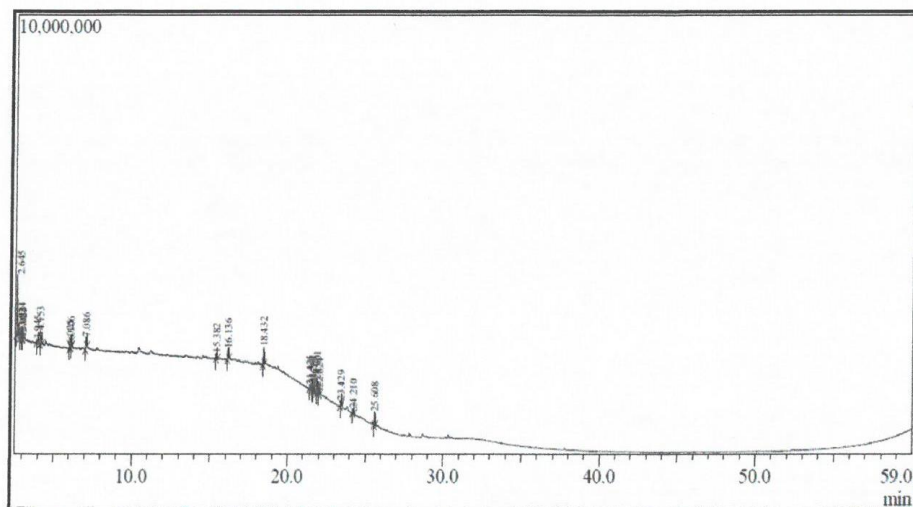


FIGURA N°3. CROMATOGRAMAS DE LA MUESTRA M3

TABLA N°3. DATOS CROMATOGRÁFICOS DE LA MUESTRA M3

Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	2.645	3085085	22.83	1377098	28.60	2-Propanone, 1-hydroxy-
2	2.924	838210	6.20	251970	5.23	Propanoic acid
3	2.982	278230	2.06	138835	2.88	1,2-Ethanediol
4	3.025	342280	2.53	148075	3.08	Acetic acid, hydroxy-, methyl ester
5	3.945	385779	2.86	80547	1.67	1,3-Dioxolane, 2,2-dimethyl-
6	4.153	1198381	8.87	304512	6.33	1-Hydroxy-2-butanone
7	6.025	330415	2.45	81842	1.70	2-Furanmethanol, tetrahydro-
8	6.106	460875	3.41	146711	3.05	2-Cyclopenten-1-one
9	7.086	891872	6.60	241905	5.02	2-Furanmethanol
10	15.382	406343	3.01	134408	2.79	Butanoic acid, anhydride
11	16.136	746941	5.53	247917	5.15	1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl-
12	18.432	1112789	8.24	413313	8.58	Phenol, 2-methoxy-
13	21.425	199861	1.48	79692	1.66	5-Oxotetrahydrofuran-2-carboxylic acid
14	21.591	331282	2.45	139158	2.89	Creosol
15	21.675	287779	2.13	76060	1.58	2-Furanmethanol, tetrahydro-
16	21.901	941055	6.96	291945	6.06	Catechol
17	22.024	419571	3.11	138467	2.88	Methacrylic acid, ethyl ester
18	23.429	269910	2.00	121914	2.53	1,2-Benzenediol, 3-methoxy-
19	24.210	267936	1.98	99672	2.07	1,2-Benzenediol, 4-methyl-
20	25.608	717647	5.31	300373	6.24	Phenol, 2,6-dimethoxy-
		13512241	100.00	4814414	100.00	



**ANEXOS VIII. Resultados del porcentaje de germinación y energía germinativa de sandía, cocona y cacao.**

**Tabla 2**

*Resultados del porcentaje de germinación de las semillas sandía, cocona y cacao.*

Tratamientos	Sandía				Cocona				Cacao			
	Repeticiones			PG (%)	Repeticiones			PG (%)	Repeticiones			PG (%)
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T-1	96.7	96.7	86.7	93.3	76.7	70.0	76.7	74.4	96.7	90.0	93.3	93.3
T-2	96.7	93.3	96.7	95.6	96.7	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0
T-3	96.7	93.3	93.3	94.4	96.7	96.7	93.3	95.6	96.7	100.0	90.0	95.6
T-4	93.3	86.7	90.0	90.0	73.3	73.3	70.0	72.2	96.7	100.0	90.0	95.6
T-5	90.0	96.7	83.3	90.0	93.3	90.0	96.7	93.3	90.0	96.7	100.0	95.6
T-6	93.3	86.7	93.3	91.1	93.3	86.7	96.7	92.2	96.7	90.0	100.0	95.6
T-7	96.7	80.0	100.0	92.2	76.7	93.3	83.3	84.4	100.0	90.0	100.0	96.7
T-8	96.7	90.0	100.0	95.6	93.3	93.3	93.3	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0
T-9	96.7	83.3	83.3	87.8	93.3	96.7	96.7	95.6	100.0	100.0	93.3	97.8
T-10	90.0	83.3	96.7	90.0	80.0	86.7	90.0	85.6	83.3	83.3	86.7	84.4

**Tabla 3**

*Resultados de la energía germinativa de semillas sandía, cocona y cacao.*

Tratamiento	Sandía							Cocona							Cacao						
	Germinación (días)			Repeticiones			Promedio	Germinación (días)			Repeticiones			Promedio	Germinación (días)			Repeticiones			Promedio
	Inicio	Termino	Periodo	R1	R2	R3		Inicio	Termino	Periodo	R1	R2	R3		Inicio	Termino	Periodo	R1	R2	R3	
T-1	5	8	3	93.3	96.7	86.7	92.2	11	20	9	76.7	70.0	76.7	74.4	12	20	8	96.7	86.7	90.0	91.1
T-2	5	8	3	96.7	93.3	93.3	94.4	9	16	7	90.0	96.7	96.7	94.4	12	20	8	100.0	96.7	100.0	98.9
T-3	5	8	3	96.7	93.3	93.3	94.4	9	16	7	96.7	96.7	93.3	95.6	12	20	8	93.3	96.7	83.3	91.1
T-4	5	8	3	93.3	86.7	90.0	90.0	11	19	8	73.3	66.7	70.0	70.0	12	20	8	90.0	86.7	86.7	87.8
T-5	5	9	4	86.7	96.7	83.3	88.9	10	19	9	93.3	90.0	96.7	93.3	12	20	8	76.7	96.7	96.7	90.0
T-6	5	10	5	93.3	86.7	93.3	91.1	10	17	7	90.0	83.3	96.7	90.0	12	21	9	93.3	90.0	100.0	94.4
T-7	5	8	3	96.7	80.0	100.0	92.2	12	19	7	70.0	93.3	83.3	82.2	12	20	8	96.7	90.0	93.3	93.3
T-8	5	8	3	96.7	90.0	100.0	95.6	10	19	10	93.3	93.3	93.3	93.3	12	20	8	96.7	93.3	96.7	95.6
T-9	5	9	4	86.7	80.0	83.3	83.3	10	19	9	93.3	66.7	96.7	85.6	12	20	8	96.7	96.7	93.3	95.6
T-10	5	10	5	90.0	83.3	96.7	90.0	11	20	9	80.0	86.7	90.0	85.6	13	22	9	83.3	80.0	83.3	82.2

**ANEXOS IX. Resultados del porcentaje de emergencia y vigor germinativo de semillas sandía, cocona y cacao.**

**Tabla 4**

*Resultados del porcentaje de emergencia de las semillas sandía, cocona y cacao.*

Tratamientos	Sandía				Cocona				Cacao			
	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T-1	96.7	96.7	86.7	93.3	76.7	70.0	76.7	74.4	96.7	90.0	93.3	93.3
T-2	96.7	93.3	96.7	95.6	96.7	96.7	96.7	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0
T-3	96.7	93.3	93.3	94.4	96.7	96.7	93.3	95.6	96.7	100.0	90.0	95.6
T-4	93.3	86.7	90.0	90.0	73.3	73.3	70.0	72.2	96.7	100.0	90.0	95.6
T-5	90.0	96.7	83.3	90.0	93.3	90.0	96.7	93.3	90.0	96.7	100.0	95.6
T-6	93.3	86.7	93.3	91.1	93.3	86.7	96.7	92.2	96.7	90.0	100.0	95.6
T-7	96.7	80.0	100.0	92.2	76.7	93.3	83.3	84.4	100.0	90.0	100.0	96.7
T-8	96.7	90.0	100.0	95.6	93.3	93.3	93.3	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0
T-9	96.7	83.3	83.3	87.8	93.3	96.7	96.7	95.6	100.0	100.0	93.3	97.8
T-10	90.0	83.3	96.7	90.0	80.0	86.7	90.0	85.6	83.3	83.3	86.7	84.4

**Tabla 5**

*Resultados del vigor germinativo de las semillas sandía, cocona y cacao.*

Tratamientos	sandía				cocona				cacao			
	repeticiones			Promedio	repeticiones			Promedio	repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T-1	4.9	5.3	4.6	4.9	1.6	1.3	1.4	1.4	1.9	1.7	1.7	1.8
T-2	5.1	4.9	5.2	5.1	3.0	2.2	2.2	2.5	2.0	2.0	1.9	2.0
T-3	5.5	4.8	4.9	5.1	2.4	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	1.6	1.8
T-4	5.3	4.5	4.6	4.8	1.4	1.3	1.3	1.3	1.8	1.9	1.7	1.8
T-5	4.8	5.1	4.4	4.7	2.3	2.1	2.1	2.2	1.6	2.0	1.9	1.8
T-6	4.9	4.2	4.8	4.6	2.4	2.0	2.3	2.2	1.7	1.6	2.0	1.8
T-7	5.4	4.1	5.3	5.0	1.5	1.7	1.5	1.6	1.8	1.7	1.9	1.8
T-8	5.3	4.6	5.3	5.1	2.1	1.9	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
T-9	5.1	4.2	4.4	4.6	2.2	2.0	2.0	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8
T-10	4.6	4.2	5.1	4.6	1.7	1.9	1.9	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5



**ANEXOS X. Resultados de evaluación de la altura en las plántulas sandía, cocona y cacao.**

**Tabla 6**

*Resultados de evaluación de altura de 10 a 40 días en las plántulas de sandía.*

Tratamiento	Número de días						
	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días	35 días	40 días
T-1	5.39	6.36	9.17	9.75	10.51	11.52	11.85
T-2	5.41	7.01	9.66	10.84	11.63	12.30	12.98
T-3	5.06	7.11	9.92	10.84	11.59	12.32	13.01
T-4	5.58	7.05	9.55	10.42	10.77	11.63	12.02
T-5	5.47	7.35	9.61	10.38	10.94	11.56	12.12
T-6	5.39	7.28	9.36	10.50	10.92	11.80	12.28
T-7	5.57	6.67	8.80	9.41	9.87	10.92	11.45
T-8	5.60	7.18	10.07	10.82	12.16	12.76	13.55
T-9	5.55	6.61	9.10	9.94	10.56	11.46	12.33
T-10	5.06	6.52	8.26	8.75	9.26	9.87	11.04

**Tabla 7**

*Resultados de evaluación de altura de 20 a 55 días en las plántulas de cocona.*

Tratamiento	Número de días							
	20 días	25 días	30 días	35 días	40 días	45 días	50 días	55 días
T-1	0.34	0.45	0.77	0.84	0.97	1.02	1.10	1.21
T-2	0.49	0.72	1.19	1.28	1.31	1.43	1.46	1.98
T-3	0.49	0.78	1.12	1.20	1.27	1.42	1.49	1.92
T-4	0.32	0.45	0.81	0.82	0.89	0.95	0.96	1.30
T-5	0.49	0.77	1.19	1.25	1.33	1.46	1.48	2.04
T-6	0.51	0.82	1.14	1.20	1.35	1.42	1.45	2.12
T-7	0.38	0.55	0.88	0.89	0.95	1.00	1.01	1.01
T-8	0.45	0.76	1.16	1.28	1.43	1.61	1.74	2.32
T-9	0.52	0.83	1.12	1.20	1.28	1.35	1.40	1.91
T-10	0.40	0.68	0.88	0.90	0.91	0.94	0.96	1.30

**Tabla 8**

*Resultados de evaluación de altura de 25 a 55 días en las plántulas de cacao.*

Tratamiento	Número de días						
	25 días	30 días	35 días	40 días	45 días	50 días	55 días
T-1	4.07	6.55	11.52	15.25	16.83	18.48	18.59
T-2	4.50	6.91	11.78	15.67	17.00	17.98	18.59
T-3	3.99	6.27	11.82	15.26	16.90	18.10	18.24
T-4	3.73	5.85	10.89	14.63	16.01	17.58	17.92
T-5	4.20	6.57	11.33	15.18	16.73	18.24	18.64
T-6	3.73	6.45	10.90	14.71	16.24	17.87	18.43
T-7	4.10	6.28	11.25	14.77	16.30	17.78	18.20
T-8	4.46	7.15	12.25	15.88	17.40	19.25	19.90
T-9	4.21	6.36	11.70	15.52	16.83	18.14	18.66
T-10	3.32	5.17	8.79	11.89	12.92	14.70	16.13

**ANEXOS XI. Resultados de la evaluación del número de hojas de sandía, cocona y cacao.**

**Tabla 9**

*Resultados del número de hojas de 10 a 40 días en las plántulas de sandía.*

<b>Tratamiento</b>	<b>10 días</b>	<b>15 días</b>	<b>20 días</b>	<b>25 días</b>	<b>30 días</b>	<b>35 días</b>	<b>40 días</b>
T-1	0.00	0.12	0.97	1.84	2.18	2.72	2.89
T-2	0.00	0.30	0.80	1.60	2.00	2.48	3.00
T-3	0.00	0.18	1.03	1.90	2.01	2.47	3.06
T-4	0.00	0.16	0.92	1.67	2.06	2.40	2.85
T-5	0.00	0.22	0.92	1.82	1.90	2.17	3.00
T-6	0.00	0.22	0.87	1.75	2.00	2.42	2.82
T-7	0.00	0.13	0.97	1.63	1.97	2.42	2.66
T-8	0.00	0.29	1.00	1.69	2.13	2.54	3.15
T-9	0.00	0.08	0.92	1.85	1.94	2.67	3.06
T-10	0.00	0.06	0.89	1.64	1.78	2.08	2.58

**Tabla 10**

*Resultados del número de hojas de 20 a 55 días en las plántulas de cocona.*

<b>Tratamiento</b>	<b>20 días</b>	<b>25 días</b>	<b>30 días</b>	<b>35 días</b>	<b>40 días</b>	<b>45 días</b>	<b>50 días</b>	<b>55 días</b>
T-1	0.03	0.24	0.60	0.76	0.75	0.90	1.08	1.60
T-2	0.24	0.67	1.03	1.32	1.33	1.75	1.78	3.03
T-3	0.13	0.89	1.02	1.27	1.37	1.62	1.76	2.75
T-4	0.00	0.10	0.46	0.49	0.67	1.25	1.13	1.54
T-5	0.00	0.71	1.00	1.11	1.35	1.73	1.81	2.81
T-6	0.02	0.86	1.00	1.29	1.42	1.75	1.92	3.06
T-7	0.00	0.17	0.68	0.84	0.76	0.95	0.92	1.27
T-8	0.02	0.60	0.94	1.16	1.35	1.86	2.10	3.11
T-9	0.02	0.71	0.92	1.06	1.16	1.63	1.76	2.65
T-10	0.00	0.44	0.87	0.84	0.99	0.97	1.22	2.00

**Tabla 11**

*Resultados del número de hojas de 25 a 55 días en las plántulas de cacao.*

<b>Tratamiento</b>	<b>25 días</b>	<b>30 días</b>	<b>35 días</b>	<b>40 días</b>	<b>45 días</b>	<b>50 días</b>	<b>55 días</b>
T-1	0.10	1.60	3.30	4.05	4.30	4.73	4.95
T-2	0.16	1.79	3.60	4.19	4.49	4.86	5.08
T-3	0.13	1.54	3.49	3.95	4.21	4.56	4.70
T-4	0.14	1.60	3.35	3.86	4.14	4.63	4.83
T-5	0.06	1.81	3.40	4.10	4.59	4.87	4.97
T-6	0.03	1.95	3.35	4.24	4.41	4.86	5.02
T-7	0.10	1.63	3.38	4.06	4.35	4.84	4.92
T-8	0.16	2.06	3.65	4.16	4.51	5.00	5.30
T-9	0.00	1.87	3.51	4.11	4.38	4.78	5.00
T-10	0.00	1.02	2.18	2.94	3.36	3.87	4.24

**ANEXOS XII. Resultados de la longitud y volumen de la raíz en plántulas sandía, cocona y cacao.**

**Tabla 12**

*Resultados de longitud de la raíz en las plántulas sandía, cocona y cacao.*

Tratamientos	Sandía				Cocona				Cacao			
	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T-1	24.28	24.18	23.59	24.02	6.86	8.77	10.50	8.71	13.32	13.27	14.00	13.53
T-2	24.33	23.44	24.10	23.96	17.18	17.95	19.79	18.31	15.26	14.88	15.21	15.12
T-3	26.00	26.85	24.08	25.64	18.42	17.64	15.81	17.29	14.24	14.38	14.93	14.52
T-4	26.97	29.42	27.18	27.86	11.74	9.74	14.16	11.88	14.12	14.48	14.21	14.27
T-5	23.69	25.60	23.70	24.33	19.50	18.21	19.50	19.07	14.57	14.76	14.79	14.71
T-6	23.30	24.63	23.95	23.96	19.67	19.57	19.36	19.53	14.60	14.50	14.74	14.61
T-7	22.83	21.73	22.67	22.41	7.22	9.31	7.17	7.90	15.18	15.33	14.36	14.95
T-8	31.60	28.90	30.39	30.30	19.76	20.43	20.02	20.07	15.52	15.64	15.76	15.64
T-9	23.69	23.80	24.50	24.00	16.79	18.00	16.67	17.15	13.85	14.71	14.81	14.46
T-10	22.50	21.95	21.71	22.05	16.06	12.97	14.03	14.35	12.30	13.00	12.30	12.53

**Tabla 13**

*Resultados de longitud de la raíz en las plántulas sandía, cocona y cacao.*

Tratamientos	Sandía				Cocona				Cacao			
	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio	Repeticiones			Promedio
	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3	
T-1	0.19	0.23	0.18	0.20	0.01	0.03	0.04	0.03	0.69	0.74	0.70	0.71
T-2	0.30	0.24	0.24	0.26	0.11	0.13	0.13	0.12	0.66	0.81	0.94	0.80
T-3	0.26	0.24	0.21	0.24	0.12	0.17	0.11	0.13	0.79	0.83	0.81	0.81
T-4	0.28	0.23	0.28	0.27	0.04	0.02	0.05	0.04	0.65	0.85	0.81	0.77
T-5	0.32	0.29	0.29	0.30	0.20	0.12	0.12	0.15	0.78	0.86	0.72	0.79
T-6	0.27	0.29	0.22	0.26	0.20	0.14	0.19	0.18	0.70	0.87	0.81	0.80
T-7	0.19	0.23	0.20	0.21	0.03	0.03	0.02	0.03	0.81	0.75	0.69	0.75
T-8	0.35	0.30	0.37	0.34	0.22	0.19	0.15	0.19	1.10	0.94	0.95	1.00
T-9	0.31	0.32	0.33	0.32	0.17	0.13	0.09	0.13	1.01	0.81	0.79	0.87
T-10	0.26	0.22	0.22	0.23	0.07	0.05	0.06	0.06	0.60	0.60	0.63	0.61

**ANEXOS XIII. Panel fotográfico**



*Figura 3. Muestras de ácido piroleñoso de Cetico.*



*Figura 4. Preparación y zarandeo de tierra*





*Figura 5.* Desinfección de tierra con solución de formol.



*Figura 6.* Mesclado de sustrato tierra y arena 1:1



*Figura 7.* Embolsado de sustrato en bolsas de polietileno.





*Figura 8.* Distribución de bolsas polietileno según tratamiento.



*Figura 9.* Sembrado de semillas de sandía, cocona y cacao



*Figura 10.* Germinación de semillas de cacao





*Figura 11.* Germinación de semillas de cocona con aplicación de AP.



*Figura 12.* Germinación de semillas de sandía con aplicación de AP.



*Figura 13.* Evaluación de la altura de las plántulas de sandía.



*Figura 14.* Evaluación de la altura de las plántulas de cocona.



*Figura 15.* Evaluación de la altura de las plántulas de cacao.



*Figura 16.* Conteo de número de hojas de plántulas de cocona.





*Figura 17.* Preparación de agua con AP de Bambú, Cetico y Pisonay a diferentes dosis.



*Figura 18.* Riego con la aplicación de AP en los tratamientos.



*Figura 19.* Extracción de raíz para evaluación de longitud y volumen de sandía.



*Figura 20.* Extracción de raíz para evaluación de longitud y volumen de cacao.



*Figura 21.* Extracción de raíz para evaluación de longitud y volumen de cacao.



*Figura 22.* Extracción de raíz para evaluación de longitud y volumen de cocona.





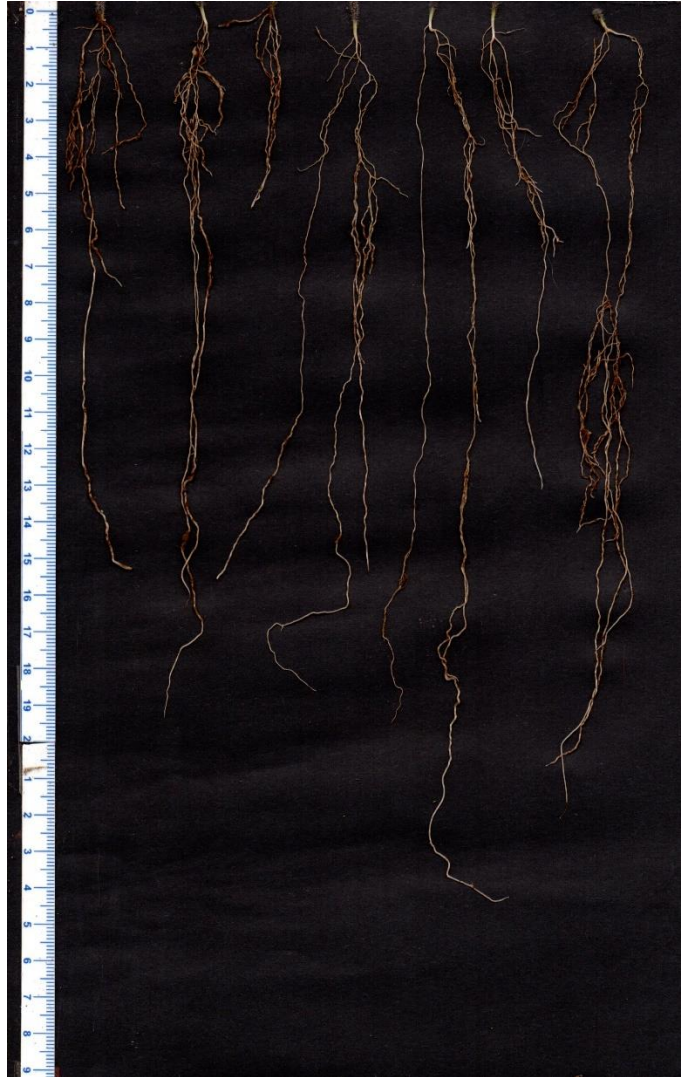
*Figura 23.* Extracción de raíces de sandía.



*Figura 24.* Medición de volumen de la raíz de cacao.



*Figura 25.* Escaneo de raíces para determinar la longitud.



*Figura 26. Medición de la longitud de la raíz de cocona.*



*Figura 27. Horno pirolítico del ácido piroleñoso*

# ANEXOS XIV. Resultados de caracterización del suelo.



## ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: Residencia San Gaban INIA.

Proyecto:

Fecha de Recepción: 12 de Agosto del 2019.

Fecha de Certificación: 01 de Septiembre del 2019.

Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

Nº	Cod. Lab.	MARCAS	ANALISIS MECANICO				CO <sub>2</sub> Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena	Arcilla	Limo	Textura				
			%	%	%					
1	312A1	Muestra 01	62	1	37	FA	0,00		3,63	0,13
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Caracterización del Estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

Nº	Suelo: Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro Soluble (ppm)	CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)		Al (me/100g)	Ca (me/100g)	Mg (me/100g)	Na (me/100g)	K (me/100g)		
1	5,96	0,177	7,66	293,23			T	1,80	0,30	0,30	0,80	4,00	3,20	
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Referencias: Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones: La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo)

Nota: Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Los resultados son aplicables a estas muestras.



www.inia.gob.pe

INIA ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing. JÓRGE CANHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis SALCEDO

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno, Puno, Perú  
T: (051) 363-812