

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**EFFECTO DE DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y NITRATO DE POTASIO EN  
LA GERMINACIÓN DE TÉ (*Camellia sinensis* L. Kuntze) EN LEONCIO  
PRADO**

**AUTOR** : GINO BULNES GUERRA

**ASESOR** : DR. VICENTE S. POCOMUCHA POMA

**Programa de investigación** : Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales

**Línea de investigación** : Silvicultura, manejo y ordenación de bosques

**Eje temático de investigación** : Instalación, producción y manejo en vivero forestal

**Lugar de ejecución** : Vivero Agroforestal del CIPNA

**Duración** : 20 de julio del 2016  
**Término** : 20 de enero del 2017

**Financiamiento** :

**Otros** : CIPNA (Centro de Investigación de Productos Naturales de la Amazonía)

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	2.1. Origen del té .....	4
	2.2. Modalidades de consumo .....	4
	2.2.1. Consumo de té en algunos países de Latinoamérica .....	5
	2.3. Antecedentes de producción de té en el Perú.....	7
	2.4. Botánica del té .....	9
	2.4.1. Descripción de la planta .....	9
	2.4.2. Clasificación científica .....	10
	2.4.3. De las semillas .....	10
	2.5. Germinación .....	11
	2.5.1. Factores que afectan la germinación.....	13
	2.6. Latencia .....	16
	2.7. Ensayos de germinación.....	16
	2.7.1. Porcentaje de pureza .....	17
	2.7.2. Número de semillas por kilogramo .....	17
	2.7.3. Contenido de humedad .....	18
	2.7.4. Poder germinativo .....	18
	2.7.5. Energía germinativa .....	18
	2.7.6. Valor germinativo .....	19
	2.8. Ácido giberélico (GA <sub>3</sub> ).....	19
	2.9. Nitrato de potasio (KNO <sub>3</sub> ).....	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22

3.1. Ubicación del campo experimental.....	22
3.1.1. Lugar de ejecución .....	22
3.1.2. Ubicación política .....	23
3.1.3. Ubicación geográfica .....	23
3.1.4. Ecología .....	23
3.1.5. Condiciones climáticas .....	24
3.2. Materiales.....	25
3.3. Herramientas.....	25
3.4. Equipos.....	25
3.5. Estimulantes.....	26
3.6. Material biológico.....	26
3.7. Otros .....	26
3.8. Descripción de los factores .....	26
3.8.1. Componentes en estudio.....	26
3.8.2. Factores .....	27
3.9. Ejecución del experimento .....	28
3.9.1. Selección del área experimental.....	28
3.9.2. Obtención del sustrato.....	28
3.9.3. Obtención de los estimulantes.....	28
3.9.4. Colección de las semillas .....	28
3.9.5. Aplicación de las dosis .....	29
3.9.6. Siembra de las semillas.....	29
3.9.7. Evaluaciones registradas .....	30
3.10. Diseño experimental .....	33

3.10.1. Modelo del análisis estadístico.....	33
3.10.2. Análisis de varianza.....	33
3.10.3. Disposición del experimento en el vivero.....	34
3.10.4. Variables de respuesta.....	35
IV. RESULTADOS .....	36
4.1. Análisis de semillas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en laboratorio.....	36
4.2. Porcentaje de germinación de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en las diferentes dosis de $AG_3$ y $KNO_3$ .....	38
4.3. Energía germinativa y valor germinativo de las semillas de té ( <i>C.</i> <i>sinensis</i> L. Kuntze) con las diferentes dosis de $GA_3$ y $KNO_3$ .....	42
V. DISCUSIÓN.....	47
5.1. Evaluación de semillas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) mediante ensayos en laboratorio .....	47
5.2. Poder germinativo de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en las diferentes dosis de $GA_3$ y $KNO_3$ .....	48
5.3. Energía germinativa y valor germinativo de las semillas de té ( <i>C.</i> <i>sinensis</i> L. Kuntze) en las dosis de $GA_3$ y $KNO_3$ .....	50
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	53
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXO.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Consumo de té por categoría en Latinoamérica, 2014.....	7
2. Exportación de té en el Perú durante el periodo 1961 – 2011, según MANOJ (2017) .....	8
3. Importación de té en el Perú durante el periodo 1961 – 2011, según MANOJ (2017) .....	8
4. Ubicación del lugar de ejecución del experimento.....	22
5. Variación de Temperaturas y Precipitaciones para la estación CP Tingo María. Provincia de Leoncio Prado (Dirección Zonal 10-SENAMHI).....	24
6. Disposición de los tratamientos en la cama. ....	34
7. Poder germinativo en las dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> en <i>C. sinensis</i> L. Kuntze.	38
8. Número promedio de semillas germinadas por tratamiento. ....	41
9. Número promedio de semillas germinadas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en cada evaluación.....	41
10. Energía germinativa para semillas sembradas en los diferentes tratamientos de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze). ....	42
11. Velocidad de germinación diaria media en las dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> en té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze).....	46
12. Colección de las semillas en Flores de Belén. ....	75
13. Semillas en una planta de té. ....	75
14. Designación de los tratamientos con GA <sub>3</sub> . ....	76
15. Designación de los tratamientos con KNO <sub>3</sub> .....	76
16. Desinfección del sustrato. ....	77

17. Siembra de semillas de <i>C. sinensis</i> L. Kuntze.....	77
18. Primeras plántulas emergiendo.....	78
19. Riego de plántulas y sustrato. ....	78
20. Supervisión del estado de la investigación.....	79
21. Plántulas de té emergidas en los respectivos tratamientos. ....	79
22. Registro del número de plántulas emergidas. ....	80
23. Plántulas para traslado a campo definitivo. ....	80
24. Observación final de la investigación. ....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Consumo de té en Latinoamérica. ....	6
2. Mercado de té en el Perú en millones de dólares.....	9
3. Coordenadas UTM de los lugares de ejecución del experimento. ....	23
4. Descripción de los tratamientos .....	27
5. Modelo del análisis de varianza (ANVA) .....	34
6. Porcentaje de pureza en las semillas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) .....	36
7. Número de semillas por kilogramo de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze).....	37
8. Contenido de humedad de semillas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) .....	37
9. Análisis de varianza del número de semillas germinadas en las diferentes dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> en té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze).....	39
10. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el promedio de germinación de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) a los 90 días de evaluación. ....	40
11. Energía germinativa en semillas de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en las diferentes dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> . ....	43
12. Análisis de varianza de la energía germinativa en las diferentes dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> en té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) .....	44
13. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la energía germinativa de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) a los 90 días de evaluación. ....	44
14. Valor germinativo de té ( <i>C. sinensis</i> L. Kuntze) en cada dosis de GA <sub>3</sub> y KNO <sub>3</sub> .....	45
15. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para T <sub>0</sub> (Testigo).....	61

16. Resultado del ensayo de valor germinativo para el Testigo (T <sub>0</sub> ).....	62
17. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 100 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>1</sub> ).....	63
18. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 100 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>1</sub> ). ....	64
19. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 200 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>2</sub> ).....	65
20. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 200 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>2</sub> ). ....	66
21. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 500 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>3</sub> ).....	67
22. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 500 mg de AG <sub>3</sub> (T <sub>3</sub> ).....	68
23. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 100 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>4</sub> ). ....	69
24. Resultado del valor germinativo para la dosis de 100 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>4</sub> ). ....	70
25. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 200 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>5</sub> ). ....	71
26. Resultado del valor germinativo para la dosis de 200 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>5</sub> ). ....	72
27. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 500 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>6</sub> ). ....	73
28. Resultado del valor germinativo para la dosis de 500 mg de KNO <sub>3</sub> (T <sub>6</sub> ). ....	74

## I. INTRODUCCIÓN

A inicios del siglo XX, ante la disminución del precio del café y la hoja de coca, se proponen las primeras plantaciones de té como alternativa, postulando las ventajas para la instalación de una industria para este producto en nuestro país. Con una producción favorable, se instaló una fábrica en la región de Huánuco y otra en Cuzco, las que luego cayeron a causa de problemas sociales que surgieron en la época y los malos manejos administrativos. Grandes plantaciones se vieron abandonadas o reemplazadas. Actualmente, en nuestra región, hay quienes cultivan té en pocas cantidades o en asociación de café u otros cultivos (a menudo por necesidad financiera), hecho que no presagia el mejor de los escenarios para la producción sostenida de té en el futuro.

El té (*Camellia sinensis* L. Kuntze) es un arbusto o árbol pequeño perenne de raíz principal, del que se produce el té verde, té negro y té rojo a partir de sus hojas. Después del agua, es la segunda bebida más consumida a nivel mundial.

Algunos estudios aseveran que el consumo per cápita anual del té en el Perú poco a poco se va acercando al del café y que en el 2013 este consumo se elevó a los 6 litros mientras que el de café fue de 6.9 litros (FLORES, 2015).

La propagación de esta especie se da por estaca y por semilla, aunque mayormente se prefiere esta segunda opción. Sin embargo, su semilla es recalcitrante por lo que se debe utilizar dentro de pocos días de recolección y la latencia de estas hace que la germinación empiece aproximadamente a partir del segundo mes.

Para romper esta latencia y/o acelerar el inicio de la germinación, existen numerosos tipos de sustancias que de manera exógena pueden ser aplicadas a las semillas en tratamientos pregerminativos; entre ellos se encuentran el ácido giberélico y los compuestos nitrogenados.

La importancia de disminuir el tiempo de latencia y/o aumentar el porcentaje de germinación radica en que se puede lograr una mayor eficiencia en la productividad, lo que resulta determinante para cubrir, en lo posible, la demanda; más aún si tenemos en cuenta que el té consumido en nuestro país anteriormente se importaba de países asiáticos y que recién en las últimas décadas se ha puesto la mira en abastecer el propio mercado.

Dada esta situación se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la influencia del ácido giberélico y del nitrato de potasio en la germinación de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze?, la misma que nos lleva a postular la hipótesis: El uso de ácido giberélico y nitrato de potasio acelera el inicio de la germinación de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze y aumenta el número de semillas germinadas.

En tal sentido, la presente investigación pretende dar una respuesta aproximada a este problema.

**Objetivo general:**

- Evaluar el efecto del ácido giberélico y nitrato de potasio en la germinación de té (*Camellia sinensis* L. Kuntze).

**Objetivos específicos:**

- Realizar la evaluación de semillas de té (*Camellia sinensis* L. Kuntze) mediante ensayos de laboratorio.
- Calcular el poder germinativo de té (*Camellia sinensis* L. Kuntze) con las dosis de 100 mg/L, 200 mg/L y 500 mg/L de ácido giberélico y 100 mg/L, 200 mg/L y 500 mg/L de nitrato de potasio.
- Determinar la energía germinativa (EG) y el valor de germinación (VG) con las dosis de 100 mg/L, 200 mg/L y 500 mg/L de ácido giberélico y 100 mg/L, 200 mg/L y 500 mg/L de nitrato de potasio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen del té

DUFRESNE (2001), señala que el té se obtiene de diferentes variedades de una LAUREACEA taxonómicamente clasificada como *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, un árbol que puede alcanzar varios metros de altura, que se produce en zonas de humedad alta y de temperaturas no extremas, pero independientemente de la altura a nivel del mar. Hasta comienzos del siglo XIX, Asia era el único continente que producía té, pero posteriormente su producción se extendió a África, Oceanía, y América del Sur.

### 2.2. Modalidades de consumo

Como indica VALENZUELA (2004), si las hojas del té recientemente cosechadas se inactivan por exposición al calor del vapor de agua para evitar la oxidación enzimática, se obtiene el té verde. Si estas hojas se mantienen enrolladas y se permite su oxidación parcial, se obtiene el té rojo. Si la oxidación se produce durante un período más prolongado, se obtiene el té negro. De esta forma, el té verde, el té rojo y el té negro tienen el mismo origen pero diferente modalidad de procesamiento. MCKAY (2002) menciona que el grado de oxidación será determinante en el tipo de componentes activos del té y en la proporción en que estos se encuentren en el producto final. Aproximadamente un 76-78% del té que se consume en el mundo es negro, un

22% es té verde y menos de un 2% es té rojo. En la actualidad, se cultiva en al menos 30 países de todo el mundo (NAMITA, 2012).

### **2.2.1. Consumo de té en algunos países de Latinoamérica**

EUROMONITOR RESEARCH (2015) indica que en el Perú, el té ha sido tradicionalmente percibido como una bebida de propiedades funcionales. Es posible encontrar mezclas de tés de hierbas que tienen por objetivo reducir el malestar generado por la influenza o el resfrío, malestares estomacales, alteraciones del sueño y control de peso, entre otros. Perú es un país con altos niveles de automedicación, por ello, los tés herbales medicados son bien percibidos y tienen un alto nivel de consumo. EUROMONITOR RESEARCH (2016) también menciona que en el 2015, Industrias Oro Verde, con su marca Herbi, era la empresa líder, que representan el 29 % de cuota de valor al por menor, seguida de Herbalife, que representa el 26 % de cuota de valor al por menor.

Chile ya era un país con un consumo notable de té, pero en los últimos cinco años ha incrementado su popularidad. En Bolivia, el té verde lideró el crecimiento en 2014. En Brasil, The Gourmet Tea, una tienda especializada que ofrece té tradicional de alta calidad, ha logrado buenos resultados al ofrecer nuevas variedades en el mercado. En Argentina, el té no puede ganarle a las opciones de yerba mate con las que compite; el volumen de consumo de té experimentó un segundo descenso continuo en 2014. En un país cafetero como Colombia, el té sigue siendo un producto *premium* consumido sólo por consumidores de altos ingresos. Sin embargo, empresas

como Agrícola Himalaya Ltda han invertido significativamente para educar a los consumidores sobre los beneficios del té (EUROMONITOR RESEARCH, 2015).

En lo que respecta al nivel nacional se toma 35.6 tazas diarias por persona (EUROMONITOR RESEARCH, 2015), lo que nos ubica en el quinto lugar en consumo en Latinoamérica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Consumo de té en Latinoamérica.

<b>País</b>	<b>Consumo (Tazas per cápita)</b>
Chile	409.7
Argentina	84.2
Bolivia	73.1
Uruguay	66.9
Perú	35.6
Costa Rica	19.2
Colombia	11.2
Brasil	10.1
México	8.2
Venezuela	6.6
Ecuador	1.4
República Dominicana	0.7

Fuente: EUROMONITOR RESEARCH (2015)

En cuanto a las preferencias de tipo de té, el té negro tiene mucho mayor porcentaje de consumo frente a otros derivados (Figura 1).

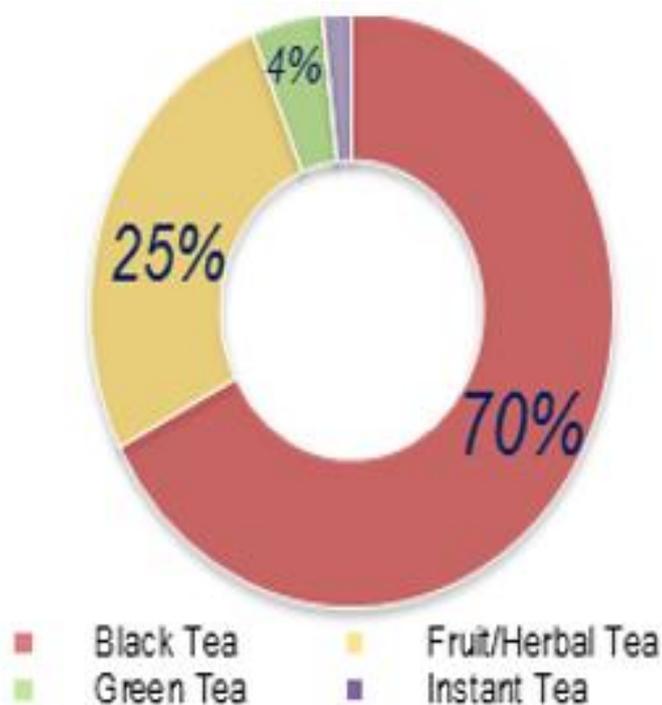


Figura 1. Consumo de té por categoría en Latinoamérica, 2014.

### 2.3. Antecedentes de producción de té en el Perú

En 1913 las semillas fueron traídas al país por primera vez y en 1928 comenzaron las grandes plantaciones en el valle de La Convención – Cusco. En 1941, el Centro Oficial de Colonización de Tingo María, en Huánuco, tenía más de 800 000 plantas, lo que justificaba la creación de la primera fábrica de producción de té negro en Perú. Dos años más tarde, otra fábrica similar se estableció en la localidad de Huyro (MANOJ, 2017); sin embargo, el terrorismo en Tingo María terminó expulsando a las poblaciones de sus fincas y los malos manejos administrativos en Cuzco hicieron que los productores cayeran en una profunda crisis.

La Figura 2 muestra la exportación de té en el Perú, entre 1961 y 2011; se puede observar el crecimiento y caída de las exportaciones peruanas, muy relacionadas a las diferentes situaciones políticas vividas. Seguidamente,

la Figura 3 muestra la importación de té en el Perú, posterior a la caída de las cooperativas, terrorismo y dictaduras.

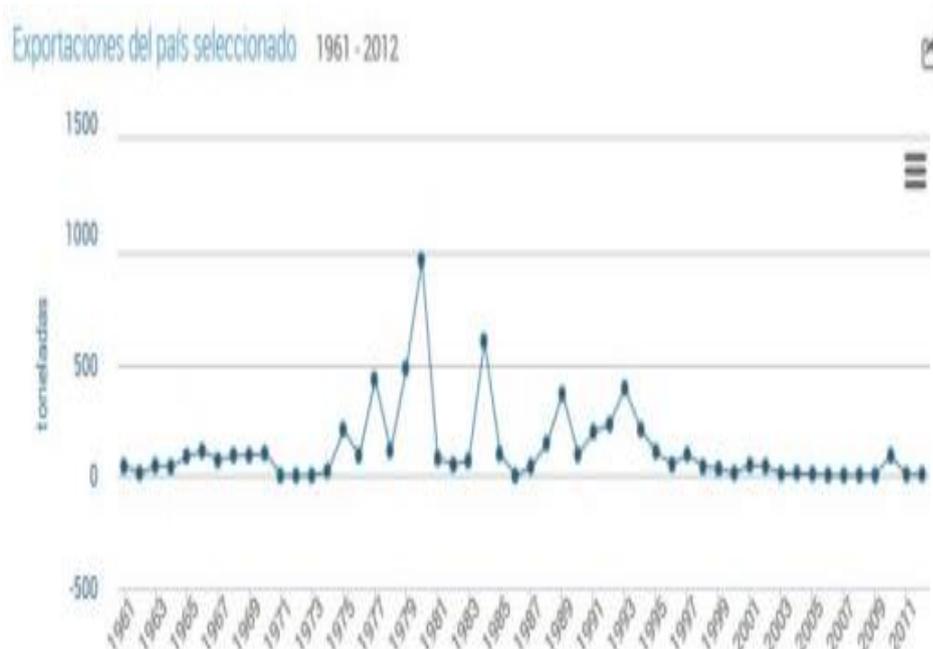


Figura 2. Exportación de té en el Perú durante el periodo 1961 – 2011, según MANOJ (2017)

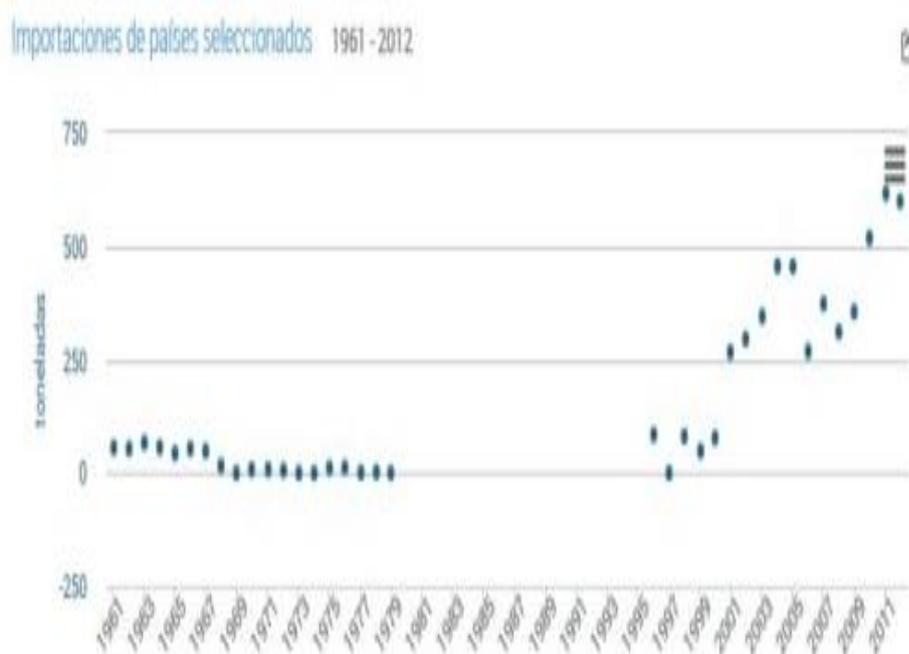


Figura 3. Importación de té en el Perú durante el periodo 1961 – 2011, según MANOJ (2017)

EUROMONITOR INTERNACIONAL (2017) menciona que en el 2016 la producción peruana de té ascendió a 2316.1 toneladas, lo que representó un incremento de 16.2% respecto a las 1992.6 toneladas producidas el 2011, y proyecta que en el 2021 Perú producirá 2710.8 toneladas de té por un valor de US\$ 138.2 millones. Eso significaría una reducción considerable en la brecha entre volumen y precio.

Según EUROMONITOR RESEARCH (2016) el té herbales y frutales son los que más crecerán para el 2018 superando incluso al té negro (Cuadro 2), actualmente el favorito de los peruanos. La demanda de los tés elaborados con hierbas y frutas nativas está experimentando un crecimiento más rápido.

Cuadro 2. Mercado de té en el Perú en millones de dólares.

	2013	2018 (expectativa)	CRECIMIENTO (%)
Té negro	69	81	17
Té de hierbas y frutales	40	90	125
Té verde	5	9	80

Fuente: EUROMONITOR RESEARCH (2013)

## 2.4. Botánica del té

### 2.4.1. Descripción de la planta

*Camellia sinensis* (L.) Kuntze es originaria de China continental, Sur y Sudeste de Asia, pero hoy se cultiva en todo el mundo en las regiones

tropicales y subtropicales. PALACIO *et al.* (2012) lo describe como un arbusto o árbol pequeño perenne que tiene una raíz principal, hojas verdes de 4 a 15 cm de longitud y flores de color blanco amarillento; se corta para efectos de su cultivo a máximo dos metros de altura. La punta (brote) y las primeras dos a tres hojas se cosechan para su procesamiento. Esta recolección a mano se repite cada una o dos semanas (NAMITA, 2012).

#### **2.4.2. Clasificación científica**

Originalmente Lineo lo describió como *Thea sinensis*; actualmente, NAMITA (2012) lo clasifica de la siguiente forma:

Reino	: Plantae
Orden	: Ericales
Familia	: Theaceae
Género	: <i>Camellia</i>
Especie	: <i>C. sinensis</i> (L)

Nombre binomial : *Camellia sinensis* (L.) Kuntze

#### **2.4.3. De las semillas**

JAMALOMIDI y GHOLAMI (2013) mencionan que la semilla de té es una semilla recalcitrante cuya capacidad de germinación es afectada por el método de almacenamiento y las condiciones ambientales, el tiempo de almacenamiento y el genotipo. La semilla de té se debe utilizar dentro de pocos días de recolección. LEACH (1936), mostró que el contenido de humedad de

estas semillas juega un papel importante en su almacenamiento y la viabilidad. Se almacena exitosamente la semilla en canteras de arena y razonablemente hay altas tasas de germinación obtenidas incluso después de un año. Las condiciones más satisfactorias para el almacenamiento a largo plazo de semillas de té son con una humedad relativa del 100% y la temperatura alrededor de 5-7°C (SIVAPALAN y KATHIRAVETPILLAI, 1986).

Un estudio realizado por JAMALOMIDI y GHOLAMI (2013), reveló que las semillas recalcitrantes de té, si son mantenidas en arena fina húmeda y en una bodega oscura con humedad relativa de más del 95 % y la temperatura ambiente por debajo de 10 °C durante todo el tiempo de almacenamiento, pueden mantener su viabilidad aceptable incluso hasta los 6 meses. En este estudio se obtuvo el más alto y menor porcentaje de germinación en arena y bolsas de polietileno, respectivamente.

## **2.5. Germinación**

La germinación es una de las etapas importantes en el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta, la cual comienza con la toma de agua por parte de la semilla en un proceso llamado imbibición (DEAQUIZ y BURGOS, 2013). Esta absorción de agua desencadena una secuencia de cambios metabólicos, tales como: activación de la respiración, síntesis proteica y la movilización de reservas, que a su vez dan paso a procesos de división y elongación celular del embrión, lo que provoca la ruptura de las cubiertas seminales y produce la emergencia de la radícula (NICHOLLS, 2008).

Según SAMPERIO (2001), la semilla absorbe agua y se produce un reblandecimiento en la capa protectora y se inicia el proceso enzimático que activa el crecimiento de la raíz y esta empieza a alargarse, por tanto, un contenido adecuado de humedad en el medio de crecimiento de la semilla garantiza que el proceso germinativo se lleve a cabo en menor tiempo.

Ensayos realizados por MALDONADO *et al.* (2002), concluyen que la capacidad de germinación de las semillas está restringida a condiciones de abastecimiento hídrico favorable o desfavorable, provocando una reducción o aumento en la germinación, debido probablemente a que las enzimas hidrolíticas de los cotiledones son activadas dependiendo del suministro de agua, lo que desencadena la activación metabólica de la semilla que incluye la respiración, síntesis proteica, movilización de reservas, la división y el alargamiento celular en el embrión que produce por la emergencia de la radícula (DEAQUIZ y BURGOS, 2013).

Para VALLA (2004), las condiciones necesarias para que la semilla pueda germinar son:

- La semilla debe estar madura.
- La semilla debe estar viva.
- La semilla debe ser permeable.
- La semilla debe estar bien constituida.
- Las condiciones externas básicas son agua, oxígeno, calor, en algunos casos, luz.

HARTMANN y KESTER (1995) señalan que la iniciación de la germinación requiere de tres condiciones:

- Primera: La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- Segunda: La semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.
- Tercera: La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: agua, temperatura, oxígeno y en ocasiones luz.

### **2.5.1. Factores que afectan la germinación**

#### **2.5.1.1. Factores internos**

##### **Madurez de la semilla**

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico (FULLER y RITCHIE, 1972).

JEAN-PROST (1970) indica que la madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. Sin embargo, JARA (1996) señala que aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones

fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras.

### **Viabilidad**

Es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar (FULLER y RITCHIE, 1972). El periodo varía y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento (JARA, 1996).

#### **2.5.1.2. Factores externos**

##### **Agua**

La absorción de agua es el primer paso y el más importante que tiene lugar durante la germinación, porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesario la rehidratación de sus tejidos (VALLA, 2004).

HARTMANN y KESTER (1995) resaltan que el contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 o 60% de agua en la semilla (con base en peso fresco) esta no germina.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que lo rodea (VALLA, 2004). La rehidratación de los tejidos trae como consecuencia la intensificación del proceso respiratorio y las actividades metabólicas, y el aumento del volumen de la semilla provoca el rompimiento de la cáscara que facilita la emergencia del eje hipocótilo radicular (HARTMANN y KESTER, 1995).

Sin embargo, aunque es necesario el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión (FULLER y RITCHIE, 1972).

### **Temperatura**

La temperatura influye tanto por el efecto que ejerce sobre la velocidad de absorción de agua, como sobre las reacciones bioquímicas que comprenden todo el proceso. Las semillas varían ampliamente con relación a sus requerimientos de temperatura para la germinación. Para cada clase de semillas hay tres puntos cardinales en la escala de temperatura dada: mínima, óptima y máxima (VALLA, 2004).

### **Aireación**

Para HARTMANN y KESTER (1995), un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme, ya que la mayor parte de las semillas requieren un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de  $O_2$  y  $CO_2$ .

De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas (WILSON y LOOMIS, 1992).

Para que la germinación tenga éxito, el  $O_2$  disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión (HARTMANN y KESTER, 1995). A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como

compuestos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla porque reducen la difusión del O<sub>2</sub> desde el exterior hacia el embrión (FULLER y RITCHIE, 1972).

## **2.6. Latencia**

Es el estado en que se encuentra una semilla viable sin que germine, aunque disponga de suficiente humedad para embeberse, una aireación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado, y una temperatura que se encuentra entre 10° y 30 °C. El nivel de latencia varía con la procedencia de las semillas, con el año de cosecha y varía incluso dentro de un mismo lote de semillas (HARTMANN y KESTER, 1995).

Los mecanismos causantes de la latencia son:

- Impermeabilidad al agua
- Baja resistencia a los gases
- Resistencia mecánica al crecimiento del embrión
- Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento
- Bloqueos metabólicos
- Presencia de inhibidores
- Embriones rudimentarios

## **2.7. Ensayos de germinación**

La eficiencia y el éxito de la producción de plantas en el vivero y de su establecimiento ulterior en plantaciones forestales dependen en gran

medida de la calidad de la semilla que se utiliza. De ello se deriva que los ingenieros forestales, los viveristas, los comerciantes en semillas y otros, necesitan unas estimaciones exactas de la calidad de la semilla con que comercian o que constituyen la base de sus proyectos de reforestación. Un requisito previo de todo ensayo es la correcta toma de muestras (FAO, 1991).

### **2.7.1. Porcentaje de pureza**

En la muestra puede haber, además de la semilla que se pretende sembrar, una fracción de materia inerte o extraña que incluye tierra, paja, glumas, insectos o parte de ellos.

Esos materiales inertes así como las semillas extrañas se deben considerar, ya que suman al peso total de la muestra y en consecuencia, habrá menor proporción de la semilla deseada. Por lo tanto la muestra de semillas se subdivide en las fracciones: Semilla pura, partidas y material inerte (ISTA, 1976).

El porcentaje de pureza es la relación del peso de semilla pura de la especie deseada respecto al total de la muestra.

### **2.7.2. Número de semillas por kilogramo**

Obtener el número de semillas por kilogramo permite conocer de forma adecuada las cantidades que se requieren, en un peso de semillas para la siembra de un almácigo o para un programa de plantación (MUÑOZ, 1995). Este valor está muy relacionado a la homogeneidad del tamaño de las semillas.

### **2.7.3. Contenido de humedad**

Muchas especies necesitan un contenido de humedad adecuado para iniciar el proceso germinativo. Además, es una variable importante para mantener las semillas vivas cuando estas son almacenadas; el tiempo de almacenamiento de semillas disminuye a medida que el contenido de humedad aumenta. HARTMANN y KESTER (1995) indican que con menos del 40 o 60% de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación.

### **2.7.4. Poder germinativo**

El poder germinativo indica la relación que hay entre el número de semillas germinadas y la cantidad de semillas puestas a germinar, expresada en porcentaje. Resulta una prueba útil para comparar la calidad de las colecciones de semillas en los programas de ensayo y la investigación. Este concepto es sumamente importante en la práctica, especialmente cuando se trata de determinar el valor comercial de un lote de semillas (RODRÍGUEZ, 2008).

### **2.7.5. Energía germinativa**

La energía germinativa es una medida de la velocidad de germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla. Hay más de una forma de definir la energía de germinación: (1) el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un período determinado (que se denomina el período de energía), por ejemplo en

7 ó 14 días, en óptimas o determinadas condiciones, y (2) el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación máxima, que generalmente significa el número máximo de germinaciones en 24 horas (FAO, 2007).

#### **2.7.6. Valor germinativo**

El concepto de valor de germinación, tal como lo define CZABATOR (1962), tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación. Este índice es producto de la germinación diaria media (final) y el valor máximo. Su valor es expresado sin unidades (FAO, 2007).

#### **2.8. Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>)**

MANDUJANO *et al.* (2007) menciona que las giberelinas son fitorreguladores sintetizados en muchas partes de la planta, pero especialmente en áreas de crecimiento activo como los embriones o tejidos meristemáticos. Se han identificado cerca de 112 giberelinas diferentes y se denominan sucesivamente GA<sub>1</sub>, GA<sub>2</sub>, GA<sub>3</sub>, etc.

El GA<sub>3</sub> es el único de uso comercial y se conoce como ácido giberélico. TIGABU y ODÉN (2001) mencionan que las giberelinas actúan fundamentalmente sobre el RNA desinhibiendo genes. Esta acción está bien caracterizada con respecto a dos genes que en ausencia de giberelina están reprimidos: *α*-amilasa y los genes para el alargamiento normal de los

entrenudos del tallo. Existe un receptor para la giberelina en la capa de aleurona de la semilla. El GA<sub>3</sub> induce la síntesis de  $\alpha$ -amilasa, que es la enzima que toma parte en la desintegración de las reservas de almidón durante la germinación de las semillas. Debido a esta función, es bien conocido su uso como promotor o inductor de la germinación en diversos tipos de plantas (MANDUJANO *et al.*, 2007).

Las GAs poseen más de un sitio de acción en la estructura de la semilla y están directamente relacionadas con la terminación de la latencia del embrión, así como con la reanudación del abastecimiento del endospermo, adicionalmente, existe evidencia de que altera la membrana celular incrementando su permeabilidad, debido a que esta hormona aumenta la extensibilidad y la tensión de relajación de la pared celular, lo que debilita la capa del endospermo y moviliza las reservas en el endospermo (TAIZ y ZEIGER, 2006).

Son importantes también para inducir rompimiento de la latencia después de la imbibición de las semillas, permitiendo la germinación y crecimiento del embrión (SIOBHAN y MCCOURT, 2003)

## **2.9. Nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>)**

La aplicación de ciertos componentes exógenos aminora la latencia, entre ellos están nitratos, nitritos, giberelinas y cianuros (BETHKE *et al.*, 2006). En otras especies vegetales se ha evaluado la relación existente entre la aplicación exógena de nitrato de potasio y la germinación, como por ejemplo en lechosa (ANDRADE *et al.*, 2008). Aún no se tiene una explicación

unificada sobre el efecto que el nitrato de potasio pueda tener sobre la germinación en semillas que presentan latencia (ANDRADE y LAURENTIN, 2015). El efecto del nitrato de potasio sobre la latencia está relacionado con su comportamiento como aceptor electrónico, lo cual disminuye el consumo de oxígeno y estimula de esta manera la vía pentosa fosfato. BATAK *et al.* (2002), indica que la relación entre aplicación exógena de nitrato de potasio y germinación es explicada por la acción de los nitratos sobre la ruta metabólica relacionada con el fitocromo A. La aplicación exógena de nitrato logra que estos actúen como moléculas de señal en las vías metabólicas del ácido abscísico o del ácido giberélico (ALBORESI *et al.*, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del campo experimental

##### 3.1.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el vivero agroforestal del Centro de Investigación de Productos Naturales de la Amazonía (CIPNA), perteneciente a la empresa privada FUNDESA, en Castillo Grande, a la margen derecha del km 1.2 de la carretera José Carlos Mariátegui. Se localiza a 1.5 km de la ciudad de Tingo María.

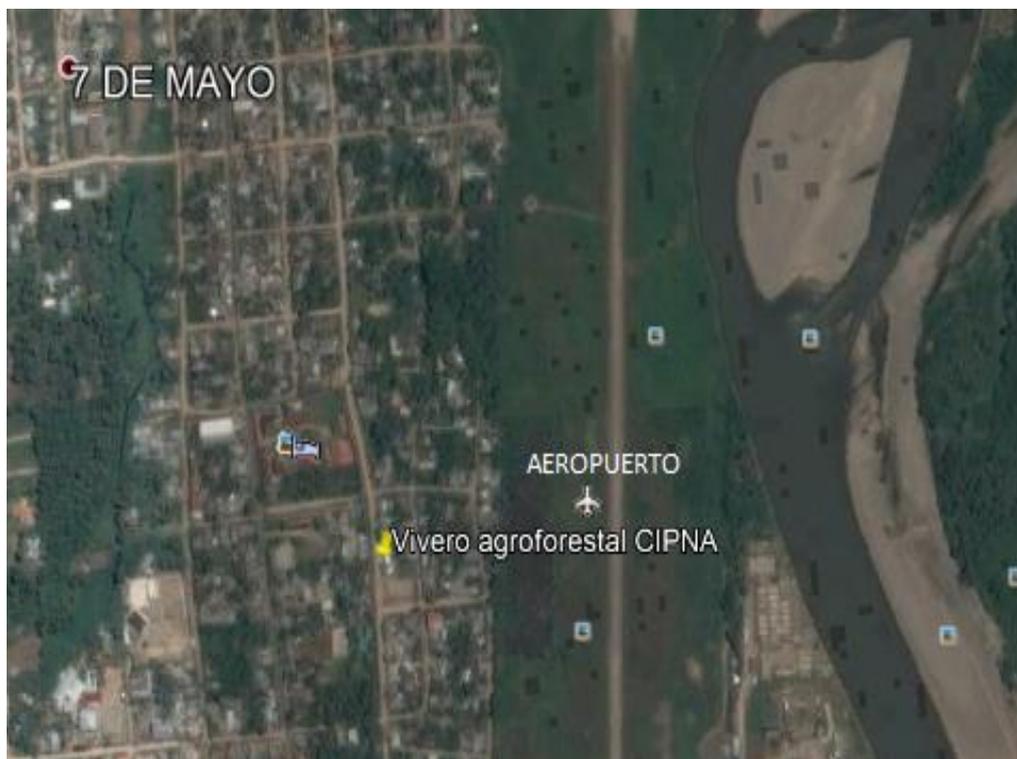


Figura 4. Ubicación del lugar de ejecución del experimento.

### 3.1.2. Ubicación política

Distrito : Castillo Grande

Provincia : Leoncio Prado

Región : Huánuco

### 3.1.3. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de los lugares donde se llevaron a cabo las pruebas tienen las siguientes coordenadas UTM:

Cuadro 3. Coordenadas UTM de los lugares de ejecución del experimento.

Lugar	Este	Norte	Altitud (msnm)
Laboratorio de Análisis de Semillas (FRNR - UNAS)	390242	8970734	663
Vivero Agroforestal CIPNA	389254	8973073	652

### 3.1.4. Ecología

Considerando la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1982), la zona de estudio ecológicamente se encuentra en la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (transicional a bosque húmedo Tropical) bmh-PT; y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Javier Pulgar Vidal, corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta.

### 3.1.5. Condiciones climáticas

Considerando los datos publicados por el SENAMHI (2017), durante el periodo de investigación (agosto – diciembre, del 2016) el distrito de Rupa Rupa presentó una precipitación acumulada total de 539 mm. La mayor presencia de lluvias se dio en el mes de diciembre, alcanzando un valor mensual de 421.6 mm, y la época con menor incidencia fue en el mes de agosto con 77.7 mm. Asimismo, durante estos meses la temperatura media registrada fue de 25.2 °C; el valor promedio máximo de 26.7 °C en el mes de abril y la mínima temperatura promedio alcanzó los 24.9 °C en el mes de junio (Figura 5)

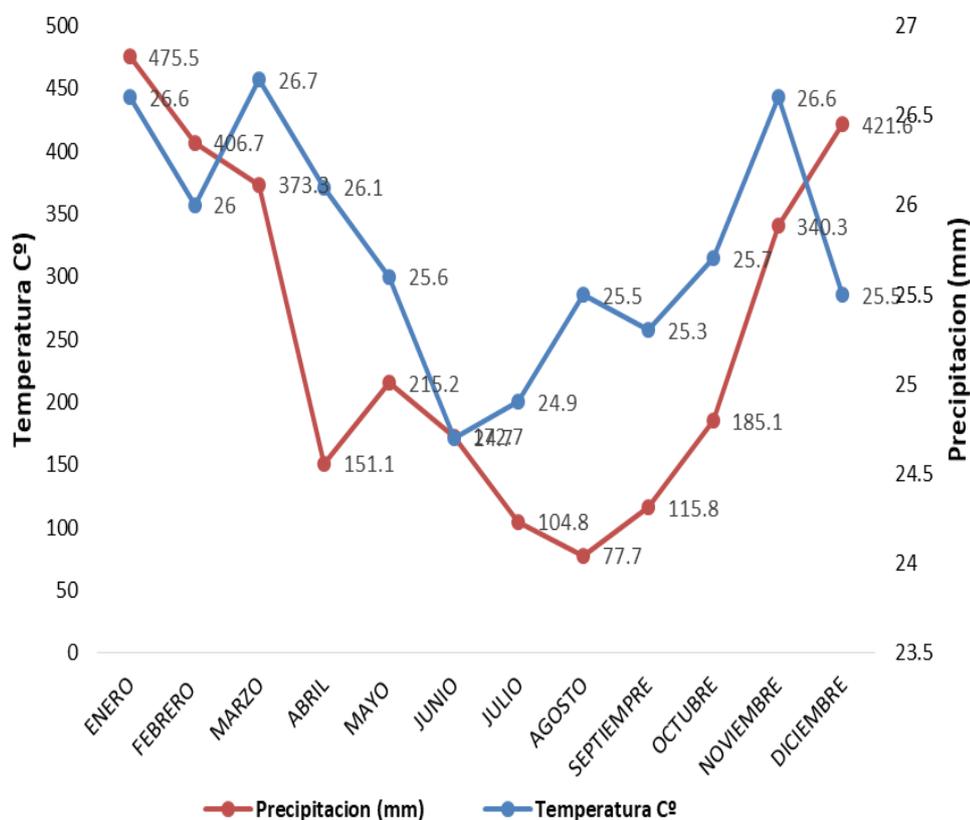


Figura 5: Variación de Temperaturas y Precipitaciones para la estación CP Tingo María. Provincia de Leoncio Prado (Dirección Zonal 10-SENAMHI).

### **3.2. Materiales**

- Arena fina
- Baldes
- Clavos
- Placas Petri
- Rafia
- Lapiceros
- Letreritos
- Libreta de apuntes
- Martillo
- Navaja

### **3.3. Herramientas**

- Azadón
- Machete
- Martillo
- Mochila fumigadora

### **3.4. Equipos**

- Balanza analítica
- Cámara fotográfica

- Laptop
- Estufa

### **3.5. Estimulantes**

- Ácido giberélico (GA<sub>3</sub>)
- Nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>)

### **3.6. Material biológico**

- Semillas de té (*Camellia sinensis* L. Kuntze)

### **3.7. Otros**

- Fungicida (Antracol)

### **3.8. Descripción de los factores**

#### **3.8.1. Componentes en estudio**

En la presente investigación se utilizaron dos factores: estimulantes y dosis de estimulante (A y B, respectivamente). Se establecieron como estimulantes el ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) y nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), considerando los resultados positivos obtenidos por MARTÍNEZ *et al.*, (1994). Las dosis aplicadas están basadas en los resultados de MAGNITSKIY y LIGARRETO (2007), en los que se indican resultados favorables respecto al rompimiento de latencia y aumento de germinación. En ambos casos los estudios se hicieron en especies diferentes.

### 3.8.2. Factores

- Factor estimulante (A)

A<sub>1</sub>: Ácido giberélico (AG<sub>3</sub>)

A<sub>2</sub>: Nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>)

- Factor dosis (B)

B<sub>1</sub>: 100 mg

B<sub>2</sub>: 200 mg

B<sub>3</sub>: 500 mg

### 3.8.3. Tratamientos en estudio

Para el estudio se estableció un total de siete tratamientos, seis de estos bajo los efectos de los factores en estudio más un testigo absoluto.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Clave	Estimulante (A)	Dosis (B)
T <sub>0</sub> (Testigo)	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	—	—
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	GA <sub>3</sub>	100 mg
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	GA <sub>3</sub>	200 mg
T <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	GA <sub>3</sub>	500 mg
T <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	KNO <sub>3</sub>	100 mg
T <sub>5</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	KNO <sub>3</sub>	200 mg
T <sub>6</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	500 mg

### **3.9. Ejecución del experimento**

#### **3.9.1. Selección del área experimental**

El área donde se estableció el diseño experimental presenta una pendiente no mayor a 10%, con el propósito de evitar problemas posteriores con la lixiviación del agua. Sobre el área del vivero se colocó una malla Rachell de color negro aproximadamente a 4 m del suelo; el sustrato anterior fue retirado para la desinfección del suelo y ulteriormente se cubrió la cama con arena fina.

#### **3.9.2. Obtención del sustrato**

El sustrato utilizado fue arena fina, proveída de microempresarios que a su vez la obtienen de las riveras del Río Huallaga. La cama se cubrió con 10 cm de altura de sustrato y posteriormente se aplicó un fungicida (Antracol) para evitar la presencia de hongos.

#### **3.9.3. Obtención de los estimulantes**

El ácido giberélico utilizado fue obtenido de un regulador de crecimiento comercial denominado ACTIVOL, en donde el ingrediente activo es ácido giberélico (9.4%). El nitrato de potasio utilizado fue un fertilizante proveído de la tienda comercial "Puro Química".

#### **3.9.4. Colección de las semillas**

Para la obtención de semillas se colectaron los frutos de una plantación privada de té con 25 años de antigüedad, ubicada en el centro

poblado Flores de Belén, en el distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado. Se cosecharon los frutos de coloración verde opaco; la presencia de brillo en estos indica que aún no han madurado lo suficiente. Una vez hecha la cosecha, se extrajeron las semillas con la ayuda de una navaja para realizar los primeros ensayos en laboratorio (porcentaje de pureza, número de semillas por kilogramo y contenido de humedad) y posteriormente la designación de tratamientos para los ensayos en campo (poder germinativo y energía germinativa).

### **3.9.5. Aplicación de las dosis**

Las semillas seleccionadas fueron sometidas a imbibición durante 12 horas en una solución de ácido giberélico ( $GA_3$ ) y agua destilada a una dosis de 100 mg/L, 200 mg/L y 500 mg/L, designados como  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente. El mismo procedimiento se realizó utilizando nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) para los tratamientos que se designaron como  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ . El testigo absoluto ( $T_0$ ) tuvo igual tiempo de imbibición pero sólo en agua destilada, sin influencia de los factores, resultando así siete tratamientos. Se utilizó un total de 560 semillas; cada tratamiento está conformado por 80 semillas divididas en cuatro repeticiones de 20 unidades cada una.

### **3.9.6. Siembra de las semillas**

A primeras horas de la mañana y cumplido el periodo de remojo de las semillas, se procedió a llevarlas al vivero para la siguiente actividad. La siembra se realizó en pequeños hoyos de 3 cm de profundidad, con un

distanciamiento de 10 cm entre sí, con el ojo (hilo) hacia abajo, y alineándolas en forma rectangular para una mejor visualización de las dosis, tapándose luego con una capa delgada de tierra, presionando ligeramente con los dedos. Las observaciones se realizaron cada dos días durante los tres meses de evaluación, en los cuales se realizaron también actividades de riego y aplicación de fungicidas periódicamente.

### **3.9.7. Evaluaciones registradas**

#### **– Porcentaje de pureza**

Con la finalidad de obtener el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, se optó por trabajar con tres réplicas. Se promediaron 3 muestras de 100 semillas, cada una conteniendo todas las impurezas (restos del fruto, semillas partidas o muy pequeñas), las mismas que fueron pesadas mediante una balanza analítica con aproximación a milésima de gramo; posteriormente se retiraron las impurezas y se pesó sólo la semilla pura.

El ISTA (1976) prescribe la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{Peso de la semilla "pura"}}{\text{Peso total de la muestra original}} \times 100$$

#### **– Número de semillas por kilogramo**

Para la determinación de esta variable se siguió uno de los criterios del ISTA (1976), que sugiere ocho muestras o réplicas de 100 semillas puras cada una, con las que se puede calcular la desviación típica y el coeficiente de variación, así como la media.

En este caso, dado el número limitado de semillas, se utilizaron seis muestras de 100 semillas limpias cada una, y se pesaron en una balanza analítica con aproximación a centésima de gramo.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas/kg} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas que contiene la muestra}}{\text{peso de la muestra en gramos}} \times 1000$$

#### – **Contenido de humedad**

Consistió en colocar dos muestras de 10 semillas cada una en cajas Petri; cada muestra fue pesada en una balanza electrónica con aproximación a milésima de gramo. Posteriormente, como indica el ISTA (1976), se introdujo la muestra, en este caso dos, a la estufa que fue programada a una temperatura de  $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  por un periodo de  $17 \pm 1$  hora, hasta obtener un valor constante.

La fórmula empleada para obtener el contenido de humedad es la siguiente:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{peso seco en estufa}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

#### – **Poder germinativo**

Para determinar el poder germinativo se contó el número de plántulas emergidas. Las evaluaciones se realizaron cada dos días; sin embargo, dada la cantidad de observaciones en el periodo de investigación, se consideró agrupar los datos como si se obtuvieran cada cuatro días. Finalmente se realizó el reemplazo de datos en la siguiente fórmula:

$$PG = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

– **Energía germinativa (EG)**

Para la obtención de esta variable se procedió siguiendo una de las sugerencias del ISTA (1976). Se ha observado la mayor germinación diaria y el día en que esta se ha dado, determinando este momento como periodo energético. Para el cálculo de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$EG = \frac{\text{N}^\circ \text{ máximo S}}{\text{N}^\circ \text{ total de semillas sembradas}} \times 100$$

Donde;

Nº máximo S: Número máximo de semillas germinadas en un tiempo dado.

– **Valor germinativo**

Este parámetro se midió a través del valor compuesto de Djavanshir y Pourbeik, el cual refleja en un solo valor los cambios en el pico de germinación, la germinación total y la velocidad de germinación (FAO, 2007). La fórmula propuesta por estos autores es la siguiente:

$$VG = (\sum VGD/N) \times \frac{PG}{10}$$

donde:

VG = Valor de germinación.

PG = Porcentaje de germinación al final del ensayo.

VGD = Velocidad de germinación diaria, que se obtiene dividiendo el porcentaje de germinación acumulado por el número de días transcurridos desde la siembra.

$\Sigma$ VGD = Total que se obtienen sumando todas las cifras de VGD obtenidas en los recuentos diarios.

N = Número de recuentos diarios, empezando a contar a partir de la fecha de la primera germinación.

### 3.10. Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de la forma 2A x 3B, donde A es el factor estimulante y B el factor dosis.

#### 3.10.1. Modelo del análisis estadístico

El modelo estadístico aplicado se basó en un experimento factorial de la forma 2A x 3B, bajo un Diseño Completamente al Azar cuya ecuación es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \left. \vphantom{Y_{ij}} \right\} \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{array}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición de la i-ésima dosis.

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto del factor A (estimulante).

$\beta_j$  = Efecto del factor B (dosis).

$\alpha_i\beta_j$  = Efecto de interacción entre el factor A y el factor B.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

### 3.10.2. Análisis de la Varianza

El análisis de varianza está conformado por las siguientes fuentes de variabilidad: tratamientos; dos factores A) estimulantes y B) dosis; la interacción entre ambos (A x B) y el error experimental, como se muestra en el Cuadro 5.

Se realizó el modelo estadístico factorial 2A x 3B, con los factores estimulante (A) y dosis (B).

Cuadro 5. Modelo del análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variación	Grado de libertad	Valor de Fo
Estimulante (A)	1	CMA/CME
Dosis (B)	2	CMB/CME
(A x B)	2	CMAB/CME
Error experimental	22	
Total	27	

CMA: Cuadrado de la media del factor A

CMB: Cuadrado de la media del factor B

CME: Cuadrado de la media del error experimental

### 3.10.3. Disposición del experimento en el vivero

En la Figura 6a se muestra la disposición aleatoria de los tratamientos, y en la Figura 6b la distribución de las semillas en estos.

A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>

Figura 6a. Disposición de los tratamientos en la cama.

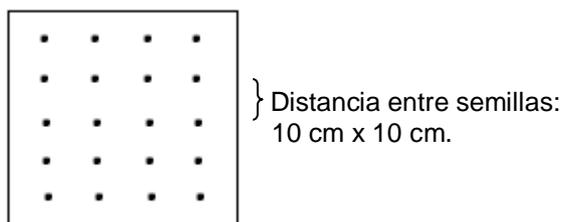


Figura 6b. Unidad experimental

- Número total de semillas : 560
- Número de semillas por tratamiento : 80
- Número de tratamientos : 7
- Número de repeticiones : 4
- Tamaño de la unidad experimental : 28
- Tamaño de la subunidad experimental : 20

#### 3.10.4. Variables de respuesta

##### - Variables dependientes

- Germinación (%).
- N° de semillas germinadas (considerándose como semilla germinada a la aparición de una plúmula).
- Tiempo de inicio de germinación (días hasta la aparición de la plúmula).

##### - Variables independientes

- Niveles de dosis de estimulantes.
- Estimulantes.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Análisis de semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en laboratorio

El porcentaje de pureza se obtuvo de un promedio de tres muestras utilizadas, cada una conteniendo 100 semillas. En el Cuadro 6 se detallan datos y resultados.

Cuadro 6. Porcentaje de pureza en las semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze)

N° de réplica	N° de semillas	Peso inicial (gr)	Peso de semilla pura (gr)	Peso de impurezas (gr)	Porcentaje de pureza (%)
1	100	194.3582	192.6782	1.68	99.136
2	100	195.4282	192.6782	2.75	98.593
3	100	194.6682	192.6782	1.99	98.978
Porcentaje de pureza promedio =					98.902 ± 0.16
Desviación estándar =					0.278
Coeficiente de variación =					0.282

Para calcular el número de semillas por kilogramo se tuvieron en cuenta 600 semillas, formando seis grupos de 100 unidades cada uno, los que inmediatamente se pesaron por separado. Los datos obtenidos se especifican en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Número de semillas por kilogramo de té (*C. sinensis* L. Kuntze)

N° de réplica	N° de semillas	Peso en gramos	N° semillas/kg
1	100	201.48	497
2	100	199.35	503
3	100	210.43	476
4	100	180.65	556
5	100	200.63	500
6	100	170.66	588
N° de semillas por kilogramo Promedio =			519 ± 17.15
Desviación Estándar =			42
Coeficiente de variación =			8.10

En el Cuadro 8 se muestran los valores obtenidos al realizar el ensayo para determinar el contenido de humedad de las semillas.

Cuadro 8. Contenido de humedad de semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze)

Muestra	N° de semillas	Peso húmedo	Peso seco	C.H.
1	10	19.34	10.0239	48.170
2	10	19.98	10.1398	49.250
C.H. promedio =				48.710 ± 1.85
Desviación estándar =				0.763
Coeficiente de variación =				1.568

#### 4.2. Porcentaje de germinación de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en las diferentes dosis de $AG_3$ y $KNO_3$

El mayor poder germinativo se ha registrado con la aplicación de 500 mg de  $AG_3$  ( $T_3$ ), alcanzando un valor de 80%. Esta combinación se ha mostrado como la más positiva entre todas, evidenciando mayor porcentaje de semillas germinadas desde el inicio de la evaluación (Figura 7).

Los valores mostrados corresponden al porcentaje de germinación respecto al total de semillas sembradas, sin hacer mención al número de semillas que haya germinado en cada tratamiento.

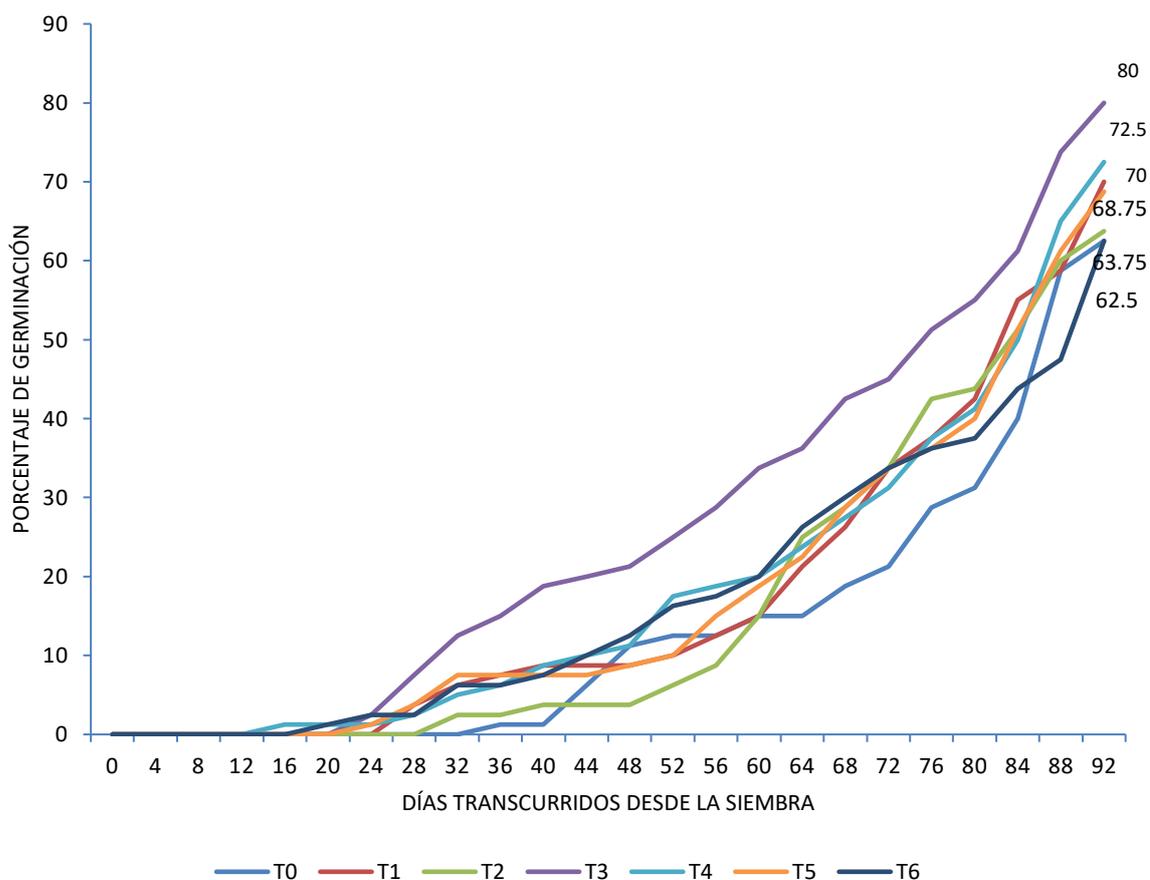


Figura 7. Poder germinativo en las dosis de  $GA_3$  y  $KNO_3$  en *C. sinensis* L. Kuntze.

El Cuadro 9 muestra el análisis de varianza para el poder germinativo a los 90 días de siembra, el mismo que no presentó diferencias estadísticas ( $\alpha= 0.05$ ) respecto a los estimulantes (A), las dosis (B) y en la interacción (A x B); es decir, los factores mencionados no han tenido influencia en la germinación de estas semillas.

Posiblemente el poder germinativo de estas semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) se ha debido principalmente a las condiciones propias de estas y del medio ambiente.

Cuadro 9. Análisis de varianza del número de semillas germinadas en las diferentes dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub> en té (*C. sinensis* L. Kuntze).

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Factor A	1	0.353	N.S.
Factor B	2	0.353	N.S.
Factor A * Factor B	2	1.612	N.S.
Error	22		
Total corregido	27		

C.V. = 20%

N.S.: no presenta diferencias estadísticas significativas.

El coeficiente de variación indica que en un 20% influyeron factores ajenos al experimento sobre los cuales no se tuvo control.

El Cuadro 10 incluye la prueba de Duncan al no presentarse significación entre los niveles de cada factor.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el promedio de germinación de té (*C. sinensis* L. Kuntze) a los 90 días de evaluación.

Tratamiento	R <sub>1</sub> (%)	R <sub>2</sub> (%)	R <sub>3</sub> (%)	R <sub>4</sub> (%)	Germinación promedio (%)	Germinación total (%)
T <sub>0</sub>	20	11.3	18.8	12.5	15.63 <sup>a</sup>	62.5
T <sub>1</sub>	12.5	18.8	16.3	22.5	17.50 <sup>a</sup>	70
T <sub>2</sub>	17.5	13.8	20	12.5	15.94 <sup>a</sup>	63.75
T <sub>3</sub>	22.5	18.8	18.8	20	20.00 <sup>a</sup>	80
T <sub>4</sub>	16.25	20	18.8	17.5	18.13 <sup>a</sup>	72.5
T <sub>5</sub>	22.5	17.5	12.5	16.3	17.19 <sup>a</sup>	68.75
T <sub>6</sub>	18.75	17.5	11.3	15	15.63 <sup>a</sup>	62.5

<sup>1</sup>Promedios seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí, por la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ )

En la Figura 8 se muestra el número promedio (de las cuatro repeticiones) de semillas germinadas por cada tratamiento durante los tres meses que ha durado la evaluación. Se puede observar los valores más bajos obtenidos en la dosis de 500 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>6</sub>) y el testigo (T<sub>0</sub>), resultando en ambos casos un promedio de 12.5 semillas germinadas; por otro lado, se evidencia un mayor valor en la dosis de 500 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>), siendo este un promedio de 16 semillas germinadas.

El mayor número de semillas ha ido germinando en los últimos días de evaluación, lo que da muestra de la latencia presente en estas semillas para llevar a cabo este proceso (Figura 9).

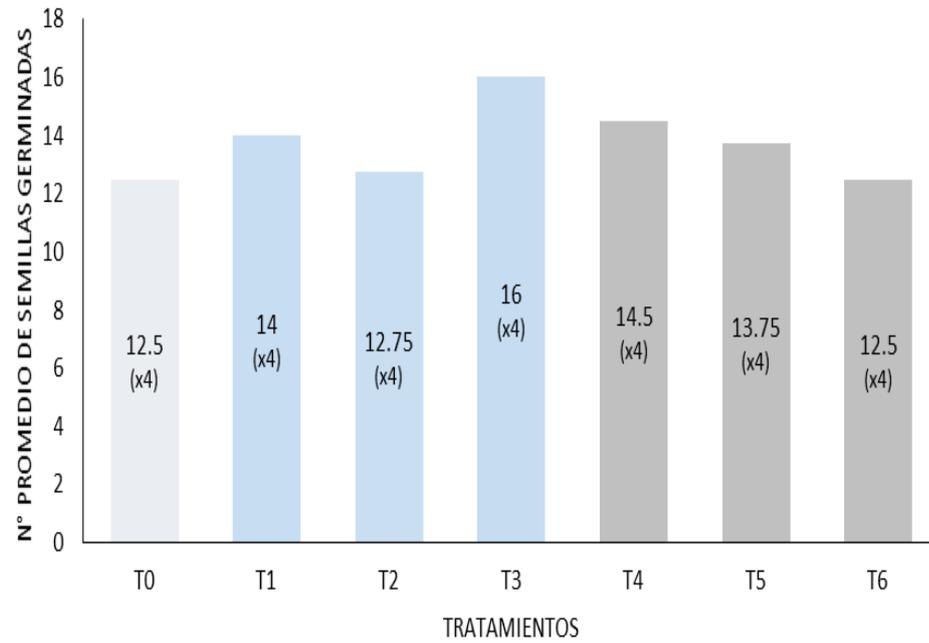


Figura 8. Número promedio de semillas germinadas por tratamiento.

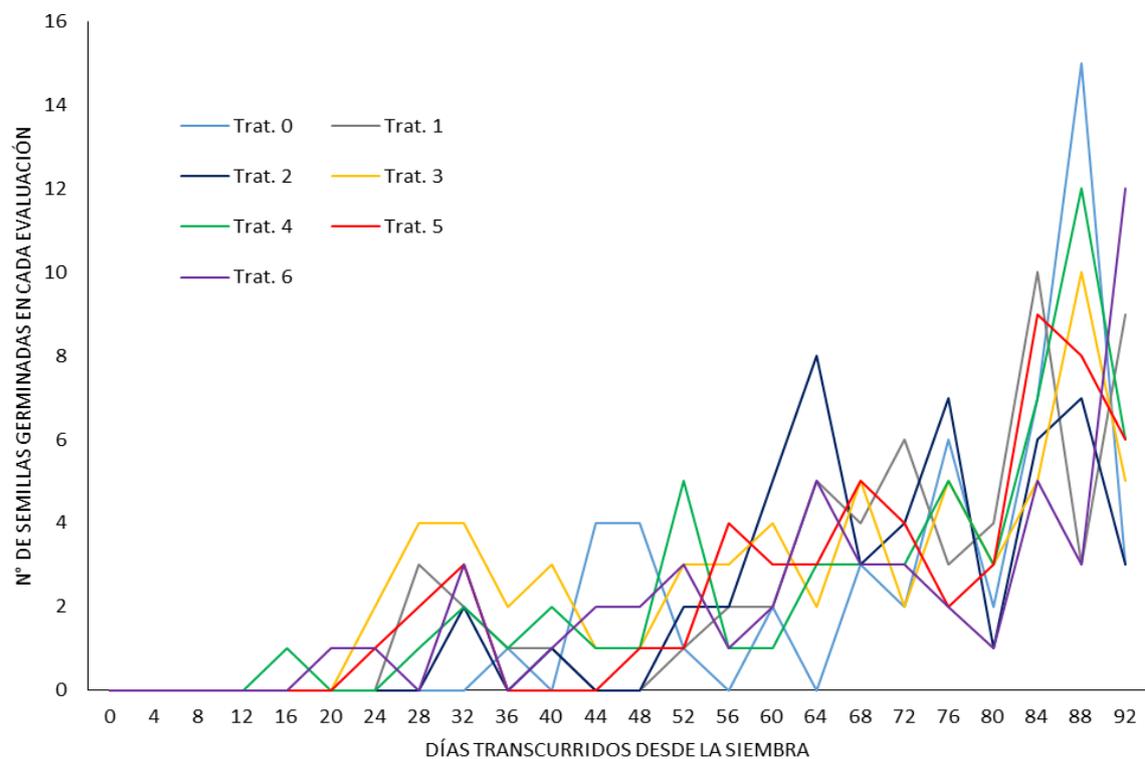


Figura 9. Número promedio de semillas germinadas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en cada evaluación.

#### 4.3. Energía germinativa y valor germinativo de las semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) con las diferentes dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>

En la Figura 10 se visualiza el resultado que corresponde a la energía germinativa en cada dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>. La dosis de 500 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>) alcanzó el mayor porcentaje de energía germinativa para el total de semillas sembradas, con 73.75%; detrás de este valor se encuentra la dosis de 100 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>4</sub>) con 65%. A continuación, la dosis de 500 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>6</sub>) ha dado como resultado un 62.5% para la misma variable, seguido del testigo (T<sub>0</sub>), con 58.75%; la dosis de 100 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>1</sub>) alcanza un valor de 55%, mientras que la dosis de 200 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>5</sub>) con 51.25%. Por último, el valor más bajo se ha registrado en la dosis de 200 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>2</sub>), con 25%.

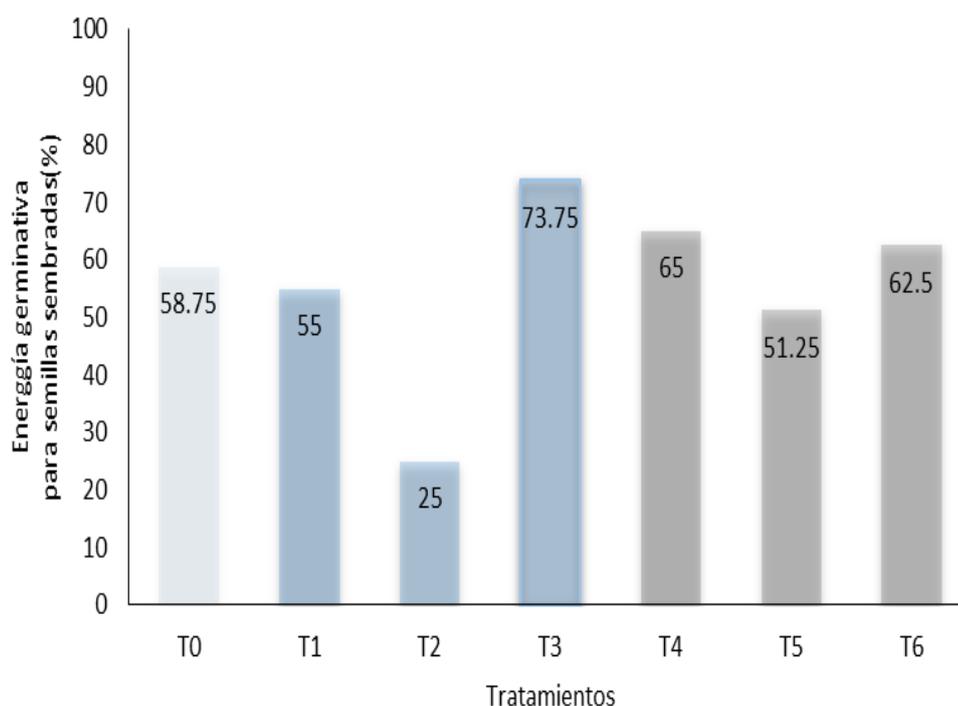


Figura 10. Energía germinativa para semillas sembradas en los diferentes tratamientos de té (*C. sinensis* L. Kuntze).

La energía germinativa está directamente relacionada con el periodo germinativo, considerándose este desde el día de siembra hasta el momento en que el número de semillas germinadas por evaluación ha alcanzado su valor máximo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Energía germinativa en semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en las diferentes dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>.

Tratamiento	N° de semillas sembradas	Acumulado hasta el máximo de semillas germinadas	Total de semillas germinadas	Días desde la siembra (per. germ.)	Energía germinativa para semillas sembradas (%)
T <sub>0</sub>	80	47	50	88	58.75
T <sub>1</sub>	80	44	56	82	55
T <sub>2</sub>	80	20	51	61	25
T <sub>3</sub>	80	59	64	87	73.75
T <sub>4</sub>	80	52	58	87	65
T <sub>5</sub>	80	41	55	83	51.25
T <sub>6</sub>	80	50	50	90	62.5

El Cuadro 12 muestra el análisis de varianza para la energía germinativa. No se presentó diferencias estadísticas ( $\alpha= 0.05$ ) respecto a los estimulantes (A), las dosis (B) y en la interacción (A x B); es decir, los factores mencionados no influyeron en esta variable. Sin embargo, el coeficiente de variación indica la influencia de factores ajenos al experimento en un 20.03%. Seguidamente, el Cuadro 13 muestra la prueba de Duncan en ausencia de diferencias estadísticas.

Cuadro 12. Análisis de varianza de la energía germinativa en las diferentes dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub> en té (*C. sinensis* L. Kuntze)

Fuentes de variación	Grados de libertad	F	Sig.
Factor A	1	0.353	N.S.
Factor B	2	0.353	N.S.
Factor A * Factor B	2	1.612	N.S.
Error	22		
Total corregida	27		

<sup>1</sup>C.V. = 20.03%

<sup>2</sup>N.S.: no presenta diferencias estadísticas significativas

Cuadro 13. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la energía germinativa de té (*C. sinensis* L. Kuntze) a los 90 días de evaluación.

Tratamiento	R <sub>1</sub> (%)	R <sub>2</sub> (%)	R <sub>3</sub> (%)	R <sub>4</sub> (%)	Energía germinativa (%)
T <sub>0</sub>	75	35	75	50	58.75 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	35	70	50	65	55 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	5	15	55	25	25 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	85	70	70	70	73.75 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	60	75	60	65	65 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	80	45	30	50	51.25 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	75	70	45	60	62.5 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Promedios seguidos de letras diferentes en las columnas difieren entre sí, por la prueba de Duncan ( $p < 0,05$ )

La prueba de comparación de Duncan confirma la no existencia de diferencias estadísticas significativas ( $\alpha = 0.05$ ) en la energía de germinación, pese a que los valores muestran una diferencia numérica referida a esta variable en el T<sub>3</sub> con 20.00%, siendo T<sub>0</sub> y T<sub>6</sub> las dosis de menor valor con 15.63%.

El valor germinativo encontrado presenta variación de 1.9 para la dosis de más bajo comportamiento, hasta valores de 4.4 para la dosis de mejor comportamiento (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valor germinativo de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en cada dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>.

Tratamientos	Poder germinativo	Energía germinativa (%)	Valor germinativo
T <sub>0</sub>	62.5	58.75	1.90
T <sub>1</sub>	70	55	2.59
T <sub>2</sub>	63.75	25	2.21
T <sub>3</sub>	80	73.75	4.40
T <sub>4</sub>	72.5	65	2.45
T <sub>5</sub>	68.75	51.25	2.41
T <sub>6</sub>	62.5	62.5	2.13

El valor germinativo está relacionado con la energía germinativa y el periodo germinativo; este último determinado por diferentes criterios. En este caso, el periodo germinativo se ha determinado como el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. Muchas de

las semillas germinaron en días cercanos al final de la evaluación (Figura 9), dando como consecuencia un bajo valor respecto a la variable Valor Germinativo.

En la Figura 11 se muestra la velocidad media de germinación diaria, que está en función del total acumulado de semillas germinadas en cada evaluación y el número de días transcurridos hasta que estos se van dando.

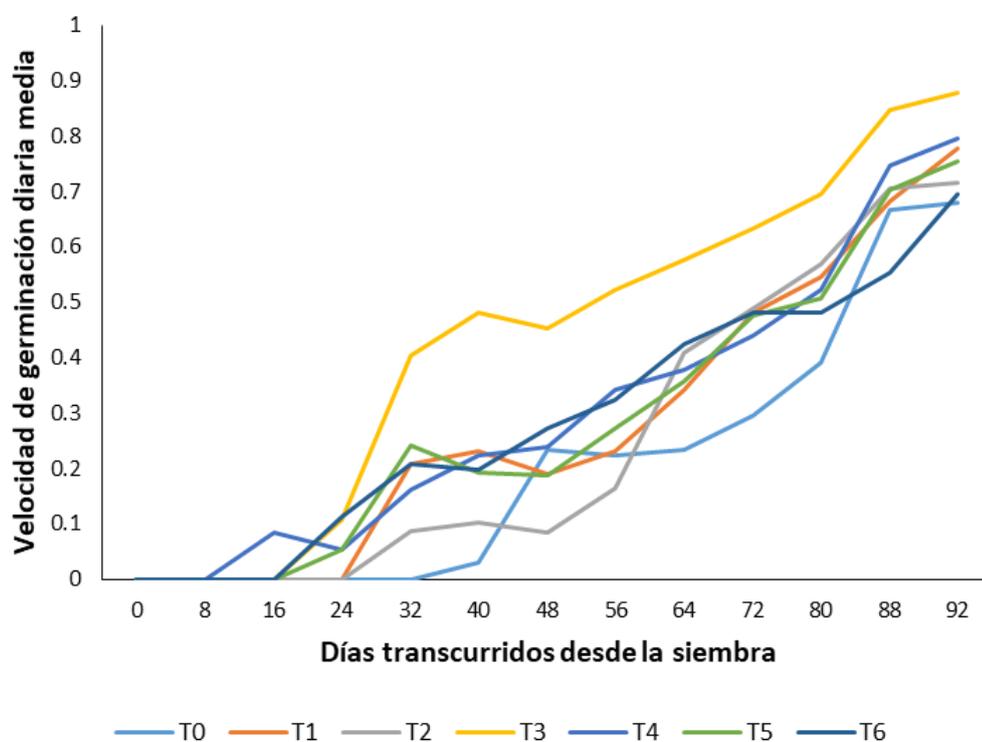


Figura 11. Velocidad de germinación diaria media en las dosis de  $GA_3$  y  $KNO_3$  en té (*C. sinensis* L. Kuntze)

La Figura 10 nos muestra una velocidad de germinación diaria media que sigue una línea de tendencia ascendente para todos los tratamientos, sin encontrar un punto álgido o de quiebre en el que el número de semillas germinadas empiece a decaer notablemente. Esto, quizás, debido al prolongado tiempo que les ha tomado para germinar.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Evaluación de semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) mediante ensayos en laboratorio

El porcentaje de pureza calculado en el lote de semillas de *C. sinensis* L. Kuntze es  $98.902 \pm 0.16\%$ ; el número de semillas por kilogramo determinado en la investigación es de  $519 \pm 17.15$  unidades; y el contenido de humedad es de  $48.7102 \pm 1.85\%$ .

Uno de los detalles a considerar al ejecutar un ensayo de pureza es la subjetividad en separar la semilla pura de la impura. Aunque un ensayo de pureza es sencillo puede no ser tan exacto para evaluar calidades como por medio de otros ensayos. El alto valor obtenido es indicador del control que se tuvo al momento de extraer las semillas del fruto y separar las muestras correspondientes.

El cálculo del número de semillas por kilogramo nos permite conocer la cantidad de semilla por unidad de peso en una colección de semillas para depósito, puesto que con esta cantidad y con el porcentaje de energía germinativa, pueden hacerse los cálculos del peso aproximado de semilla necesario para producir una deseada cantidad de plántulas. El valor del número de semillas contenidas en un kilogramo se ve afectado por el contenido de humedad y la variabilidad de tamaños. En este caso se consideraron

indistintamente todas las semillas que variaron aproximadamente desde 0.6 cm a 1.7 cm de diámetro.

Aunque el contenido de humedad de las semillas en estudio sea aceptable, el lento proceso de germinación pudo haberse producido también por factores del ambiente u otros propios de la semilla. HARTMANN y KESTER (1995) indican que con menos del 40 o 60% de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación.

Cabe señalar que los estudios realizados en *C. sinensis* L. Kuntze orientados a ensayos de germinación son escasos, lo que nos limita de hacer una comparación de resultados respecto a otras variables y factores que pudieran intervenir.

## **5.2. Poder germinativo de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en las diferentes dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>**

La aplicación de 500 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>), que es precisamente la dosis con mayor concentración de este estimulante, ha mostrado mayor número de semillas germinadas (80%) respecto a las demás, aunque estadísticamente no se muestre diferencia significativa entre los estimulante, las dosis y tampoco en la interacción. Alcanzando un menor de poder germinativo, el testigo (T<sub>0</sub>) y la dosis de 500 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>6</sub>), presentan un valor de 62.5%. Cabe mencionar también que, respecto al estimulante KNO<sub>3</sub>, la dosis de 100 mg (T<sub>4</sub>), que es la de menor concentración, ha mostrado mayor número de semillas germinadas, dando un equivalente al 72.5% del total de semillas sembradas para este tratamiento.

Los mayores porcentajes de germinación como en T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, respecto al testigo (T<sub>0</sub>), sugieren algún tipo de latencia, aunque cabe anotar que no se sabe si las condiciones de germinación fueron óptimas en este experimento debido a factores ajenos como la temperatura o humedad.

Si bien el ácido giberélico y los compuestos nitrogenados figuran entre las sustancias que pueden ser aplicadas a las semillas en tratamientos pregerminativos para romper la latencia, algunos autores señalan que la dosis a aplicar en determinadas especies es distinta, incluso dentro de la misma especie, y otros han reportado el efecto nulo así como positivo de estos tratamientos respecto a la inducción de la germinación y el rompimiento de la latencia de semillas.

Es posible que una mayor dosis de GA<sub>3</sub> sea más favorable en el rompimiento de latencia en el caso de esta especie como muestra T<sub>3</sub>, ya que este estimulante es conocido por disminuir los requerimientos de semillas para la estratificación caliente, tal como en el caso de latencia morfológica relacionada con el embrión inmaduro, o estratificación fría, la cual a menudo es necesaria para inducir la germinación en otras semillas (MAGNITSKIY y LIGARRETO, 2007).

Concordando con estos autores, la presente investigación respalda que es necesario conocer las dosis de los estimulantes a aplicar en los tratamientos pregerminativos pues un exceso podría tener un efecto nulo o incluso actuar como inhibidor.

### 5.3. Energía germinativa y valor germinativo de las semillas de té (*C. sinensis* L. Kuntze) en las dosis de GA<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub>

Los mayores valores de energía germinativa y valor germinativo se han mostrado en la dosis de 500 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>), siendo estos de 73.75% y 4.4 respectivamente, aunque no se encontrara diferencia significativa respecto a los factores ni a la interacción entre estos.

Las semillas tratadas con las dosis de ácido giberélico y nitrato de potasio empezaron a germinar a partir de la tercera y cuarta semana, a diferencia del testigo que evidenció inicios a la sexta semana. Esto muestra que hubo un efecto positivo en el rompimiento de la latencia.

Por otro lado, si bien se inició la geminación antes de cumplir el primer mes, esta no fue uniforme, sino más bien periódica y lenta, probablemente por el vigor o la latencia que posee cada semilla. Si bien el tamaño de las semillas influye en las condiciones fisiológicas de las mismas, mostrando las de mayor tamaño ventaja ante las de menor tamaño, en esta investigación no se categorizaron las semillas y se utilizaron indistintamente de su tamaño.

La energía germinativa es una medida de la velocidad de germinación, lo que tiene un efecto directo en la energía y valor germinativo.

Debido a esta germinación diaria tardía, probablemente por ser *C. sinensis* L. Kuntze de un ambiente de menor temperatura y mayor altitud, los valores más altos se presentaron en los días próximos al final de la evaluación. Otras especies como *Nothofagus betuloides* muestran efectos nulos respecto a

$\text{KNO}_3$ , pero sólo necesitan concentraciones muy bajas de  $\text{GA}_3$  para romper su latencia, obteniendo mayor energía y valor germinativo (ROCUANT, 1980), lo que contrasta lo hallado en semillas de maracuyá escarificadas, en las que una dosis de  $\text{GA}_3$  tiene efectos fitotóxicos (MARTÍNEZ *et al.*, 1994); que se atribuyen no a la influencia del tipo de semillas, sino al tiempo de inmersión y la dosis de  $\text{GA}_3$ .

Los resultados obtenidos apoyan lo mencionado por MAGNITSKIY y LIGARRETO (2007), que no existe un acuerdo común para explicar los efectos de  $\text{AG}_3$  y  $\text{KNO}_3$ .

La velocidad de germinación diaria media, como la energía germinativa, está en función del número de semillas germinadas en un tiempo determinado, en consecuencia al realizar una gráfica respecto a estas variables se debería apreciar un descenso en este valor, dado que las semillas alcanzan un momento de mayor germinación (Figura 11). Sin embargo, este descenso no llega a mostrarse posiblemente porque la mayor germinación se ha dado en los días próximos a culminar el tercer mes. En pruebas con otras especies de germinación rápida como *Theobroma cacao* o *Eucalytus globulus*, donde la germinación alcanza el punto máximo aproximadamente hasta la cuarta semana para el primer caso y la tercera semana para el segundo, sí se diferencia un punto álgido que demarca el ascenso y descenso del nivel de germinación; y en ambos casos el valor de la velocidad de germinación diaria media no difiere mucho de los valores obtenidos en esta investigación, pero sí enormemente en la cantidad de días transcurridos.

## VI. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de pureza determinado en las semillas de té (*Camellia sinensis* L. Kuntze) es de  $98.90 \pm 0.16\%$ ; el número de semillas contenidas en un 1 kg es de  $519 \pm 17.15$  unidades; y el contenido de humedad calculado  $48.71 \pm 1.85\%$ .
2. El mayor porcentaje de semillas germinadas se ha registrado en la aplicación de 500 mg de GA<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>), la misma que ha contenido mayor concentración de este estimulante y alcanzó un 80% de germinación. Del otro extremo, el testigo absoluto (T<sub>0</sub>) y la dosis de 500 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>6</sub>) alcanzaron sólo un 62.5% de germinación.
3. La energía germinativa en T<sub>3</sub> es de 73.75% y su correspondiente valor germinativo de 4.4; resultados mayores en comparación con los obtenidos para T<sub>0</sub>, con valores de 58.75% y 1.90 respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Duplicar el tiempo de inmersión de las semillas en los estimulantes. Aunque algunas especies no han mostrado gran diferencia al respecto, en otras, en cambio, se ha evidenciado un resultado positivo al mantener la semilla en condiciones para embeberse por mayor tiempo.
2. Caracterizar las semillas por tamaño. Las semillas de mayor tamaño tienden a presentar mayor vigor y características fisiológicas superiores con mayores posibilidades de romper la latencia respecto a las semillas de menor tamaño.
3. Luego de mantener las semillas remojadas, exponerlas al sol como recomiendan algunos cultivadores de esta especie, cuidando que no se sequen, con la finalidad de que se produzcan grietas que permitan acelerar el proceso germinativo.
4. Ampliar los días de evaluación hasta el momento en que no se muestre más germinación en días consecutivos, debido a que las semillas han iniciado su proceso germinativo en los días finales al ensayo.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBORESI, A., GESTIN, C., LEYDECKER, M., BEDU, M., MEYER, C.,  
TRUONG, H. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in  
*Arabidopsis*. *Plant Cell and Environment* 28:200-512.
- ANDRADE, M., HERNÁNDEZ, J., RODRÍGUEZ, H., MENDOZA, H., DURÁN,  
C., MARTÍNEZ, V. 2008. Efecto de promotores de la germinación y  
sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo *Rev. Fac. Agron.*  
(LUZ) 25: 617-635.
- ANDRADE, S., LAURENTIN, H. 2015. Efecto del nitrato de potasio sobre la  
germinación de semillas de tres cultivares de ají dulce (*Capsicum*  
*chinense* Jacq.) *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 33: 25-29p.
- BATAK, I., DEVIC, M., GIBAL, Z., GRUBISIC, D., POFF, K., KONJEVIC, R.  
2002. The effects of potassium nitrate and NO-donors on phytochrome  
A- and phytochrome B- specific induced germination of *Arabidopsis*  
*thaliana* seeds. *Seed Science Research* 12:253-259.
- BETHKE, P., LIBOUREL, I., REINÖHL, V., JONES, R. 2006. Sodium  
nitroprusside, cyanide, nitrite, and nitrate break *Arabidopsis* seed  
dormancy in a nitric oxide-dependent manner. *Planta* 223:805-812.

- DEAQUIZ, Y., BURGOS Y. 2013. Efecto de la aplicación de giberelinas (GA<sub>3</sub>) sobre germinación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Santa Cruz. Conexión Agropecuaria JDC – Vol 3 No. 2: 29-36.
- DUFRESNE, C. Farnworth ER. A review of latest research finding on the health promotion properties of tea. J Nutr Biochem 2001; 12: 404-421.
- EUROMONITOR RESEARCH. 2015. Té o café: ¿Qué prefieren los consumidores en el continente americano? – Parte 1: El Cambiante mercado del té, [En línea]: EUROMONITOR INTERNATIONAL, (<http://blog.euromonitor.com>, News and resources, 08 may. 2016).
- EUROMONITOR RESEARCH. 2016. Tea in Peru, [En línea]: EUROMONITOR INTERNATIONAL, (<http://www.euromonitor.com/tea-in-peru/report>, Hot Drinks, 08 may. 2016)
- FAO. 2007. Por departamento de montes. [En línea]: Fao, (<http://fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s13.htm>, documentos 08 Jun. 2016).
- FLORES, J. 2015. Cultivo de té en el distrito de Huayopata, [en línea]: Municipalidad Distrital de Huayopata (<http://www.munihuayopata.gob.pe/images/cultivo.pdf>, documentos, 05 abril. 2016).
- FULLER, H., RITCHIE, D. 1972. Botánica general. Trad A Marino Ambrosio. México, Compañía Editorial Continental. 272 p.

- HARTMANN, H., KESTER, D. 1995. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad AM Ambrosio. 4° reimpresión. Méx, Continental. 760p.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en las zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216p.
- ISTA. 1976. Normas Internacionales para los ensayos de semillas. Manual para ensayos de germinación de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. Manual Técnico. 128p.
- JAMALOMIDI, M., GHOLAMI, M. 2013. Effect of packing type and storage time on tea (*Camellia sinensis* L.) seed germination. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol, 4 (5): 1323-1327. 5p.
- JARA, N., 1996. Biología de semillas forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 33p.
- JEAN-PROST, P. 1970. La botánica y sus aplicaciones agrícolas. Madrid, España, Mundi prensa. 534p.
- LEACH, R. 1936. Tea seed management. Department of Agriculture, Nyasaland Protectorate, Bulletin No.14, 16pp.
- MAGNITSKIY, S., LIGARRETO, G. 2007. El efecto del nitrato de potasio, del ácido giberélico y del ácido indolacético sobre la germinación de semillas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas – Vol. 1 – No.2 –pp 137-141, 2007. 5p.

- MALDONADO, C., PUJADO E., SQUEO, F. 2002. El efecto de la disponibilidad de agua durante el crecimiento de *Lycopersicon chilense* sobre la capacidad de sus semillas para germinar a distintas temperaturas y concentraciones de manitol y NaCl. *Rev. Chil. Histor. Natur.* 75: 651-660.
- MANDUJANO, M., GOLUBOV, J., ROJAS-ARÉCHIGA, M. 2007. Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del Desierto Chihuahuense
- MANOJ, D. 2017. Tea history of Peru. [En línea] RUNAQ. (<https://crazyteamakerblog.wordpress.com/2017/04/04/tea-history-of-peru/> 17 Oct. 2017).
- MARTÍNEZ, C., ARENA, M., FERNÁNDEZ, C. 1994. Nota sobre la influencia del ácido giberélico y del nitrato de potasio en la germinación de semillas de *Nothofagus betuloides* (MIRB.) Oerts. *Invest. Agrar., Sist. Recur. For.* Vol. 3 (1), 1994: 83-89 7p.
- MCKAY, D. The role of tea in human health: an update. *J Am Coll Nutr* 2002; 21: 1-13.
- MUÑOZ. 1995. Notas del centro productor de semillas de árboles forestales. (En línea): (<http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n5/3.htm>, documentos, 2 Dic. 2016).

NAMITA, P., MUKESH, R., VIJAY, K. 2012. *Camellia sinensis* (Green tea): A review. *Global Journal of Pharmacology* 6 (2): 52-59. 8p.

NICHOLLS, M. 2008. Efectos de luz, temperatura, salinidad y GA3 en la germinación de semillas de Pumamaqui (*Oreopanax spp*). [En línea] (<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/562>, 07 Ene. 2017).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Compilado por R.L. Willan. Roma, Italia.

PALACIO, E., RIBERO, M., RESTREPO, J. 2012. Toxicidad hepática por té verde (*Camellia sinensis*): Revisión de tema. Asociaciones Colombianas de Gastroenterología, Endoscopia digestiva, Coloproctología y Hepatología. Colombia: 46-52. 7p.

ROCUANT, L. 1980. Efecto de Giberelina y de Tiourea en la germinación de semillas: especies del género *Nothofagus*. Bosque, por la Universidad Austral de Chile: 53-58. 6p.

RODRÍGUEZ, I. 2008. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. Agricultura.

SAMPERIO, G. 2001. Germinación de semillas: Manual de divulgación para uso en instituciones de educación. Toluca, Estado de México. [En línea] (<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/mexico> 03 Ene. 2017).

- SENAMHI. 2017. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú Dirección Zonal. 10. Condiciones climáticas, hidrológicas y ambientales en la región Huánuco, Ucayali y provincia de Tocache (Perú). Boletín Técnico vol. 04-06.
- SIOBHAN, M., MCCOURT, P. 2003. Hormone Cross-Talk in Seed Dormancy. *J. Plant Growth Regul* 22: 25-31.
- SIVAPALAN, P., KATHIRAVETPILLAI, A. 1986. Hand book on Tea. Tea Research Institute of Sri Lanka.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. 2006. Plant physiology. 4th ED., Sinauer Associates Publishers, Sunderland, MA. 876 pp.
- TIGABU, M., ODÉN, P. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperatura on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. *Seed Science and Technology* 29:11-20.
- VALENZUELA, A. 2004. El consumo té y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria. [En línea]: *Rev Chil Nutr* Vol.31,No.2, ([http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182004000200001](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182004000200001), 010 may. 2016)
- VALLA, J. 2004. Botánica: morfología de las plantas superiores. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio Sur S.A. 332 p.
- WILSON, C., LOOMIS, W. 1992. Botánica Trad IL de Coll. México, D. F., México, Limusa. 682 p.

**ANEXO**

**Anexo 1.** Datos obtenidos durante las evaluaciones en cada tratamiento.

Cuadro 15. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para T<sub>0</sub> (Testigo absoluto).

Días desde la siembra	TRAT. 0				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinadas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	1	0	0	0	1	1	1.25	0.03	2.00	2.00
40	0	0	0	0	0	1	1.25	0.03	0.00	2.00
44	0	1	2	1	4	5	6.25	0.14	8.00	10.00
48	2	1	1	0	4	9	11.25	0.23	8.00	18.00
52	0	0	0	1	1	10	12.5	0.24	2.00	20.00
56	0	0	0	0	0	10	12.5	0.22	0.00	20.00
60	0	2	0	0	2	12	15	0.25	4.00	24.00
64	0	0	0	0	0	12	15	0.23	0.00	24.00
68	1	0	1	1	3	15	18.75	0.28	6.00	30.00
72	1	0	0	1	2	17	21.25	0.30	4.00	34.00
76	1	2	2	1	6	23	28.75	0.38	12.00	46.00
80	0	0	2	0	2	25	31.25	0.39	4.00	50.00
84	4	0	2	1	7	32	40	0.48	14.00	64.00
88	5	1	5	4	<b>15</b>	47	<b>58.75</b>	0.67	30.00	94.00
92	1	2	0	0	3	50	62.5	0.68	6.00	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>50</b>				<b>100.00</b>	

P.G. (%) = 62.5

E.G. de semillas sembradas (%) = 58.75

Cuadro 16. Resultado del ensayo de valor germinativo para el Testigo absoluto (T<sub>0</sub>).

(Método de Djavanshir y Pourbeik)						
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	ΣVGD	No. de recuentos	ΣVGD/N (Col 5/Col 6)
36	1.25	1.25	0.03	0.03	1	0.03
40	0	1.25	0.03	0.07	2	0.03
44	5	6.25	0.14	0.21	3	0.07
48	5	11.25	0.23	0.44	4	0.11
52	1.25	12.5	0.24	0.68	5	0.14
56	0	12.5	0.22	0.91	6	0.15
60	2.5	15	0.25	1.16	7	0.17
64	0	15	0.23	1.39	8	0.17
68	3.75	18.75	0.28	1.67	9	0.19
72	2.5	21.25	0.30	1.96	10	0.20
76	7.5	28.75	0.38	2.34	11	0.21
80	2.5	31.25	0.39	2.73	12	0.23
84	8.75	40	0.48	3.21	13	0.25
88	18.75	58.75	0.67	3.87	14	0.28
92	3.75	62.5	0.68	4.55	15	0.30

**Método de Djavanshir y Pourbeik**

Valor germinativo =  $\Sigma vgd(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo =  $(0.30) * (62.5/10)$

Valor germinativo = 1.90

Cuadro 17. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 100 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>1</sub>).

Días desde la siembra	TRAT. 1				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	0	2	0	1	3	3	3.75	0.14	5.36	5.36
30	0	0	2	0	2	5	6.25	0.21	3.57	8.93
34	0	1	0	0	1	6	7.5	0.22	1.79	10.71
38	0	1	0	0	1	7	8.75	0.23	1.79	12.50
42	0	0	0	0	0	7	8.75	0.21	0.00	12.50
46	0	0	0	0	0	7	8.75	0.19	0.00	12.50
50	1	0	0	0	1	8	10	0.20	1.79	14.29
54	0	1	0	1	2	10	12.5	0.23	3.57	17.86
58	0	0	1	1	2	12	15	0.26	3.57	21.43
62	2	2	0	1	5	17	21.25	0.34	8.93	30.36
66	1	1	1	1	4	21	26.25	0.40	7.14	37.50
70	0	1	2	3	6	27	33.75	0.48	10.71	48.21
74	0	0	0	3	3	30	37.5	0.51	5.36	53.57
78	0	1	2	1	4	34	42.5	0.54	7.14	60.71
82	3	4	2	1	<b>10</b>	44	<b>55</b>	0.67	17.86	78.57
86	1	0	0	2	3	47	58.75	0.68	5.36	83.93
90	2	1	3	3	9	56	70	0.78	16.07	100.00
Totales	10	15	13	18	56				100.00	

P.G. (%) = 70

E.G. de semillas sembradas (%) = 55

Cuadro 18. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 100 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>1</sub>).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	ΣVGD	No. de recuentos	ΣVGD/N (Col 5/Col 6)
26	3.75	3.75	0.14	0.14	1	0.14
30	2.50	6.25	0.21	0.35	2	0.18
34	1.25	7.50	0.22	0.57	3	0.19
38	1.25	8.75	0.23	0.80	4	0.20
42	0.00	8.75	0.21	1.01	5	0.20
46	0.00	8.75	0.19	1.20	6	0.20
50	1.25	10.00	0.20	1.40	7	0.20
54	2.50	12.50	0.23	1.63	8	0.20
58	2.50	15.00	0.26	1.89	9	0.21
62	6.25	21.25	0.34	2.23	10	0.22
66	5.00	26.25	0.40	2.63	11	0.24
70	7.50	33.75	0.48	3.11	12	0.26
74	3.75	37.50	0.51	3.62	13	0.28
78	5.00	42.50	0.54	4.17	14	0.30
82	12.50	55.00	0.67	4.84	15	0.32
86	3.75	58.75	0.68	5.52	16	0.35
90	11.25	70.00	0.78	6.30	17	0.37

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor germinativo =  $\Sigma vgd(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo =  $(0.37) * (70/10)$

Valor germinativo = 2.59

Cuadro 19. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 200 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>2</sub>).

Días desde la siembra	TRAT. 2				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinadas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	0	0	2	0	2	2	2.50	0.09	3.92	3.92
33	0	0	0	0	0	2	2.50	0.08	0.00	3.92
37	0	0	1	0	1	3	3.75	0.10	1.96	5.88
41	0	0	0	0	0	3	3.75	0.09	0.00	5.88
45	0	0	0	0	0	3	3.75	0.08	0.00	5.88
49	0	1	1	0	2	5	6.25	0.13	3.92	9.80
53	0	0	1	1	2	7	8.75	0.17	3.92	13.73
57	1	2	1	1	5	12	15.00	0.26	9.80	23.53
61	0	0	5	3	8	20	25.00	0.41	15.69	39.22
65	1	1	1	0	3	23	28.75	0.44	5.88	45.10
69	1	1	0	2	4	27	33.75	0.49	7.84	52.94
73	3	1	1	2	7	34	42.50	0.58	13.73	66.67
77	1	0	0	0	1	35	43.75	0.57	1.96	68.63
81	3	1	1	1	6	41	51.25	0.63	11.76	80.39
85	3	2	2	0	7	48	60.00	0.71	13.73	94.12
89	1	2	0	0	3	51	63.75	0.72	5.88	100.00
TOTAL	14	11	16	10	51				100.00	

P.G. (%) = 63.75

E.G. de semillas sembradas (%) = 25

Cuadro 20. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 200 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>2</sub>).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	ΣVGD	No. de recuentos	ΣVGD/N (Col 5/Col 6)
29	2.5	2.5	0.09	0.09	1	0.09
33	0	2.5	0.08	0.16	2	0.08
37	1.25	3.75	0.10	0.26	3	0.09
41	0	3.75	0.09	0.35	4	0.09
45	0	3.75	0.08	0.44	5	0.09
49	2.5	6.25	0.13	0.57	6	0.09
53	2.5	8.75	0.17	0.73	7	0.10
57	6.25	15	0.26	0.99	8	0.12
61	10	25	0.41	1.40	9	0.16
65	3.75	28.75	0.44	1.85	10	0.18
69	5	33.75	0.49	2.34	11	0.21
73	8.75	42.5	0.58	2.92	12	0.24
77	1.25	43.75	0.57	3.49	13	0.27
81	7.5	51.25	0.63	4.12	14	0.29
85	8.75	60	0.71	4.82	15	0.32
89	3.75	63.75	0.72	5.54	16	0.35

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor germinativo =  $\Sigma vgd(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo = (0.35) \* (63.75/10)

Valor germinativo = 2.21

Cuadro 21. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 500 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>).

Días desde la siembra	T <sub>3</sub>				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinadas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-						
2	-	-	-	-						
...	-	-	-	-						
21	-	-	-	-						
22	-	-	-	-						
23	1	0	0	1	2	2	2.5	0.11	3.13	3.13
27	0	2	2	0	4	6	7.5	0.28	6.25	9.38
31	1	2	0	1	4	10	12.5	0.40	6.25	15.63
35	2	0	0	0	2	12	15	0.43	3.13	18.75
39	1	2	0	0	3	15	18.75	0.48	4.69	23.44
43	1	0	0	0	1	16	20	0.47	1.56	25.00
47	1	0	0	0	1	17	21.25	0.45	1.56	26.56
51	0	2	0	1	3	20	25	0.49	4.69	31.25
55	0	2	1	0	3	23	28.75	0.52	4.69	35.94
59	0	0	4	0	4	27	33.75	0.57	6.25	42.19
63	0	0	0	2	2	29	36.25	0.58	3.13	45.31
67	2	0	2	1	5	34	42.5	0.63	7.81	53.13
71	1	1	0	0	2	36	45	0.63	3.13	56.25
75	3	1	1	0	5	41	51.25	0.68	7.81	64.06
79	1	1	0	1	3	44	55	0.70	4.69	68.75
83	0	1	3	1	5	49	61.25	0.74	7.81	76.56
87	3	0	1	6	10	59	73.75	0.85	15.63	92.19
91	1	1	1	2	5	64	80	0.88	7.81	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>64</b>				<b>100</b>	

P.G. (%) = 80

E.G. de semillas sembradas (%) = 73.75

Cuadro 22. Resultado del ensayo de valor germinativo para la dosis de 500 mg de AG<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	ΣVGD	No. de recuentos	ΣVGD/N (Col 5/Col 6)
23	2.5	2.5	0.11	0.11	1	0.11
27	5	7.5	0.28	0.39	2	0.19
31	5	12.5	0.40	0.79	3	0.26
35	2.5	15	0.43	1.22	4	0.30
39	3.75	18.75	0.48	1.70	5	0.34
43	1.25	20	0.47	2.16	6	0.36
47	1.25	21.25	0.45	2.62	7	0.37
51	3.75	25	0.49	3.11	8	0.39
55	3.75	28.75	0.52	3.63	9	0.40
59	5	33.75	0.57	4.20	10	0.42
63	2.5	36.25	0.58	4.78	11	0.43
67	6.25	42.5	0.63	5.41	12	0.45
71	2.5	45	0.63	6.04	13	0.46
75	6.25	51.25	0.68	6.73	14	0.48
79	3.75	55	0.70	7.42	15	0.49
83	6.25	61.25	0.74	8.16	16	0.51
87	12.5	73.75	0.85	9.01	17	0.53
91	6.25	80	0.88	9.89	18	0.55

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor germinativo =  $\Sigma vgd(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo = (0.55) \* (80/10)

Valor germinativo = 4.40

Cuadro 23. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 100 mg de  $\text{KNO}_3$  ( $T_4$ ).

Días desde la siembra	TRAT. 4				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinadas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	0	0	1	0	1	1	1.25	0.08	1.72	1.72
19	0	0	0	0	0	1	1.25	0.07	0.00	1.72
23	0	0	0	0	0	1	1.25	0.05	0.00	1.72
27	0	0	1	0	1	2	2.5	0.09	1.72	3.45
31	0	0	2	0	2	4	5	0.16	3.45	6.90
35	0	1	0	0	1	5	6.25	0.18	1.72	8.62
39	0	1	0	1	2	7	8.75	0.22	3.45	12.07
43	1	0	0	0	1	8	10	0.23	1.72	13.79
47	1	0	0	0	1	9	11.25	0.24	1.72	15.52
51	0	3	0	2	5	14	17.5	0.34	8.62	24.14
55	0	0	1	0	1	15	18.75	0.34	1.72	25.86
59	0	0	0	1	1	16	20	0.34	1.72	27.59
63	0	1	1	1	3	19	23.75	0.38	5.17	32.76
67	1	1	0	1	3	22	27.5	0.41	5.17	37.93
71	1	1	1	0	3	25	31.25	0.44	5.17	43.10
75	2	2	0	1	5	30	37.5	0.50	8.62	51.72
79	2	0	0	1	3	33	41.25	0.52	5.17	56.90
83	3	2	0	2	7	40	50	0.60	12.07	68.97
87	1	3	5	3	12	52	65	0.75	20.69	89.66
91	1	1	3	1	6	58	72.5	0.80	10.34	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>58</b>				<b>100.00</b>	

P.G. (%) = 72.5

E.G. de semillas sembradas (%) = 65

Cuadro 24. Resultado del valor germinativo para la dosis de 100 mg de  $\text{KNO}_3$  ( $T_4$ ).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	$\Sigma\text{VGD}$	No. de recuentos	$\Sigma\text{VGD}/N$ (Col 5/Col 6)
15	1.25	1.25	0.08	0.08	1	0.08
19	0	1.25	0.07	0.15	2	0.07
23	0	1.25	0.05	0.20	3	0.07
27	1.25	2.5	0.09	0.30	4	0.07
31	2.5	5	0.16	0.46	5	0.09
35	1.25	6.25	0.18	0.64	6	0.11
39	2.5	8.75	0.22	0.86	7	0.12
43	1.25	10	0.23	1.09	8	0.14
47	1.25	11.25	0.24	1.33	9	0.15
51	6.25	17.5	0.34	1.68	10	0.17
55	1.25	18.75	0.34	2.02	11	0.18
59	1.25	20	0.34	2.36	12	0.20
63	3.75	23.75	0.38	2.73	13	0.21
67	3.75	27.5	0.41	3.14	14	0.22
71	3.75	31.25	0.44	3.58	15	0.24
75	6.25	37.5	0.50	4.08	16	0.26
79	3.75	41.25	0.52	4.60	17	0.27
83	8.75	50	0.60	5.21	18	0.29
87	15	65	0.75	5.95	19	0.31
91	7.5	72.5	0.80	6.75	20	0.34

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor de germinación =  $\Sigma\text{vgd}(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo =  $(0.34) * (72.5/10)$

Valor germinativo = 2.45

Cuadro 25. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 200 mg de KNO<sub>3</sub> (T<sub>5</sub>).

Días desde la siembra	TRAT. 5				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinable	Total acumulado como % de semillas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	1	0	0	0	1	1	1.25	0.05	1.82	1.82
27	2	0	0	0	2	3	3.75	0.14	3.64	5.45
31	3	0	0	0	3	6	7.5	0.24	5.45	10.91
35	0	0	0	0	0	6	7.5	0.21	0.00	10.91
39	0	0	0	0	0	6	7.5	0.19	0.00	10.91
43	0	0	0	0	0	6	7.5	0.17	0.00	10.91
47	0	0	0	1	1	7	8.75	0.19	1.82	12.73
51	0	0	0	1	1	8	10	0.20	1.82	14.55
55	2	1	0	1	4	12	15	0.27	7.27	21.82
59	2	1	0	0	3	15	18.75	0.32	5.45	27.27
63	1	0	1	1	3	18	22.5	0.36	5.45	32.73
67	0	0	2	3	5	23	28.75	0.43	9.09	41.82
71	1	0	2	1	4	27	33.75	0.48	7.27	49.09
75	2	0	0	0	2	29	36.25	0.48	3.64	52.73
79	0	3	0	0	3	32	40	0.51	5.45	58.18
83	2	4	1	2	9	41	51.25	0.62	16.36	74.55
87	2	1	2	3	8	49	61.25	0.70	14.55	89.09
91	0	4	2	0	6	55	68.75	0.76	10.91	100
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>55</b>				<b>100.00</b>	

P.G. (%) = 68.75

E.G. de semillas sembradas (%) = 51.25

Cuadro 26. Resultado del valor germinativo para la dosis de 200 mg de  $\text{KNO}_3$  ( $T_5$ ).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	$\Sigma\text{VGD}$	No. de recuentos	$\Sigma\text{VGD}/N$ (Col 5/Col 6)
23	1.25	1.25	0.05	0.05	1	0.05
27	2.5	3.75	0.14	0.19	2	0.10
31	3.75	7.5	0.24	0.44	3	0.15
35	0	7.5	0.21	0.65	4	0.16
39	0	7.5	0.19	0.84	5	0.17
43	0	7.5	0.17	1.02	6	0.17
47	1.25	8.75	0.19	1.20	7	0.17
51	1.25	10	0.20	1.40	8	0.17
55	5	15	0.27	1.67	9	0.19
59	3.75	18.75	0.32	1.99	10	0.20
63	3.75	22.5	0.36	2.35	11	0.21
67	6.25	28.75	0.43	2.78	12	0.23
71	5	33.75	0.48	3.25	13	0.25
75	2.5	36.25	0.48	3.73	14	0.27
79	3.75	40	0.51	4.24	15	0.28
83	11.25	51.25	0.62	4.86	16	0.30
87	10	61.25	0.70	5.56	17	0.33
91	7.5	68.75	0.76	6.32	18	0.35

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor germinativo =  $\Sigma\text{vgd}(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo =  $(0.35) * (68.75/10)$

Valor de germinativo = 2.41

Cuadro 27. Resultado del ensayo de poder germinativo y energía germinativa para la dosis de 500 mg de  $\text{KNO}_3$  (T<sub>6</sub>).

Días desde la siembra	TRAT. 6				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinadas
	R1	R2	R3	R4						
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1	0	0	0	1	1	1.25	0.07	2.00	2.00
22	1	0	0	0	1	2	2.5	0.11	2.00	4.00
26	0	0	0	0	0	2	2.5	0.10	0.00	4.00
30	0	1	0	2	3	5	6.25	0.21	6.00	10.00
34	0	0	0	0	0	5	6.25	0.18	0.00	10.00
38	0	1	0	0	1	6	7.5	0.20	2.00	12.00
42	0	2	0	0	2	8	10	0.24	4.00	16.00
46	0	1	0	1	2	10	12.5	0.27	4.00	20.00
50	2	1	0	0	3	13	16.25	0.33	6.00	26.00
54	0	0	0	1	1	14	17.5	0.32	2.00	28.00
58	0	0	1	1	2	16	20	0.34	4.00	32.00
62	1	0	2	2	5	21	26.25	0.42	10.00	42.00
66	1	1	1	0	3	24	30	0.45	6.00	48.00
70	0	1	1	1	3	27	33.75	0.48	6.00	54.00
74	1	1	0	0	2	29	36.25	0.49	4.00	58.00
78	0	0	0	1	1	30	37.5	0.48	2.00	60.00
82	2	0	1	2	5	35	43.75	0.53	10	70
86	1	2	0	0	3	38	47.5	0.55	6	76
90	5	3	3	1	<b>12</b>	50	62.5	0.69	24	100
TOTAL	15	14	9	12	50				100.00	

P.G. (%) = 62.5

E.G. de semillas sembradas (%) = 62.5

Cuadro 28. Resultado del valor germinativo para la dosis de 500 mg de  $\text{KNO}_3$  ( $T_6$ ).

Cálculo de valor de germinación			(Métodos de (1) Czabator y (2) Djavanshir y Pourbeik)			
1	2	3	4	5	6	7
Días desde la siembra	% de germinación diario	% de acumulación	Velocidad de germinación diaria media (o germinación media (Col 3/Col1)	$\Sigma\text{VGD}$	No. de recuentos	$\Sigma\text{VGD}/N$ (Col 5/Col 6)
18	1.25	1.25	0.07	0.07	1	0.07
22	1.25	2.5	0.11	0.18	2	0.09
26	0	2.5	0.10	0.28	3	0.09
30	3.75	6.25	0.21	0.49	4	0.12
34	0	6.25	0.18	0.67	5	0.13
38	1.25	7.5	0.20	0.87	6	0.14
42	2.5	10	0.24	1.11	7	0.16
46	2.5	12.5	0.27	1.38	8	0.17
50	3.75	16.25	0.33	1.70	9	0.19
54	1.25	17.5	0.32	2.03	10	0.20
58	2.5	20	0.34	2.37	11	0.22
62	6.25	26.25	0.42	2.80	12	0.23
66	3.75	30	0.45	3.25	13	0.25
70	3.75	33.75	0.48	3.73	14	0.27
74	2.5	36.25	0.49	4.22	15	0.28
78	1.25	37.5	0.48	4.70	16	0.29
82	6.25	43.75	0.53	5.24	17	0.31
86	3.75	47.5	0.55	5.79	18	0.32
90	15	62.5	0.69	6.48	19	0.34

#### Método de Djavanshir y Pourbeik

Valor germinativo =  $\Sigma\text{vgd}(n)$  final \* (porcentaje de germinación acumulado/10)

Valor germinativo =  $(0.34) * (62.5/10)$

Valor germinativo = 2.13

**Anexo 2. Panel fotográfico.**



Figura 12. Colección de las semillas en Flores de Belén.



Figura 13. Semillas en una planta de té.



Figura 54. Designación de los tratamientos con GA<sub>3</sub>.



Figura 15. Designación de los tratamientos con KNO<sub>3</sub>.



Figura 16. Desinfección del sustrato.



Figura 17. Siembra de semillas de *C. sinensis* L. Kuntze.



Figura 18. Primeras plántulas emergiendo.



Figura 19. Riego de plántulas y sustrato.



Figura 20. Supervisión del estado de la investigación.



Figura 216. Plántulas de té emergidas en los respectivos tratamientos.



Figura 22. Registro del número de plántulas emergidas.



Figura 23. Plántulas para traslado a campo definitivo.



Figura 24. Observación final de la investigación.