



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO MONAGAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA  
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA**

**EFECTO DEL ACIDO GIBERELICO (AG<sub>3</sub>) SOBRE LA  
GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE  
PLÁNTULAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) CV. “CATUAÍ  
AMARILLO”.**

**Trabajo de grado Presentado por:**

**CELIANGEL DEL CARMEN CEDEÑO GOMEZ  
C.I. 21.012.390**

**Como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MATURÍN, FEBRERO 2019**



**EFFECTO DEL ACIDO GIBERELICO ( $AG_3$ ) SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)  
CV. "CATUAÍ AMARILLO".**

**CELIANGEL DEL CARMEN CEDEÑO GOMEZ**

**Trabajo de grado presentado en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la  
Universidad de Oriente, como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Prof. Nelson J Montaña Mata. Dr  
(ASESOR)

Prof. Jesús Acosta. MSc.  
(ASESOR)

Prof. Leonardo Lara. Ing.  
(JURADO)

Prof. Julio Royett. MSc.  
(JURADO)

## **DEDICATORIA**

Ante todo quiero dedicarle este trabajo de grado a Dios por darme la fuerza necesaria para luchar día a día y poder llegar a cumplir mi meta.

Para mi Padre Reinaldo Cedeño y mi madre Celia Gómez por darme la vida y estar en todo momento que lo he necesitado ofreciéndome un apoyo incondicional.

Para mi hijo Zhail Enrique Marín Cedeño por llegar en un momento clave a mi vida faltando poco para culminar mi carrera, él me dio ese impulso por el cual debía luchar para terminar mi meta.

Para mis hermanos Reicelis Cedeño y Pedro Cedeño quienes me brindaron su ayuda durante mi carrera.

Para mi amor Guillermo Marín por ofrecerme todo su apoyo desde el inicio a fin de mi carrera.

Para ellos mil gracias son lo más importante en mi vida FAMILIA.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi DIOS por darme la dicha de tener la familia que colocó en mi camino a mis padres Reinaldo Cedeño y Celia Gómez a mis hermanos Pedro Cedeño y Reicelis Cedeño, gracias a ellos por apoyarme en cada momento, en cada situación de mi vida para salir adelante por este logro.

Gracias A mi Dios por iluminarme para tomar la decisión de ser Madre y traer a este mundo a mi príncipe Zhail Enrique Marin Cedeño, quien llegó a mi vida en los últimos años de mi carrera, los más fuerte, pero gracias a él puse más empeño, esfuerzo y dedicación para finalizar mi meta, mi sueño propuesto.

Gracias a Mi Compañero Guillermo Marín padre de mi hijo Zhail Enrique por brindarme toda su colaboración, disponibilidad de tiempo, comprensión y apoyo desde el inicio de mi carrera hasta la culminación de la misma, mil gracias Mi Amor.

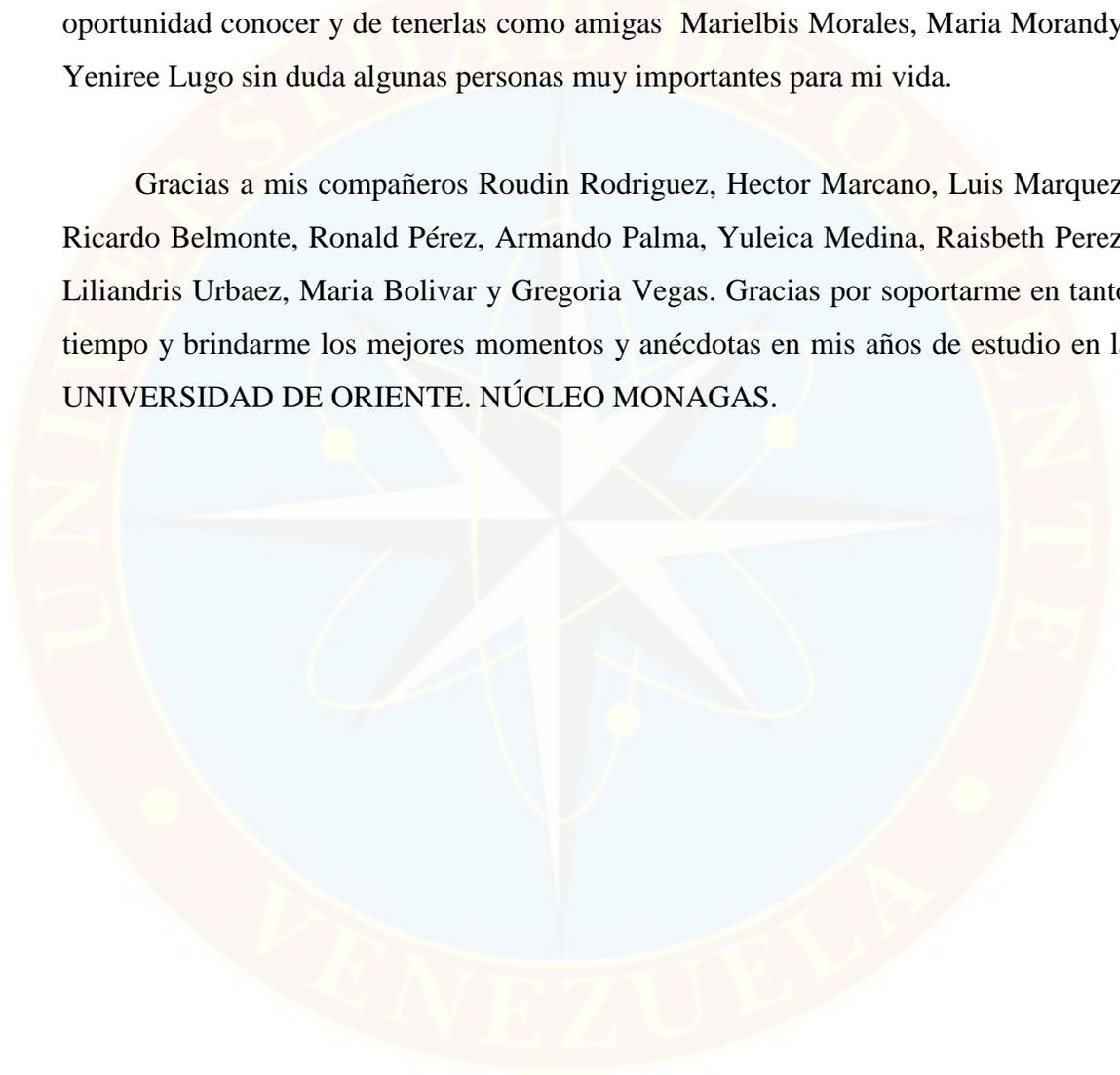
Gracias a la familia Narváez (Mami Doris, Carlito Alfonso, Viejito y a mi Prince Dorita) por cuidar de mi hijo brindarle tanto amor y cariño con tan solo 3 meses, en ellos coloque mi tesoro más valioso para poder ir a la universidad a ver mis clases correspondientes. También a mi comadre Verónica (La Flaca) y su familia quienes me apoyaron muchas veces con el cuidado de mi hijo.

Gracias a la **UNIVERSIDAD DE ORIENTE** por haberme brindado una excelente formación académica, a todo el personal que en ella labora desde obreros, técnicos, choferes, personal administrativo y profesores entre estos debo mencionar a mi asesor Nelson Montaña gracias por sus conocimientos y ayuda brindada para la ejecución de mi proyecto, gracias por su paciencia conmigo, gracias también a mi

asesor profesor Jesús Acosta por su información y tiempo ofrecido en la elaboración de mi trabajo de grado.

Gracias a la casa más alta **UNIVERSIDAD DE ORIENTE** por darme la oportunidad conocer y de tenerlas como amigas Marielbis Morales, Maria Morandy, Yeniree Lugo sin duda algunas personas muy importantes para mi vida.

Gracias a mis compañeros Roudin Rodriguez, Hector Marcano, Luis Marquez, Ricardo Belmonte, Ronald Pérez, Armando Palma, Yuleica Medina, Raisbeth Perez, Liliandris Urbaez, Maria Bolivar y Gregoria Vegas. Gracias por soportarme en tanto tiempo y brindarme los mejores momentos y anécdotas en mis años de estudio en la **UNIVERSIDAD DE ORIENTE. NÚCLEO MONAGAS.**

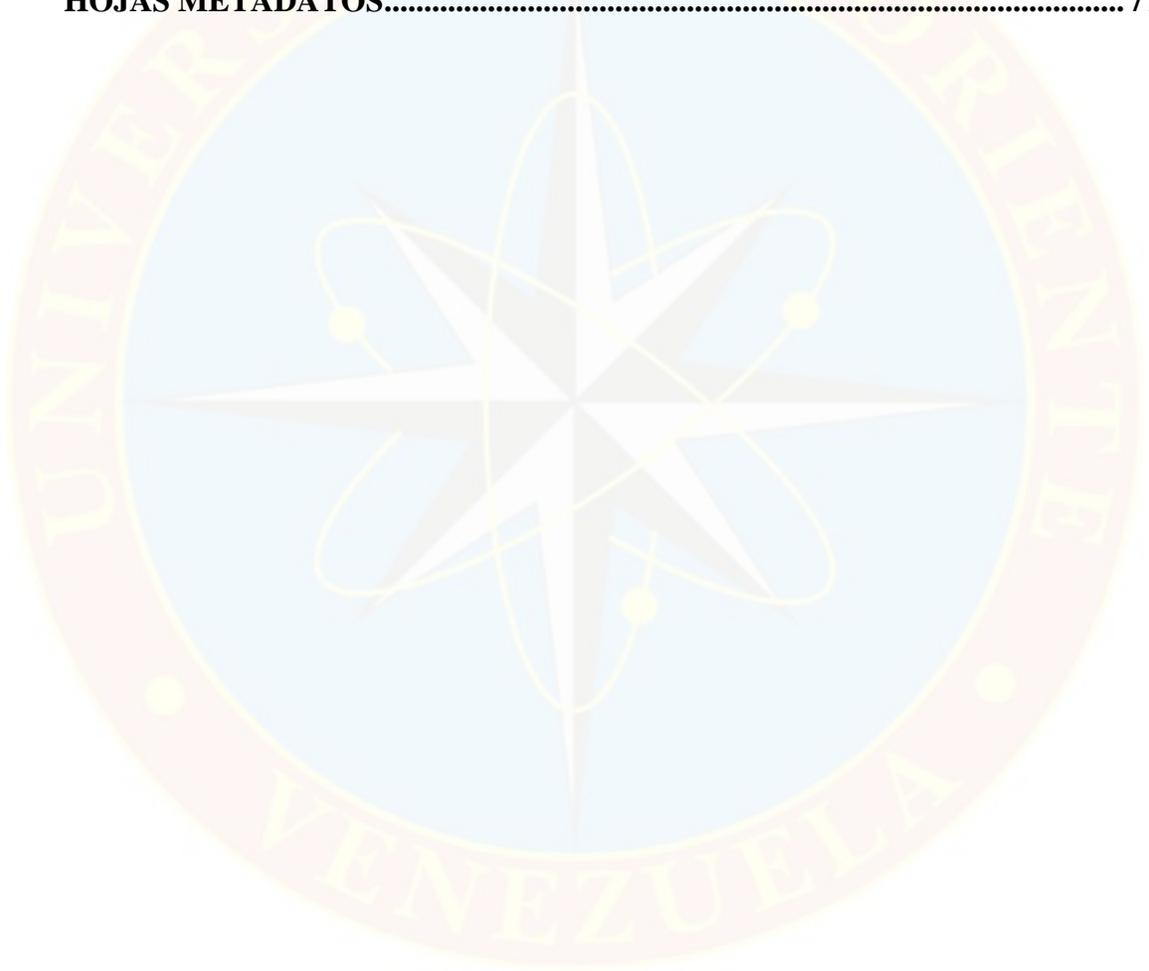


## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>ix</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>INDICE DE CUADROS DEL APENDICE</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>SUMARY</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
OBJETIVO GENERAL .....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
ORIGEN DEL CULTIVO DE CAFÉ ( <i>Coffea arábica</i> L.).....	6
TAXONOMÍA DEL CULTIVO DE CAFÉ ( <i>Coffea arábica</i> L.) .....	6
GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAFÉ ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	7
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE CAFÉ ( <i>Coffea arabica</i> L.).....	7
Sistema Radical .....	7
Tallo.....	8
Ramas .....	8
Hojas .....	8
Inflorescencia.....	9
Fruto.....	9
Semillas.....	9
Madurez de las semillas .....	10
Viabilidad de las semillas .....	10
<b>REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CAFÉ</b> ( <i>Coffea arabica</i> l.) .....	11
Altitud.....	11
Latitud.....	11
Temperatura.....	11
Precipitación .....	11
Vientos .....	12
Iluminación .....	12
Suelo .....	12
<b>CULTIVARES DE CAFÉ MÁS COMUNES EN VENEZUELA</b> .....	13
Catuaí.....	13
Caturra .....	13
Bourbón .....	14

Mundo Novo.....	14
Typica .....	14
<b>GERMINACIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>ETAPAS DE LA GERMINACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN. ....</b>	<b>18</b>
Agua.....	18
Temperatura.....	18
Gases.....	18
Luz .....	19
<b>REGULADORES DE CRECIMIENTO .....</b>	<b>19</b>
Auxinas .....	19
Citoquininas.....	20
Giberalinas.....	20
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>DEFINICIONES OPERATIVAS.....</b>	<b>24</b>
Fosforito.....	24
Chapola.....	25
<b>VARIABLES MEDIDAS EN LA EMERGENCIA .....</b>	<b>26</b>
Porcentaje de emergencia .....	26
Índice de velocidad de emergencia.....	26
<b>VARIABLES MEDIDAS EN EL CRECIMIENTO.....</b>	<b>27</b>
Altura (cm).....	27
Diámetro del tallo (mm) .....	27
Longitud radical (cm) .....	27
Biomasa fresca de la parte aérea, radical y total (g).....	28
Biomasa seca de la parte aérea, radical y total (g).....	28
Índice de calidad de desarrollo .....	28
Relación entre biomasa seca de la parte aérea (g)/biomasa seca de la raíz (g) .	29
Análisis estadísticos de los datos.....	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>VARIABLES EVALUADAS EN LA EMERGENCIA .....</b>	<b>30</b>
Porcentaje de emergencia a los 45 dds .....	30
Índice de velocidad de emergencia.....	33
<b>FRECUENCIA RELATIVA DE LA EMERGENCIA .....</b>	<b>35</b>
<b>VARIABLES EVALUADAS EN EL CRECIMIENTO.....</b>	<b>38</b>
Altura de los fosforitos (cm).....	38
Altura de las plántulas (Chapolas) (cm) .....	39
Diámetro del cuello (mm) de las plántulas (cm) .....	40
Longitud radical (g) .....	41
Biomasa fresca de la parte aérea (g).....	42
Biomasa fresca parte radical (g) .....	43
Biomasa fresca total (g).....	44
Biomasa seca de la parte aérea (g).....	46

Biomasa seca parte radical (g).....	46
Biomasa seca total (g).....	46
RELACIÓN BIOMASA SECA PARTE AÉREA/BIOMASA SECA RADICAL (BSPA/BSR).....	48
Índice de calidad de desarrollo .....	48
<b>CONCLUSIONES</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>BIBLIOGRAFÍAS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>APENDICE</b> .....	<b>62</b>
<b>HOJAS METADATOS</b> .....	<b>77</b>



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Relación de equivalencia entre la concentración de AG <sub>3</sub> y el producto comercial usado.....	23
Cuadro 2. Porcentaje de emergencia (PE) de semillas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	33
Cuadro 3. Índice de velocidad de emergencia (IVE) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	34
Cuadro 4. Altura (ALT) de los fosforitos café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 42 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	39
Cuadro 5. Altura de las chapolas café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	40
Cuadro 6. Diámetro (DC) de las chapolas café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	41
Cuadro 7. Biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de las chapolas café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	43
Cuadro 8. Biomasa fresca radical (BFPR) de las chapolas café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	44
Cuadro 9. Biomasa fresca total (BFT) de las chapolas café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG <sub>3</sub> . .....	45

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano experimental. ....	24
Figura 2. Etapa de fosforito de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv "Catuaí amarillo".....	25
Figura 3. Etapa de Chapola de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv "Catuaí amarillo" .....	25
Figura 4. Siembra, manejo y evaluación del ensayo. A) Escarificación manual de las semillas, B) Siembra manual, C) Medición de altura de las chapolas 57dds, D) Medición biomasa fresca de las chapolas 57dds. ...	29
Figura 5. Distribución de la frecuencia relativa de la germinación de semillas en el efecto de diferentes concentraciones de $AG_3$ y condición de la semilla (sin y con pergamino) de café cv. Catuaí. T1: 0 mg. $AG_3.L^{-1}$ SP. T2: 0 mg. $AG_3.L^{-1}$ CP. T3: 10 mg. $AG_3.L^{-1}$ SP. T4: 10 mg. $AG_3.L^{-1}$ CP.T5: 20 mg. $AG_3.L^{-1}$ CP. T6: 20 mg. $AG_3.L^{-1}$ SP. T7: 30 mg. $AG_3.L^{-1}$ SP. T8: 30 mg. $AG_3.L^{-1}$ CP. G = porcentaje de emergencia. Max = Frecuencia relativa máxima. ....	37

## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 1. Porcentaje de emergencia (PE) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	63
Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (PE) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	63
Cuadro 3. Índice de velocidad de emergencia (IVG) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	64
Cuadro 4. Análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación (IVG) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	64
Cuadro 5. Altura promedio de los fosforito (ALF) a los 42 dds ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	65
Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura promedio de los fosforitos (ALF) a los 42 dds ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	65
Cuadro 7. Altura promedio de las plántulas (ALT) de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	66
Cuadro 8. Análisis de varianza para la altura promedio (ALT) de las de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	66
Cuadro 9. Diámetro del cuello (DC) de las de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	67

Cuadro 10. Análisis de varianza para el Diámetro del cuello (DC) de las plántulas de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	67
Cuadro 11. Longitud radical (LR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	68
Cuadro 12. Análisis de varianza para longitud radical (LR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	68
Cuadro 13. Biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	69
Cuadro 14. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	69
Cuadro 15. Biomasa fresca parte radical (BFPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	70
Cuadro 16. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte radical (BFPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.....	70
Cuadro 17. Biomasa fresca total (BFT) de las plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	71
Cuadro 18. Análisis de varianza para la biomasa fresca total (BFT) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	71
Cuadro 19 Biomasa seca parte aérea (BSPA) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	72

Cuadro 20. Análisis de varianza para la Biomasa seca parte aérea (BSPA) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	72
Cuadro 21. Biomasa seca parte radical (BSPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	73
Cuadro 22. Análisis de varianza para la biomasa seca parte radical (BSPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	73
Cuadro 23. Biomasa seca total (BST) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	74
Cuadro 24. Análisis de varianza para la biomasa seca total (BST) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	74
Cuadro 25. Relación biomasa seca parte aérea/ biomasa seca parte radical (BSPA/BSPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	75
Cuadro 26. Análisis de varianza para la relación biomasa seca parte aérea/biomasa seca parte radical (BSPA/BSPR) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	75
Cuadro 27. Índice de calidad de desarrollo (IQD) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	76
Cuadro 28. Análisis de varianza índice de calidad de desarrollo (IQD) de plántulas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante. ....	76



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO MONAGAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA**

**RESUMEN**

**Durante los meses de mayo a julio del 2018, se llevó acabo la siguiente investigación. El objetivo del presente trabajo de grado: Fue evaluar el efecto del ácido giberelico (AG3) en la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de café (Coffea arabica L.) cv. “Catuaí amarillo”. Los tratamientos utilizados fueron: 0; 10; 20; 30; mgL-1 de AG3 con y sin pergamino éste se le removió de forma manual, la imbibición de las semillas en las respectivas soluciones fue por un lapso de 24hr, los mismos fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar. Los parámetros de estudios se realizaron en la etapa de fosforito a los 42 y en etapa de chapola a los 57 días después de la siembra. Los resultados indican que el mayor porcentaje de emergencia lo obtuvo el tratamiento T1 dosis de 0 mg/l de AG3 sin pergamino con un 88%. El mismo alcanzó mayor valor para los parámetros: índice de velocidad de emergencia, altura de fosforitos a los 42 dds, altura de las plántulas a los 57 dds, biomasa fresca aérea, biomasa fresca radical, biomasa fresca total. Para el índice de calidad de Dickson el Progibb (AG3) no tuvo incidencia en la calidad de las plántulas.**

**Palabras claves:** Fitohormonas, bioestimulante, café, germinación.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO MONAGAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MATURÍN – MONAGAS – VENEZUELA**

**SUMARY**

During the months of May to July of 2018, the following investigation was carried out. The objective of the present work of degree: It was to evaluate the effect of gibberellic acid (AG3) on seed germination and development of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) cv. "Yellow Catuai". The treatments used were: 0; 10; twenty; 30; mgL<sup>-1</sup> of AG3 with and without parchment was removed manually, the imbibition of the seeds in the respective solutions was for a period of 24hr, they were analyzed under a completely randomized experimental design. The study parameters were carried out in the phosphorite stage at 42 and in the chapola stage at 57 days after sowing. The results indicate that the highest percentage of emergence was obtained by the treatment T1 dose of 0 mg / l of AG3 without parchment with 88%. It reached a higher value for the parameters: emergency speed index, phosphorite height at 42 dds, seedling height at 57 dds, fresh aerial biomass, fresh radical biomass, total fresh biomass. For the Dickson quality index, Progibb (AG3) had no effect on the quality of the seedlings.

**Key words:** Phytohormones, biostimulant, coffee, germination.

## INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más populares en el mundo después del agua. Se consume alrededor de 400 billones de tazas anualmente, variando profundamente su consumo en las diferentes regiones y países. Alrededor de unas tazas de café personajes como Neruda, Voltaire, Eisten, Kant, Bennedetti, y muchos más legaron sus grandes obras y creaciones. Así el café se convirtió en protagonista permanente de la historia, la cultura y la ciencia, contribuyendo a través de sus personajes al desarrollo de la humanidad (Andrés y Ferreira, 2001).

Venezuela es considerada una de las regiones más privilegiadas para la siembra del cultivo de café. En esta región, grandes árboles que sirven de hogar a centenares de aves migratorias, poseen la sombra requerida por el arbusto de café. La combinación del grano cosechado en la Serranía Andina, los Valles Centrales, y Las Costas Del Mar Caribe, resulta una mezcla única en aroma, sabor y cuerpo del mejor café (Andrés y Ferreira, 2001). Las zonas cafetaleras desempeñan un rol importante en la conservación del ambiente y los recursos naturales, al proteger los suelos en pendientes y contribuir con la sustentabilidad de la biodiversidad y de los cuerpos de aguas (Coa *et al.*, 2014).

En el estado Monagas, el cultivo de café es uno de los principales rubros de producción de las zonas altas, la mayoría de las áreas cafetaleras, están ubicadas dentro de la serranía del Turimiquire entre los 800 y 1800 msnm (Coa *et al.*, 2014). La buena calidad de la semilla utilizada en las siembras de café es el primer paso para garantizar el desarrollo óptimo del cultivo, porque permite obtener trasplantes vigorosos y de buena característica fenotípica (Periseé, 2002).

Las semillas de café poseen una composición química muy rica en carbohidratos (60%), contenidos intermedios a bajos de lípidos (13%) y proteínas (13%), y contenidos de cafeína entre 1 y 2%. Estas reservas están almacenadas en el endosperma y durante la germinación son hidrolizadas y movilizadas hasta el embrión para ayudar a su crecimiento (Poisson, 1977). Otra característica importante que presenta las semillas de café es la pérdida rápida de su viabilidad cuando se almacena con un contenido de humedad alto (35-40%) o bajo (12-15%) en atmósferas no controladas, ya que después de cinco meses en estas condiciones el poder germinativo es menor del 60% (Valencia, 1970).

Para la producción del cultivo de café, la germinación es una de las etapas más importante, así como los atributos que posee las semillas. Las semillas maduras (secas) de café tienen una germinación lenta y asincrónica, lo que hace que sea difícil obtener plántulas que son ideales para el establecimiento del cultivo y la producción de café, se ha realizado poco trabajo para entender la germinación de las semillas de café y su regulación, tales estudios son esenciales para el mejoramiento de las prácticas agrícolas y el desarrollo adicional de la producción de café. (DaSilva, 2002, Eira *et al.*, 2006).

Cabe destacar que existe unas series de hormonas que desempeñan un papel significativo en la etapa de germinación, las mismas se encargan de actuar en el funcionamiento de la fisiología de las semillas y son capaces de intervenir como reguladores endógenos de crecimientos y desarrollo de plántulas, estas hormonas son llamadas Giberelinas: Actualmente se han identificado aproximadamente 112 giberelinas diferentes (Kende y Zeevaart, 1997) designadas de la siguiente forma: AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, etc. Entre ellas el (GA<sub>3</sub>) es la más utilizada y llamada Acido Giberélico, la misma actúa mejorando la velocidad de germinación, el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de plántulas (Hartmann y Kester, 1997).

Según Moore Y Janick (1988) resaltan que en semillas con cubiertas duras e impermeable al paso de agua o gases, como es el caso de las semillas de café que poseen un pergamino, se puede emplear la eliminación manual o mecánica de estas o la escarificación química con soluciones concentradas de ácidos fuertes durante varios minutos u horas, así como también alguna sal que imite la acción microbiana en la descomposición de la cubierta, de manera general, dichos tratamientos se denominaran métodos de escarificación.

Ponce (1991) con el propósito de acelerar la velocidad de germinación en semillas con y sin pergamino de café variedad 'Caturra roja' remojo por 24h en ácido giberélico a 0, 500, 1000, 5000 y 10000 ppm. El mejor tratamiento fue el despergaminado que fue significativamente superior a todos los otros tratamientos, iniciando la germinación a los 32 días y con un porcentaje de germinación a los 80 días de 87,5%, seguido del despergaminado con remojo por 24h en agua. El remojo en ácido giberélico tuvo un efecto negativo en la germinación, ya que con las dosis el porcentaje de germinación fue cero.

Brasil (2008) estudió el efecto del ácido giberélico ( $AG_3$ ) en la aceleración del proceso germinativo de semillas de café (*Coffea arabica* L.), sometidas a diferentes concentraciones (0, 5,00, 10,00, 15,00 y 20,00  $mg/L^{-1}$ ) de ácido giberélico ( $AG_3$ ), en semillas con y sin pergamino. Después de un periodo de 65 días, obtuvo un porcentaje de germinación, el peso fresco y el peso seco de las plántulas. De acuerdo a los resultados concluyó que el ácido giberélico ( $GA_3$ ) en la concentración de 15  $mg/L^{-1}$ , tuvo un índice de germinación de 100% sobre las semillas que tuvieron sus pergaminos removidos.

En base a lo anterior, el presente trabajo de investigación determinó el efecto del ácido giberelico ( $AG_3$ ) sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas

de café (*Coffea arábica* L.) cv. “catuaí amarillo”. Luego de estar almacenadas por un periodo de cinco meses y ser sometidas a escarificación manual, obteniendo semillas con y sin pergamino por un tiempo de imbibición de 24 horas.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del ácido giberelico ( $AG_3$ ) sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo”.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto del ácido giberelico ( $AG_3$ ) sobre la germinación en semillas de café con y sin pergamino.
- Determinar el efecto del ProGibb en el crecimiento de las plántulas.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### ORIGEN DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arábica* L.)

El cafeto es oriundo del Norte de África, de las frescas montañas de Abisinia en Etiopía; va, desde su lugar de origen, al Yemen, en la “Arabia Feliz”, de ahí, a la Isla de Java, en Indonesia; luego a Ámsterdam, en Holanda, a París, en Francia; y, finalmente a Martinica, Isla de posesión Francesa, en el Mar Caribe del Continente Americano, en 1723 después de un largo recorrido (García, 2001).

El café llega a Venezuela por Guayana en 1730, posteriormente datos históricos señalaron que la primera plantación de café se estableció en 1783 en los jardines de una aldea de Chacao denominada Hacienda “La Floresta”, propiedad de Don Bartolomé Bladín. Esta hacienda comprende hoy las Urbanizaciones La Floresta, La Castellana y Country club del área metropolitana de Caracas (García, 1988).

### TAXONOMÍA DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arábica* L.)

Las plantas que producen café comercialmente pertenecen al género *Coffea* y por su considerable importancia económica requieren atención especial. Detalles de la botánica de éstas han sido motivo de inseguridad y controversia entre botánicos. Los representantes de este género crecen en los trópicos y aunque incluye un gran número de especies sólo unas pocas son de importancia económica. Desde el punto de vista agrícola alrededor de 12 especies son de valor e interés. (Vigi, 2011).

- ❖ Reino: Plantae
- ❖ Clase: Dicotiledóneas
- ❖ Orden: Rubiales

- ❖ Familia: Rubiáceae
- ❖ Género: *Coffea*
- ❖ Especies: *Coffea arábica* L; *Coffea canephora*; *Coffea liberica*; *Coffea deweri* (Vigi, 2011)

### **GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

El cafeto es una planta permanente, pertenece al orden Rubiales y al género *Coffea*. Existen diferentes especies botánica dentro del género *coffea*, siendo la especie *Coffea arábica* la más cultivada y difundida en América. Todo el café cultivado en Venezuela, pertenece a la especie *Coffea arábica*. Otras especies de importancia es *Coffea canephora* (también llamada café robusta) (García, 2001).

El cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza entre 20-25 años dependiendo de las condiciones o sistema del cultivo. A libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad. La planta puede seguir su actividad por muchos años pero con niveles de productividad bajos. Durante su ciclo de vida, la planta destina una parte de éste a la formación de estructuras no reproductivas como las raíces, las ramas, los nudos y las hojas, actividad denominada desarrollo vegetativo (Dedecca, 1957).

### **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

#### **Sistema Radical**

Está constituido por un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. La raíz puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipo de raíces: una

fuerte y vigorosa que crece en sentido lateral y que ayuda en el anclaje del arbusto y otras que salen de éstas, de carácter secundario y terciario (Monroig, 2002).

### **Tallo**

La planta de café tiene dos tipos de crecimiento: Crecimiento vertical u ortotrópico corresponde al crecimiento del tallo principal. Crecimiento horizontal o plagiotrópico pertenece al crecimiento de ramas laterales o bandolas (García, 2001).

### **Ramas**

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica. Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo de la especie *Coffea arábica* normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto (Monroig, 2000).

### **Hojas**

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 3 a 6 pulgadas de largo (Monroig, 2000).

## **Inflorescencia**

Las flores son de color blanco, con órganos masculino y femeninos en la misma flor (hermafrodita) (García, 2001). Aparecen en los nudos de la rama, hacia la base de las hojas, en grupo de cuatro o más, sobre un tallito llamado glomérulo. En la base de cada hoja hay de tres o cinco glomérulos. La cantidad de flores en un momento determinado depende de la cantidad de nudos formados previamente en cada rama (Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia, 2007).

## **Fruto**

Es una drupa que normalmente, contiene dos (2) semillas con una longitud de 10 a 18 mm. Dependiendo del cultivar se necesitan 7 a 8 meses para que madure, su cubierta (pulpa) es roja o amarilla en algunas variedades. El fruto está formado por: la pulpa (exocarpio y mesocarpio), el pergamino (endocarpio), la película plateada (testa), la semilla (endosperma) y el embrión (PROCAFE, 2006).

## **Semillas**

La semilla de café es una nuez, oblonga, plano convexa, de tamaño variable (10-17 mm de largo y 6,5-9,5 mm de ancho) y constituida en su mayor parte por un endospermo córneo en uno de cuyos extremos y muy superficialmente se encuentra un embrión de 3,5-4,5 mm de largo, de radícula cónica y cotiledones cordiformes (Arcila *et al.*, 2007). La semilla madura, sana, bien constituida puede germinar desde su cosecha si se coloca en un medio que presente condiciones satisfactorias: humedad, calor y aire (Urbaneja y Quijada, 2006); sin embargo, muchas semillas viables son incapaces de germinar inmediatamente después de madura, aunque se les coloque en condiciones favorables para la germinación. Esta característica es

denominada latencia o germinación diferida, y una de sus causas es la impermeabilidad del tegumento (Sanabria *et al.*, 2004).

El pergamino es un importante mecanismo de protección a la semilla contra daños mecánicos y ataques de microorganismos. Pero cuando se trata de la germinación, esta protección acarrea un problema, haciéndola más lenta (Fahl y Carelli, 2007).

### **Madurez de las semillas**

Es necesario determinar el punto ideal de maduración de las semillas, para que su cosecha sea realizada en el momento de su calidad fisiológica máxima, pues en ese punto ella presenta el máximo de germinación y vigor. Para determinar el punto ideal de maduración a cada especie, se estudia sus características de naturaleza física y fisiológica, que son: tamaño, contenido de humedad, contenido de materia seca, germinación y vigor. Una semilla alcanza su máximo vigor, cuando se presenta con su máximo peso de materia seca. De ese punto en adelante, la evolución de esta característica ocurre de manera semejante a la de la germinación, es decir, tiende a mantenerse en el mismo nivel, o decrece en la dependencia de factores ambientales y del modo y momento de la realización de la cosecha. Por lo tanto, germinación, vigor y contenido de materia seca llegan a un punto máximo aproximadamente al mismo tiempo (Carvalho e Nakagawa.1980).

### **Viabilidad de las semillas**

Las semillas de café pierde la viabilidad rápidamente cuando se almacena con un contenido de humedad alto 35-40 % o bajo 12-15% de humedad en una atmósfera no controlada, bajo estas condiciones el poder germinativo es menor del 50% (MEA, 1983). Sin embargo, Barbosa y Herrera (1990) señalan que valores de temperatura

entre 10 y 15 °C constituyen las mejores temperaturas para la conservación de la viabilidad de las semillas de café.

## **REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)**

### **Altitud**

La altura óptima para producir café (*Coffea arabica*), está comprendida entre 600 y 1800 metros sobre el nivel del mar (Duicela, 2002).

### **Latitud**

La franja cafetalera de Venezuela y el mundo está situada entre los 30LN y 30LS, siendo el rango óptimo entre 24 LN y 21 LS. En Venezuela dicha franja se encuentra localizada entre los 05-10LN, rango óptimo para el cultivo de café (Velásquez *et al.*, 1998).

### **Temperatura**

La temperatura del aire está estrechamente relacionada con la altitud y la latitud. La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23 °C. Temperaturas inferiores a 10 °C, provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes (CICAFE, 2011).

### **Precipitación**

El cafeto requiere de una precipitación promedio anual que puede estar entre 1.200mm y 1.800mm, bien distribuida en el transcurso del año, no se deben presentar

déficit hídricos prolongados, un período de sequía mayor de dos meses antes de la floración afecta negativamente la producción (PALMAVEN, 1991). La humedad relativa debe estar entre 65 y 80% estos límites permiten las mayores posibilidades de éxito para la producción del cultivo de café y así pueda desarrollar sus procesos fisiológicos normales (Valencia-Aristizabal, 2005).

### **Vientos**

Las plantaciones de café deben ubicarse en zonas donde los vientos sean de poca fuerza o velocidad de 3-5Km/h. En los lugares que son azotados por los vientos, se ocasionan roturas y caídas del follaje, aumentando la transpiración de la planta (Catalán, 1987).

### **Iluminación**

Se conoce que el cafeto es un cultivo de fotoperiodo corto, es decir que requiere para florecer, menos de 13 horas de sol por día (Valencia-Aristizabal, 2005). La intensidad o irradiación de luz que se le debe proporcionar a un cafetal, está relacionado con el medio ambiente, principalmente con la disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo; pues los requerimientos de éstos por las plantas, aumentan con la mayor exposición solar. Por lo que se recomienda que el cultivo del café se desarrolle con sombra regulada (CENICAFE, 1988).

### **Suelo**

El cafeto crece mejor en suelos de textura Franca (F); sin embargo, se adapta a suelos Franco Arcilloso (FA) y Franco Arenoso (Fa), con profundidad efectiva mínima de 50 cm y una capa de 20 cm de horizonte orgánico (PROCAFE, 2006).

## **CULTIVARES DE CAFÉ MÁS COMUNES EN VENEZUELA**

### **Catuaí**

La variedad Catuaí, originaria de Brasil, proviene de cruzamientos entre las variedades Caturra y Mundo Nuevo, las selecciones de las primeras 4 generaciones dieron líneas con fruto rojo y amarillo (Anacafe, 2012). Es de porte pequeño y entrenudos cortos aunque un poco más alto y ancho que el Caturra. Presenta una gran uniformidad genética, tiene la propiedad de producir mucho crecimiento secundario en las bandolas (palmilla) aún desde pequeño, ese hecho le da un potencial de muy alta producción (ICAFFE, 2011). Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas (Anacafe, 2012).

### **Caturra**

El cultivar Caturra, es mutante del cultivar Bourbon, es originaria de Brasil. Se caracteriza por sus entrenudos cortos, de los que resulta el bajo porte de la planta, su tronco grueso y las ramas laterales abundantes con numerosas ramificaciones secundarias que dan a la planta un aspecto vigoroso y frondoso. Las hojas nuevas son de color verde claro, y cuando maduran, son de color verde intenso, un poco más anchas y proporcionalmente más largas que las de la variedad Bourbon. El sistema radicular del cultivar Caturra adquiere un gran desarrollo en extensión y en densidad. Es más precoz y presenta una mayor producción por área con relación a las líneas comunes de los cultivares Typica y Bourbon. (Vega *et al.*, 1998).

### **Bourbón**

Es la segunda variedad más ampliamente cultivada. Debido a su alto poder de adaptación, su producción muy superior a la variedad Typica, en igualdad de condiciones de suelo y de clima. En algunas haciendas de los Estados Carabobo y Miranda se cultiva con éxito desde hace muchos años (Henao, 1996).

### **Mundo Novo**

Este cultivar fue seleccionado en el Brasil, muy probablemente derivado de un cruzamiento natural entre los cultivares Sumatra y Bourbon. Se caracteriza por su elevado vigor vegetativo, alta productividad, porte alto un poco mayor que el Bourbon, presenta ramificación lateral densa con abundante ramificación secundaria, la maduración del fruto es un poco más tardía que la del Bourbon. Se destaca por su tolerancia a condiciones de sequía y suelos pobres, condicionado en gran medida por su sistema radicular muy desarrollado, observando mayor disponibilidad de adaptación a condiciones adversas de clima y suelos. Su porte alto dificulta la cosecha y los controles fitosanitarios (Santacreo, 2003).

### **Typica**

Comúnmente llamada criollo, indio o arabigo, fue la primera en ser cultivada en América Tropical. Es de porte alto, forma cónica, generalmente de tronco único, su producción es baja en relación a la obtenida en Catuaí, Bourbon y Caturra. Se caracteriza por tener de 2 a 3 metros de altura, ramas primarias levemente caídas o de tendencia a ser horizontales, formando un ángulo de 50 a 70 grados con el tallo, hojas elípticas. Los granos son grandes y de forma alargada y la maduración es temprana y uniforme (Santacreo, 2003).

## GERMINACIÓN

Según Moreno Martínez (1996) define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables. La aparición de la radícula o raíz embrionaria es el evento que evidencia el fenómeno de la germinación, el siguiente en emerger es el hipocótilo, el cual lo hace en forma de gancho invertido acción empleada para proteger la delicada punta del tallo (Solomon *et al.*, 2001). Para que se desarrollen estas fases se requiere de una serie de procesos que comienzan con la imbibición y culmina con la emergencia de la plántula a través de las cubiertas. La germinación es el desarrollo del germen contenido en las semillas.

Por consiguiente la germinación en semillas de café dependerá del nivel de humedad presente en el ambiente que la rodea y dentro de esta. Durante el proceso de germinación el embrión debe superar obstáculos como el endospermo y el pergamino, los cuales se rompe cuando se produce la elongación de la radícula como ya antes mencionado. Dependiendo de las condiciones de humedad, la germinación puede ocurrir a los 7 días después de la siembra aproximadamente. Los siguientes 80 a 90 días el embrión subsiste de las reservas alimenticias (IICA, 1989).

El germinador o semillero es el lugar donde se siembran las semillas con el fin de que germinen y las plántulas crezcan hasta alcanzar un desarrollo adecuado para su trasplante (Irigoyen y Cruz, 2005).

Según Alvarado y Rojas (2007) indican que el germinador debe ubicarse en un lugar al que se pueda acceder con facilidad y que se encuentre cerca de una fuente de agua que permita satisfacer los requerimientos hídricos de las plántulas en sus

primeras etapas así como también facilitar las labores agronómicas y el control fitosanitario.

Del semillero o germinador las plántulas suelen extraerse a los 60-80 días después de la siembra, y se realiza evitando dañar la raíz. Aquellas destinadas al trasplante deben ser saludables y poseer un buen desarrollo, sin defectos en el tallo, daños de plagas, ni defectos en la raíz como su ausencia, curvatura u algún otro defecto (PROCAFE, 2012).

Las plántulas están listas para ser trasplantadas desde el germinador al vivero a partir del estado de fosforito o a más tardar cuando el primer par de hojas está abierto, conocido como estado de chapola (Duicela, 2003). En este sentido FONAIAP (1988) señala que las plántulas en estado de fosforito comienzan a observarse a 25 o 35 días de la siembra y recomienda el trasplante al vivero en ese estado, ya que el porcentaje de enraizamiento y desarrollo de las plántulas es mejor. Sin embargo Arcila (2013) no recomienda el trasplante de fosforitos ya que en este estado de desarrollo las plantas aún no han terminado el proceso de digestión del endosperma de la semilla y bajo esa condición no se puede caracterizar la calidad del material que se pretende trasplantar, al mismo tiempo que se prolonga la estadía de las plantas en el vivero.

## **ETAPAS DE LA GERMINACIÓN**

Según Hartmann y Kester (1997) describen tres etapas en el proceso de germinación:

### **1. Activación:**

Esta etapa consta de tres procesos:

- Absorción de agua, que causa que la semilla se hinche, abriendo la cubierta seminal. Esta absorción se da principalmente por imbibición.
  - Síntesis de enzimas, que aumenta y se hace notoria a medida que la semilla se hidrata y aumenta de peso. Las enzimas del embrión se reactivan y se unen a las que se generaron durante el proceso de germinación de la semilla. La maquinaria metabólica se activa y comienza el flujo de información genética de ADN. Los pasos en este proceso son dos: transcripción y la traducción. El ARN (mensajero) es el que transcribe la información primaria del ADN del núcleo hasta los ribosomas donde se interpreta y traducida a aminoácidos. A continuación el ARN (transferencia es el encargado de producir los aminoácidos específicos que son los que intervienen en el metabolismo y crecimiento. Toda la energía para ese proceso proviene del ATP presente en las mitocondrias.
  - Agrandamiento de las células y emergencia de la radícula, que es el primer signo visible de la germinación y es el producto del agrandamiento de las células más que una división de las mismas.
2. **Digestión y translocación:** Todas las sustancias (grasas, proteínas y carbohidratos) acumuladas en las estructuras de almacenamiento de la semilla son transformadas en sustancias más simples para ser enviadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario. Las proteínas son las fuentes de aminoácidos y nitrógeno fundamentalmente en el crecimiento de la plántula. Los almidones por su parte, son fuentes de energía al ser transformados en azúcares.
  3. **Crecimiento de la plántula:** Al inicio esta etapa se da por división celular en los puntos de crecimiento del eje embrionario, lo que conduce a una expansión de las estructuras de la plántula. Se incrementa el peso fresco y peso seco de las estructuras más no los de los tejidos de almacenamiento. Aumenta la absorción de agua por la aparición de las nuevas raíces.

## **FACTORES QUE AFECTAN LA GERMINACIÓN.**

Según Brasil (2008) describe los factores que afectan la germinación en dos grupos: Los intrínsecos, es decir, inherente a la propia semilla y los extrínsecos, que son dependientes de condiciones externas.

### **Agua**

Es uno de los factores ambientales que más influyen en el poder germinativo, en la mayoría de los casos, transporte de metabolitos y reactivo de la digestión hidrolítica de proteínas, los lípidos carbohidratos, es a partir de la rehidratación la respiración se intensifica y otras actividades metabólicas también.

### **Temperatura**

Tiene influencia en la velocidad de absorción de agua, y también en las reacciones bioquímicas que determinan todo el proceso. La temperatura afecta el proceso germinativo de tres maneras, sobre el total de germinación, velocidad de germinación y su uniformidad.

### **Gases**

Las semillas necesitan energía para la germinación, y los principales procesos para su obtención provienen de la respiración y fermentación, ambas dependen de los intercambios gaseosos ( $O_2$  y  $CO_2$ ) entre las células y el medio. Semillas que poseen pericarpio, tegumento o las paredes de las células restringen los intercambios gaseosos.

## **Luz**

Semillas de muchas especies presentan un comportamiento fotoblástico, es decir, que la germinación puede ser inhibida o promovida cuando es expuesta a la luz. En algunas especies la necesidad de luz para la germinación puede ser sustituida por la aplicación de giberelinas.

## **REGULADORES DE CRECIMIENTO**

Las plantas han desarrollado estrategias complejas para lograr su supervivencia en un medio ambiente en constante cambio. Las interacciones entre el modelo de desarrollo de cada especie y las condiciones ambientales en donde crecen, son censadas y transmitidas por una compleja red de diferentes receptores (Lenton, 1998).

A excepción de la luz, los mecanismos de percepción de la planta ante los cambios medio ambientales, no se han esclarecido por completo en todos los casos. Por ello, son objeto de estudio permanente las vías de señalización que involucran una o varias hormonas (Achard *et ál.* 2006). De acuerdo con su estructura y función fisiológica, las hormonas han sido clasificadas en varios grupos que comprenden a las auxinas, citoquininas (CK), ácido abscísico (ABA), giberelinas (GA) entre otras.

### **Auxinas**

Las auxinas fueron las primeras fitohormonas identificadas y es precisamente el ácido indolacético AIA, la principal auxina endógena en la mayoría de las plantas (Srivastava, 2002).

La mayoría de las moléculas que integran este grupo son derivados indólicos, aunque también se encuentran algunos compuestos fenoxiacéticos, benzoicos o

picolínicos con actividad auxínica. En las plantas las auxinas se encuentran en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular, lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación de tallos y coleótilos, formación de raíces adventicias, inducción de floración, diferenciación vascular, algunos tropismos y promoción de la dominancia apical (McSteen y Zhao 2008).

### **Citoquininas**

Este grupo de fitohormonas es considerado el responsable de los procesos de división celular, entre los que se encuentran la formación y crecimiento de brotes axilares, la germinación de semillas, la maduración de cloroplastos, la diferenciación celular y también el control de varios procesos vegetales como el retardo de la senescencia y en la transducción de señales (Sakakibara, 2006).

Se cree que las citoquininas son sintetizadas en tejidos jóvenes o meristemáticos como ápices radiculares, yemas del tallo, nódulos de raíces de leguminosas, semillas en germinación, especialmente en endospermas líquidos y frutos jóvenes; desde donde se transportan vía xilema hacia la hoja donde se acumula, para luego ser exportada vía floema hacia otros órganos como los frutos (Srivastava, 2002).

### **Giberelinas**

Las giberelinas son un grupo de diterpenoides que se definen más por su estructura que por su actividad biológica, contrario a lo que ocurre con las auxinas y las citoquininas (Yamaguchi y Kamiya 2000). Las giberelinas biológicamente activas, actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y cubren todos los aspectos de la historia de vida de las plantas, modulando varias respuestas del

crecimiento como la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la partenocarpia, la expansión foliar, la elongación de la raíz, la floración y la liberación de enzimas hidrolíticas en algunos tejidos (Ueguchi-Tanaka *et al.* 2007). Únicamente las giberelinas biológicamente activas pueden cumplir con estas funciones, las giberelinas no bioactivas existen en el tejido vegetal como precursores de las formas bioactivas o como metabolitos desactivados (Melgarejo, 2010).

En general, se encuentran mayores niveles de giberelinas en las partes reproductivas en comparación con las vegetativas, y en partes jóvenes en comparación con las maduras. Se encuentra con facilidad en ápices de tallos y raíces, en hojas jóvenes, partes florales, semillas inmaduras y embriones en germinación.

Creciente evidencia experimental basada en bioensayos, marcaje radioactivo en diferentes tejidos y patrones de expresión genética en *Arabidopsis*, sustentan la hipótesis que la biosíntesis de giberelinas ocurre principalmente en partes jóvenes de la planta, mientras que, en tejidos maduros es relativamente deficiente (Srivastava, 2002). Por consiguiente muchos reguladores de crecimiento como las giberelinas pueden inhibir o promover la germinación dependiendo del caso (Moore y Janick 1988).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de Mayo a Julio del año 2018.

El material genético que se utilizó fueron semillas de café (*Coffea arabica* L.) cv "Catuaí amarillo", proveniente de una plantación ubicada en la finca "La Cuchilla", perteneciente al señor Wuilfrido García en el municipio Caripe del estado Monagas. Las semillas fueron recolectadas durante el mes de diciembre del año 2017, y suministradas directamente por el productor ya en condiciones de ser sembradas.

Producto comercial utilizado en el experimento fue PROGIBB® 10 SP. Ingrediente activo: Ácido giberilico (AG3): 100 g/kg a 20°C. **PROGIBB® 10 SP** Es el nombre comercial del producto y en su etiqueta describe lo siguiente: Es un regulador de crecimiento que actúa como promotor de la planta contribuyendo en la activación del desarrollo vegetativo de los brotes puesto que produce agrandamiento y multiplicación de las células. Actúa induciendo la floración y el alargamiento del tallo. Produce ruptura de la latencia en semillas que necesitan periodo de reposo. Inhibe la caída de flores y por consiguiente aumenta el número de frutos. Retarda o acelera (dependiendo de las dosis usadas) la maduración de frutos sin cambiar la calidad de estos. En especial lo relacionado con contenido de carbohidratos y azúcares. Actúa incrementando los rendimientos.

Como material de sustrato se utilizó arena lavada de río proveniente de una localidad llamada "La Morita" municipio Cedeño del Estado Monagas. La arena lavada fue cernida en el laboratorio de edafología en la Universidad de Oriente con un tamiz n° 5 con la intención de uniformizar su granulometría, posteriormente fue desinfectado con agua hervida.

Las variables a evaluar fueron: Presencia del pergamino en las semillas e imbibición en soluciones de ácido giberelico. A las semillas sin pergamino éstas se le removió de forma manual (Figura 4A) y la imbibición en las diferentes soluciones fue por un lapso de 24 horas. Las soluciones acuosas evaluadas fueron: 0, 10, 20, y 30 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>, (Cuadro 1). Después de la imbibición se efectuó la siembra (Figura 4B) ubicando las semillas en bandejas de plástico de 200 alvéolos (56 x 36 mm). En cada alveolo se colocó una semilla con su lado plano hacia abajo que luego fue soterrado con sustrato. Las bandejas sembradas se colocaron en una cámara de germinación artesanal con bolsas de polietileno negras hasta que se constató el inicio de la germinación. Los riegos se realizaron con una regadera manual de 2 L de capacidad cuando se consideraba que el sustrato estaba muy seco. Para prevenir ataques fúngicos se aplicó el producto comercial WIN (Previcur) el día 30 después de la siembra, usando una dosis de 5 mL/ L<sup>-1</sup> agua, según lo recomendado por el fabricante.

**Cuadro 1. Relación de equivalencia entre la concentración de AG<sub>3</sub> y el producto comercial usado.**

Concentración de AG <sub>3</sub>	Concentración ProGibb
10 mg AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	100 g ProGibb. L <sup>-1</sup>
20 mg AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	200 g ProGibb. L <sup>-1</sup>
30 mg AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	300 g ProGibb. L <sup>-1</sup>

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 8 tratamientos:

**T1-** 0 (Solo agua) Sin pergamino (S/P); **T2-** 0 (solo agua) Con pergamino (C/P);  
**T3-** 10 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Sin pergamino (S/P); **T4-** 10 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Con pergamino (C/P);  
**T5-** 20 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Con Pergamino (C/P); **T6-** 20 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Sin Pergamino (S/P);  
**T7-** 30 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Sin Pergamino (S/P); **T8-** 30 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> Con Pergamino (C/P).

Cada tratamiento fue replicado cuatro veces para un total de 32 unidades experimentales. Una unidad experimental estuvo constituida por 25 alveolos contentivos de una semilla, y cada bandeja tuvo cuatro unidades experimentales, por lo que se usaron 8 bandejas para el experimento (Figura 1).

### DISEÑO DE CAMPO

Bloque I				Bloque II			
T3	T5	T7	T1	T5	T3	T8	T1
T6	T2	T4	T8	T4	T2	T7	T6
Bloque III				Bloque IV			
T8	T4	T1	T5	T1	T2	T4	T6
T7	T2	T3	T6	T3	T5	T7	T8

**Figura 1. Plano experimental.**

### DEFINICIONES OPERATIVAS

#### Fosforito

Etapa en la fenología del cafeto durante la fase de vivero. Es la estructura que disminuye los efectos del estrés y garantiza la supervivencia de la plántula y es ideal para el trasplante en las bolsas de polietileno FONAIAP (1987) (Figura 2).



**Figura 2. Etapa de fosforito de café (*Coffea arabica* L.) cv "Catuaí amarillo"**

### **Chapola**

Etapa en la fenología del cafeto en condiciones de vivero. La plántula presenta las hojas cotiledonales extendidas (Duicela, 2003).



**Figura 3. Etapa de Chapola de café (*Coffea arabica* L.) cv "Catuaí amarillo"**

## VARIABLES MEDIDAS EN LA EMERGENCIA

### Porcentaje de emergencia

Para evaluar esta variable, se consideró como germinación, el momento de la primera aparición de bastoncito sobre la superficie del sustrato. El proceso inicio el día 11 después de la siembra, a partir de ese día se contó diariamente el número de bastoncito que emergieron en cada bandeja hasta que se detuvo esta etapa a los 45 **dds** y se procedió a calcular el porcentaje de germinación diario, los datos se reportaron en días a través de la fórmula:

$$PE = \left( \frac{SG}{M} \right) 100$$

Dónde: **PE** = porcentaje de emergencia, **SG** = semillas emergidas y **M** = tamaño de muestra.

### Índice de velocidad de emergencia

Se determinó mediante la fórmula propuesta por Agrawal, citado por Trinidad (2008).

$$IVG = \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_n}{T_n} = \sum \frac{G_i}{T_i}$$

**Dónde:**

- N= Número de plántulas emergidas dentro de los intervalos de tiempo consecutivos.
- T= Tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y el fin del intervalo.

**La frecuencia relativa de la emergencia:** fue calculada según Labouriau y Valadares (1976), por medio de la expresión matemática:

$$f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Donde  $f_i$ : frecuencia relativa de emergencia;  $n_i$ : número de plántulas emergidas en el día  $i$  y  $k$ ; y,  $k$ : último día de emergencia.

## VARIABLES MEDIDAS EN EL CRECIMIENTO

Se evaluaron variables morfométricas a los 42 días en estado de fosforito y a los 57 días después de la siembra en estado de chapola. Se tomaron como muestra representativa la totalidad de los fosforitos y chapolas emergidas por tratamientos para su respectiva evaluación, las variables medidas fueron las siguientes:

### **Altura (cm)**

Con una regla graduada se procedió a medir en centímetros la altura correspondiente, hasta el extremo distal de la cabeza del fosforito a los 42 dds y hasta la yema apical de la chapola a los 57 dds (Figura 4C).

### **Diámetro del tallo (mm)**

Con ayuda de un vernier digital, se determinó el diámetro en milímetros a nivel del cuello de las chapolas a los 57 dds.

### **Longitud radical (cm)**

Se midió con la ayuda de una regla graduada y expresándolas en centímetros, extendiéndolas las raíces en su mayor longitud, se realizó esta medición en estado de chapolas a los 57 dds.

### **Biomasa fresca de la parte aérea, radical y total (g)**

Se procedió a separar con un bisturí la parte aérea y radical de las chapolas y se pesaron por separado en una balanza digital. La biomasa total se calculó sumando el peso de la parte aérea y la radical (Figura 4D).

### **Biomasa seca de la parte aérea, radical y total (g)**

Se cuantificó después de secar las muestras anteriores durante un lapso de 24 horas en una estufa a 70°C. Cada tratamiento se colocó por separado en una bolsa de papel debidamente identificada. La biomasa seca total se calculó sumando el peso seco de la parte aérea y la radical.

### **Índice de calidad de desarrollo**

En la obtención del índice de calidad desarrollo (IQD) se utilizó la metodología de Dickson *et al.* (1960) citada por Freitas *et al.* (2013), la cual considera los indicadores de masa seca de la parte aérea, de las raíces y masa seca total, altura y diámetro del cuello de las plántulas, de acuerdo a la ecuación:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(cm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSRA(g)}}$$

#### **Dónde:**

- IQD = Índice de desarrollo de Dickson,
- MST = Masa seca total (g)
- H = altura (cm)
- DC = diámetro del cuello (cm)
- PMSPA = Peso de la materia seca de la parte aérea (g)
- PMSRA = Peso de la materia seca de la raíz (g)

**Relación entre biomasa seca de la parte aérea (g)/biomasa seca de la raíz (g)**  
(g)

**Análisis estadísticos de los datos**

Se hicieron análisis de varianza para determinar si existieron o no diferencias significativas entre los tratamientos y comparación con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para detectar diferencias significativas entre los tratamientos a 0,05 de probabilidad, mediante el paquete estadístico SAS versión 9.1(SAS Institute, 1991).



**Figura 4. Siembra, manejo y evaluación del ensayo. A) Escarificación manual de las semillas, B) Siembra manual, C) Medición de altura de las chapolas 57dds, D) Medición biomasa fresca de las chapolas 57dds.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### VARIABLES EVALUADAS EN LA EMERGENCIA

Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables porcentaje de emergencia (PG), índice de velocidad de emergencia (IVE).

#### Porcentaje de emergencia a los 45 dds

En el Cuadro 1 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el porcentaje de emergencia de las semillas a los 45 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 2 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 2), refleja que el tratamiento T1 dosis de 0 mg  $AG_3.L^{-1}$  sin pergamino obtuvo el mayor porcentaje de emergencia comportándose estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con un promedio de 88%, superior a los tratamientos sin pergamino T6, T3 y T7 dosis de 20, 10 y 30 mg  $AG_3.L^{-1}$  respectivamente, que no mostraron diferencias estadísticas entre ellos. Los tratamientos T8, T4 y T5 en las dosis de 30, 20 y 10 mg  $AG_3.L^{-1}$ , con promedios de 12, 9 y 6% todos con semillas de café con pergamino presentaron los menores porcentajes de emergencia. Resultados superiores a los señalados por Coa y colaboradores (2014) quienes evaluaron métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica* L.) var. Catuaí Rojo, obtuvieron para la dosis 0 mg  $AG_3.L^{-1}$  con pergamino un 30,02% de emergencia, lo que equivale a un 2,98% por debajo de los resultados obtenidos en este trabajo. Mientras que en la dosis 0 mg  $AG_3.L^{-1}$  sin pergamino obtuvieron 88,84% de emergencia, lo que equivale

a un 0,95% superior a los datos obtenidos en este trabajo. Bello y colaboradores (2016) obtuvieron 62% para el porcentaje de emergencia en la dosis de  $0 \text{ mg AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  sin pergamino lo que refleja un 29% a favor de los resultados obtenidos en este trabajo, de igual forma en cuanto a la dosis de  $0 \text{ mg AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  con pergamino reflejaron un 69% para el porcentaje de emergencia a lo que corresponde un 10% a favor de los resultados obtenidos en este trabajo. Brasil (2008) indicó que después de un periodo de 65 días, obtuvo un porcentaje de germinación del 100%, con la dosis de  $15 \text{ mg/L}^{-1} \text{ AG}_3$  en semillas de café sin pergamino, resultados que varían en función de la dosis, cultivar utilizado, calidad de las semillas y condiciones ambientales donde realizaron ambos experimentos. Ponce (1991) con el propósito de acelerar la velocidad de germinación en semillas con y sin pergamino de café variedad 'Caturra roja' remojo por 24 h en ácido giberélico ( $\text{AG}_3$ ) a 0, 500, 1000, 5000 y 10000 ppm, señaló que el mejor tratamiento resultó sin pergamino, siendo significativamente superior a todos los demás tratamientos, el cual inicio la germinación a los 32 días después de la siembra (dds) y, con un porcentaje de germinación de 87,5% a los 80 dds, seguido del tratamiento sin pergamino e inmersión por 24 h en agua. Además, indicó que el remojo en  $\text{AG}_3$  tuvo un efecto negativo en la germinación, debido a que en las dosis de  $\text{AG}_3$  evaluadas obtuvo un porcentaje de germinación de cero por ciento. Esos resultados concuerdan con los obtenidos en este trabajo donde también se observó un efecto negativo con respecto al  $\text{AG}_3$ .

Según Salisbury y Ross (1994) reportan que la aplicación de fitohormonas reguladoras del crecimiento como las giberelinas se ha constituido en un tratamiento químico eficaz con el fin de incrementar los porcentajes de germinación. Además varios estudios que han mostrado que la aplicación de  $\text{AG}_3$  aumenta la capacidad de germinación de las semillas y, frecuentemente, reemplaza la necesidad de estímulos ambientales tales como la luz y la temperatura (Riley, 1998), que a concentraciones adecuadas, el  $\text{AG}_3$  rompe la dormancia de las semillas, acelerando su tiempo de germinación. Las semillas de la mayoría de las plantas precisan un período de letargo

antes de que puedan germinar; normalmente el letargo sólo puede ser interrumpido por la acción del frío o de la luz es importante mantener saturación de humedad en el medio para que la semilla absorba agua o soluciones y se inicien los procesos metabólicos característicos de la germinación (Lluna, 2006), este proceso se le define comúnmente como imbibición o embuchamiento (Melgarejo, 2008), el cual puede sustituir el factor que interrumpe el letargo, promoviendo así el crecimiento del embrión y la salida de la radícula, como primera evidencia de la germinación. Brasil (2008) considera que la capacidad de germinar es bastante variable, tienen altos y puede llegar cerca de cero, y luego llegar a su punto máximo, y a partir de ahí, pasa a depender de factores ambientales, y las características intrínsecas de la propia semilla dependiendo de los cultivares, además de la intervención del hombre después de la cosecha también puede preservar o reducir drásticamente el nivel. En general, el bajo porcentaje de germinación de las semillas se debe tanto a factores endógenos (esterilidad, inmadurez embrionaria) como a factores exógenos (restricciones, latencia, inhibiciones químicas) (Hartmann y Kester, 1981). Haciendo énfasis en los factores que afectan la germinación en semillas de café se le atribuye a la presencia del endocarpio también llamado (pergamino), el cual permanece adherido a la semillas de café y se convierte en una barrera física que dificulta el desarrollo de las hojas cotiledonales (Eira *et al.*, 2006). Teniendo en cuenta las observaciones realizadas por Guevara *et al.* (1997) Mencionan que el pergamino afecta la germinación en las semillas de café al limitar la difusión de oxígeno hacia el embrión lo que impide su crecimiento, mientras que Bendaña (1962) considera que el pergamino impone una barrera mecánica que limita la entrada de agua en las semillas lo que resulta que gran cantidad de las semillas sembradas no alcancen los resultados esperados. Finalmente, Pereira *et al.* (2002), expresa que la película plateada que envuelve la semilla del café contiene gran cantidad de cafeína, probablemente un inhibidor de la germinación de las semillas de café, contradiciendo resultados positivos obtenidos en otros cultivos con la aplicación de  $AG_3$ .

**Cuadro 2. Porcentaje de emergencia (PE) de semillas de café (*Coffea arabica*L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Condición de la Semilla (Pergamino)	PE (%)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	88,0	a
T6 -(20 mg)	Sin	55,0	b
T3- (10 mg)	Sin	50,0	b
T7- (30 mg)	Sin	42,0	b
T2- (solo agua)	Con	33,0	b
T8- (30 mg)	Con	12,0	c
T5- (20 mg)	Con	9,0	c
T4- (10 mg)	Con	6,0	c

Coefficiente de variación = 27,13%.

1/ medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### Índice de velocidad de emergencia

En el Cuadro 3 del Apéndice se muestran los totales y promedios para el índice de velocidad de emergencia de las semillas a los 45 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 4 del Apéndice) indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 4), señala que el mayor valor para esta variable lo obtuvo el tratamiento T1 dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino con promedio de 1,08 semillas/días, con un comportamiento estadísticamente igual al tratamiento T6, pero diferentes a los demás tratamientos. Los tratamientos T8, T4 y T5, con promedios de 0,08; 0,05 y 0,05 semillas/días respectivamente, todos con semillas con pergamino presentaron los menores índices de velocidad de emergencia. Resultados obtenidos en esta investigación demuestran la efectiva la escarificación manual en semillas de café para mejorar la germinación. Resultados que difieren por Coa y colaboradores (2014) quienes evaluaron métodos químicos y mecánicos para promover la

germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica* L.) var. Catuaí Rojo, que obtuvieron 1,4 semillas/días para el tratamiento en la dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino, lo que a su vez equivale un 13% superior respecto a los resultados de este trabajo; sin embargo, para el tratamiento en la dosis 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> con pergamino obtuvieron 0,22 semillas/días, lo que equivale a un 37% por debajo a los resultados obtenidos en este trabajo. Bello *et al* (2016) evaluando tratamientos pre-germinativos en semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo, obtuvieron 1,48 semillas/días para la dosis 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino, lo que a su vez equivale a un 27% superior respecto a los resultados de este trabajo; sin embargo, para la dosis 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> con pergamino obtuvieron 0,22 semillas/días, lo que equivale a un 12% por debajo de los resultados obtenidos en este trabajo. Valio (1980) indicó que la presencia del pergamino inhibe drásticamente la germinación de las semillas de café. Mientras que Fontanibe (1987) señala que el pergamino no influye en la imbibición de agua, pero posiblemente constituye una barrera a la difusión del oxígeno. Da Silva (2002); Eira *et al.* (2006) expresan que las semillas maduras (secas) de café tienen una germinación lenta y asincrónica, lo que hace que sea difícil obtener plántulas que sean ideales para el establecimiento del cultivo y la producción de café.

**Cuadro 3. Índice de velocidad de emergencia (IVE) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo” provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	IVE (semillas/día)	Ámbito <u>1</u> /
T1- (solo agua)	Sin	1,08	a
T6-20 mg	Sin	0,70	ab
T3-10 mg	Sin	0,60	b
T7-30 mg	Sin	0,45	bc
T2- (solo agua)	Con	0,25	c
T8-30 mg	Con	0,08	d
T4- 10 mg	Con	0,05	d
T5-20 mg	Con	0,05	d

Coefficiente de variación = 24,28%.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

## FRECUENCIA RELATIVA DE LA EMERGENCIA

Otra forma de análisis del proceso germinativo es a través de los polígonos de frecuencia relativa, a partir de los cuales se verifico la proporción de semillas germinadas de café (*Coffea arabica* L.) cv "Catuaí amarillo" diariamente, a lo largo del periodo de estudio (Figura 7). Se verifico que en:

En el grafico (T1) donde fue utilizada la concentración de  $0 \text{ mg. AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  SP, la emergencia se inició al onceavo día después de la siembra, presento el pico máximo de emergencia a los 23 días después de la siembra (alrededor de 19,3% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 29 días.

En el grafico (T2) donde fue utilizada la concentración de  $0 \text{ mg. AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  CP, la emergencia comenzó a los 21 días después de la siembra, presentando los dos picos más alto de emergencia 32 días después de la siembra (alrededor de 15,2% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 44 días.

En el grafico (T3) donde fue utilizada la concentración de  $10 \text{ mg. AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  SP, la emergencia se inició a los 15 días después de la siembra, presentando los tres picos más altos de emergencia 18; 21 y 23 días después de la siembra (alrededor de 14,3% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 34 días.

En el grafico (T4) donde fue utilizada la concentración de  $10 \text{ mg. AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  CP, la emergencia se inició 25 después de la siembra, presentando el pico más alto de emergencia a los 44 días después de la siembra (alrededor de 33,3% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 44 días.

En el grafico (T5) donde se utilizó la concentración de  $20 \text{ mg. AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  CP, la emergencia se inició 26 días después de la siembra, presentando un pico máximo de

emergencia 27 días después de la siembra (alrededor de un 33,3% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 44 días.

En el grafico (T6) donde fue utilizada la concentración de 20 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP, la emergencia se inició 11 días después de la siembra, presentando el pico más alto de g emergencia a los 20 y 23 días después de la siembra (alrededor de 14,5% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 41 días.

En el grafico (T7) donde se utilizó la concentración de 30 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP, la emergencia se inició 18 días después de la siembra, presentando un pico máximo de emergencia 26 días después de la siembra (alrededor de un 16,7% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 43 días.

En el grafico (T8) donde se utilizó la concentración de 30 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> CP, la emergencia se inició 21 días después de la siembra, presentando dos picos máximos de emergencia al 21 y 27 día después de la siembra (alrededor de un 25,0% de frecuencia relativa de emergencia), estableciéndose la emergencia a los 32 días.

Las semillas pertenecientes a los tratamientos T1, T3, T6 y T7 presentaron menores frecuencias relativas de emergencia y mayor número de picos germinativos que los demás tratamientos, al paso del tiempo las mayores frecuencias y la menor cantidad de picos germinativos fueron observadas para las semillas de los tratamientos T4, T5, y T8 (Figura 5). Las semillas de los tratamientos T2, T4, T6 y T7 necesitaron de mayor cantidad de días para culminar el proceso germinativo que los demás tratamientos, a lo que contribuyo para mayor espaciamento de la emergencia de las semillas de esos tratamientos (Figura 5). La amplitud temporal del proceso germinativo de las semillas de los diferentes tratamientos, que demuestra el tiempo entre la primera y la última plántula emergida, fue de 12 a 30 días.

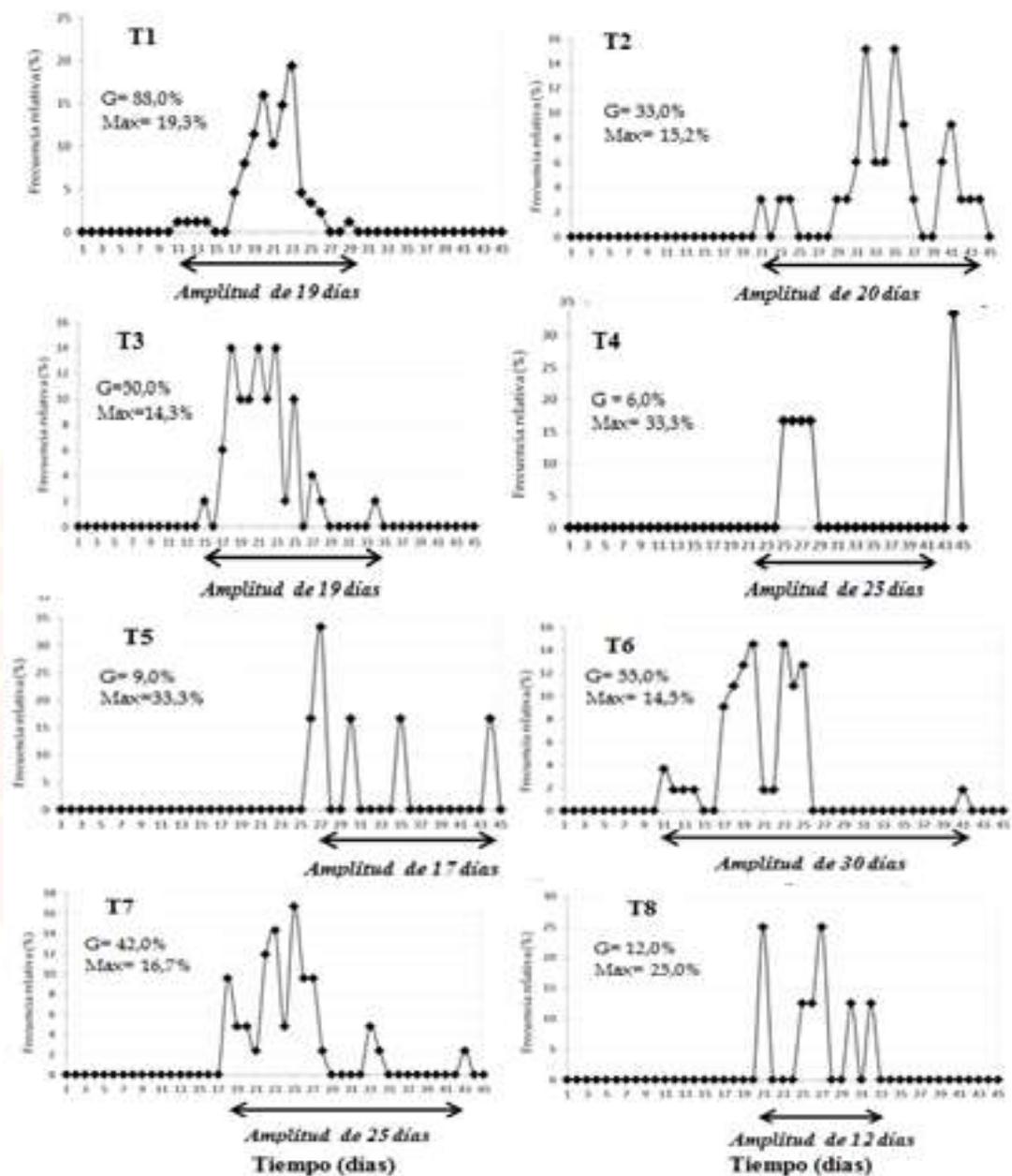


Figura 5. Distribución de la frecuencia relativa de la germinación de semillas en el efecto de diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub> y condición de la semilla (sin y con pergamino) de café cv. Catuaí. T1: 0 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP. T2: 0 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> CP. T3: 10 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP. T4: 10 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> CP. T5: 20 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> CP. T6: 20 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP. T7: 30 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> SP. T8: 30 mg.AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> CP. G = porcentaje de emergencia. Max = Frecuencia relativa máxima.

## VARIABLES EVALUADAS EN EL CRECIMIENTO

Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables altura de los fosforitos a los 42 dds (ALT), altura de las chapolas a los 57 dds (ALT), diámetro del cuello a los 57dds (DC), biomasa fresca parte aérea (BFPA), biomasa fresca parte radical (BFPR), biomasa fresca total (BFT). No se detectaron diferencias significativas para las variables longitud radical a los 57dds (LR), biomasa seca parte aérea (BSPA), biomasa seca parte radical (BSPR), biomasa seca total (BST), relación biomasa seca parte aérea entre biomasa seca parte radical, índice de calidad de desarrollo (IQD).

### **Altura de los fosforitos (cm)**

En el Cuadro 5 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la altura de los fosforitos a los 42 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 6 del Apéndice) señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 6), refleja que el tratamiento T1 dosis de  $0 \text{ mg AG}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  sin pergamino con altura de 4,12 cm, es superior a los tratamientos T7, T3, T6, T2, respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos. Mientras que los tratamientos con pergamino T8 y T4 obtuvieron los menores valores para esta variable con altura de 1,83 y 1,50 cm, teniendo un comportamiento estadístico con respecto a los demás tratamientos.

**Cuadro 4. Altura (ALT) de los fosforitos café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 42 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	ALT (cm)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	4,12	a
T7-30 mg	Sin	3,90	ab
T3-10 mg	Sin	3,70	ab
T6-20 mg	Sin	3,68	ab
T2- (solo agua)	Con	2,50	abc
T5- 20 mg	Con	2,06	bc
T8-30 mg	Con	1,83	c
T4-10 mg	Con	1,50	c

Coefficiente de variación = 20,39 %.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Altura de las plántulas (Chapolas) (cm)**

En el Cuadro 7 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la altura de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 8 del Apéndice) indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro8), señala que el tratamiento T1 dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino obtuvo mayor altura de las plántulas con un 4,27cm superior a los tratamientos T6 T7, T2, T3 sin diferencia estadística ente ellos y el tratamiento con menor valor T4 con dosis de 10 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> para una altura de 1,64 cm comportándose estadísticamente diferente.

Guevara y colaboradores (1997) evaluando el efecto de sustrato en germinación de semillas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Caturra, arrojaron para el tratamiento de semillas sin pergamino una altura de 6,20 cm, lo que equivale a un 33,5% superior en comparación con este trabajo, sin embargo; para el tratamiento

semillas con pergamino arrojaron una altura de 2,10 cm lo que equivale a un 46% por debajo de lo expresado en este trabajo. Constataron que la presencia del pergamino obstaculiza e inhibe la germinación.

**Cuadro 5. Altura de las chapolas café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	ALT (cm)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	4,27	a
T6-20 mg	Sin	4,03	ab
T7-30 mg	Sin	4,03	ab
T2- (solo agua)	Con	3,89	ab
T3-10 mg	Sin	3,76	ab
T5- 20 mg	Con	2,89	abc
T8-30 mg	Con	2,24	bc
T4-10 mg	Con	1,64	c

Coefficiente de variación = 34,26%.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Diámetro del cuello (mm) de las plántulas (cm)**

En el Cuadro 9 del Apéndice se muestran los totales y promedio para el diámetro de las plántulas a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 10 del Apéndice) señala que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro10), indica que el tratamiento T2 dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> con pergamino obtuvo un diámetro de 2,41 cm, superior a los tratamientos T7, T1, T3, T6 Y T5 sin diferencias estadísticas entre sí, el menor valor para esta variable lo relejo el tratamiento T4 con dosis de 10 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> con pergamino con un diámetro de 1,05 cm mostrando diferencia estadística con respectos a los demás tratamientos.

El grosor de tallo es un indicador del estado de vigor de una plántula (Quesada *et al.*, 2005) ya que refleja directamente la acumulación de fotosintetizados, los cuales posteriormente pueden trasladarse a los vertederos (Donald y Hamblin, 1983), además un tallo grueso permite soportar la parte aérea sin doblarse por los vientos en el campo (Orzolek, 1991). El diámetro del cuello de la planta, es uno de los atributos morfológicos más utilizados en la caracterización de la calidad de planta debido a que permite predecir la supervivencia de la planta en campo (Prieto *et al.*, 2009).

**Cuadro 6. Diámetro (DC) de las chapolas café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	DC (cm)	Ámbito <u>1/</u>
T2- (solo agua)	Con	2,41	a
T7- 30 mg	Sin	2,40	a
T1- (solo agua)	Sin	2,22	ab
T3-10 mg	Sin	2,16	ab
T6-20 mg	Sin	2,14	ab
T5- 20 mg	Con	1,50	abc
T8-30 mg	Con	1,23	bc
T4-10 mg	Con	1,05	c

Coefficiente de variación = 34,86 %.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### **Longitud radical (g)**

En el Cuadro 11 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la longitud radical de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 12 del Apéndice) indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar longitud radical, con un promedio general de 2,39 cm y un coeficiente de variación de 40,40%. Resultados similares a los obtenidos por Bello y colabores (2016) evaluando

tratamientos pre-germinativos en semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo, donde determinaron respecto a la longitud radical que no hubo diferencia significativas, sin embargo; de acuerdo al cuadro de análisis de varianza reflejan datos en relación al tratamiento semillas sin pergamino de 5,83 cm y para el tratamiento semillas con pergamino de 5,33 cm, lo que corresponde un 90 y 83% superior a lo obtenido en este trabajo.

Según Gonzáles (1995) citado por Marcano (2018), una mayor longitud y número de raíces nos garantizaría mejor desempeño en campo, ya que cuanto más grande sea el sistema radicular de la planta, más puntos de crecimiento se tendrán y habrá una mayor capacidad de explorar el suelo para captar nutrientes. La obtención en vivero de sistemas radiculares más abundantes y mejor desarrollados tiene una estrecha relación con la capacidad absorbente de la planta, por lo tanto, pueden pronosticar una mejor supervivencia en campo definitivo.

#### **Biomasa fresca de la parte aérea (g)**

En el Cuadro 13 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa fresca de la parte aérea de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 14 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 14), indica que el tratamiento T1 dosis de 0 mg  $AG_3.L^{-1}$  sin pergamino con promedio de 0,3560 g resulto superior a los tratamientos T4, T5 Y T8 con dosis de 10, 20,30  $AG_3.L^{-1}$  todos con pergamino y teniendo comportamiento iguales entre sí.

**Cuadro 7. Biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de las chapolas café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	BFPA (g)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	0,356	a
T2- (solo agua)	Con	0,335	a
T6-20 mg	Sin	0,328	a
T3-10 mg	Sin	0,323	a
T7-30 mg	Sin	0,298	a
T4- 10 mg	Con	0,125	b
T5-20 mg	Con	0,158	b
T8-30 mg	Con	0,158	b

Coefficiente de variación = 34,86 %.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Biomasa fresca parte radical (g)**

En el Cuadro 15 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa fresca parte radical de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 16 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 16), refleja que el tratamiento T1 dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino obtuvo el mayor valor para esta variable con promedio de 0,058g sin diferencia estadística a los tratamientos T6, T3, T5, T7, respectivamente. Mientras que los tratamientos T4 y T8 con dosis de 10 y 30 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> ambos con pergamino obtuvieron los menores valores 0,022 y 0,019 g teniendo comportamientos estadísticamente diferentes a los demás tratamientos.

**Cuadro 8. Biomasa fresca radical (BFPR) de las chapolas café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	BFPR (g)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	0,058	a
T6-20 mg	Sin	0,055	a
T3-10 mg	Sin	0,055	a
T5-20 mg	Con	0,055	a
T7-30 mg	Sin	0,053	a
T2- (solo agua)	Con	0,049	ab
T4- 10 mg	Con	0,022	bc
T8-30 mg	Con	0,019	c

Coefficiente de variación = 43,12%.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Biomasa fresca total (g)**

En el Cuadro 17 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa fresca total de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 18 del Apéndice) indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

De acuerdo a la prueba de promedio de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 18), se puede observar que el T1 dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> sin pergamino con promedio de 0,414g y el T2 con dosis de 0 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> con pergamino y promedio de 0,384g presentaron los valores más alto de biomasa fresca total, superando a los tratamientos T4 y T8 con dosis de 10 y 30 mg AG<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup> ambos con pergamino y promedios de 0,147 y 0,176, respectivamente.

Resultados superior a los obtenidos por Brasil (2008) que evaluó el efecto del ácido giberélico en la aceleración del proceso germinativo de semillas café (*Coffea arabica* L.), concluyo que las semillas que sin pergamino germinaron mejor con respecto a las semillas que tenían pergamino, obteniendo valores para la biomasa fresca total en semillas sin pergamino un promedio de 0,356g y semillas con pergamino promedio de 0,335g. Valores por debajo a los obtenidos en este trabajo con un 14 y 12%. La producción de biomasa (PS) es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero, sugiriéndonos un alto grado de supervivencia en campo definitivo, mayor capacidad de transformación de la energía en biomasa, debido a una mayor capacidad para realizar procesos fotosintéticos, asegurando un buen crecimiento inicial, estando muy asociado con la altura, diámetro, área foliar, actividad fotosintética y potencial de crecimiento radical (Thompson, 1985; Mexal y Landis, 1990).

**Cuadro 9. Biomasa fresca total (BFT) de las chapolas café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuaí amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas con y sin pergamino imbibidas en diferentes concentraciones de AG<sub>3</sub>.**

Dosis (AG <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Semillas (Pergamino)	BFT (g)	Ámbito <u>1/</u>
T1- (solo agua)	Sin	0,414	a
T2- (solo agua)	Con	0,384	a
T6-20 mg	Sin	0,382	a
T3-10 mg	Sin	0,378	a
T7-30 mg	Sin	0,350	a
T5-20 mg	Con	0,213	b
T4-10 mg	Con	0,147	b
T8-30 mg	Con	0,176	b

Coefficiente de variación = 35,95%.

1/ Medias seguidas por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

### **Biomasa seca de la parte aérea (g)**

En el Cuadro 19 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa seca parte aérea de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 20 del Apéndice) indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar peso para esta variable con un promedio general de 0,523 g, con un coeficiente de variación 52,42%.

Según Bellote y Da Silva (2000) señala que la biomasa seca de la parte aérea está relacionada con la calidad y cantidad de hojas. Esta característica es muy importante porque las hojas constituyen una de las principales fuentes de fotoasimilados (azúcares, aminoácidos, hormonas, etc.) y nutrientes para adaptación pós-trasplante, a cual necesitará de buena reserva de fotoasimilados, que servirá de suministro de agua y nutrientes para las raíces en los primeros meses del trasplante.

### **Biomasa seca parte radical (g)**

En el Cuadro 21 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa seca parte radical de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 22 del Apéndice) indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar peso para esta variable con un promedio general de 0,172 y un coeficiente de variación 40,40%.

### **Biomasa seca total (g)**

En el Cuadro 23 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la biomasa seca total de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 24 del Apéndice) indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar peso para esta

variable con un promedio general de 0,695 g y un coeficiente de variación 53,82%. Brasil (2008) estudiando el efecto del ácido giberélico en la aceleración del proceso germinativo de semillas café (*Coffea arabica* L.), reportó un promedio para la biomasa seca total en semillas sin pergamino de 0,146g y en semillas con pergamino de 0,121g. Resultados superiores con un 22 y 31% respecto a los obtenidos en este trabajo.

Según Medjdoub (S/F), el crecimiento y el desarrollo de las plantas están controlados por hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales controlan directamente e indirectamente la ejecución de numerosas y varias reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general. Además, el efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas, adelantar la germinación, mejorar el crecimiento de las raíces, etc., y que son ricos en citocininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos y, que el efecto del bioestimulante dependerá no solo de su ausencia o presencia, sino de su concentración y de la sensibilidad de la propia célula. Esta sensibilidad es la capacidad que tiene las células para reaccionar frente a una cantidad de bioestimulante, dependiendo esto del número de receptores.

De acuerdo con Silva *et al.* (2006), la respuesta de acumulación de la masa seca es variable, debido a que cada especie posee características genéticas diferentes y consecuentemente, adaptaciones fisiológicas diferentes, presentado mejor desempeño en los ambientes de mayor eficiencia en el aprovechamiento de la incidencia luminosa, llevando a una mayor producción de fotoasimilados y acumulación de masa seca.

## **RELACIÓN BIOMASA SECA PARTE AÉREA/BIOMASA SECA RADICAL (BSPA/BSR)**

En el Cuadro 25 del Apéndice se muestran los totales y promedio para la relación biomasa seca parte aérea entre biomasa seca parte radical de las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 26 del Apéndice) indica que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar peso para esta variable con un promedio general de 3,42 y un coeficiente de variación 54,18%.

Según Rodríguez (2008), una buena relación biomasa parte aérea/ biomasa radical de las plantas debe fluctuar entre 1,5 y 2,5; ya que esta proporción biomasa seca de la parte aérea con respecto a biomasa seca radical favorece un proceso fotosintético eficiente y predice resistencia a los periodos relativamente secos (Thompson, 1985). Valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta. Paulus y Paulus (2007) destacan que la calidad final de plántulas se relaciona directamente a la interacción sustrato x especie. El mismo cuando es original de un único material, muchos sustratos requieren suplementos mineral (Corrêa *et al.*, 2005) u orgánica (Canesin y Corrêa, 2006) para atender las especificadas de esa interacción. La obtención de plántulas y plantas con calidad comercial está directamente relacionada a la utilización de los sustratos agrícolas específicos para cada especie vegetal (Paulus y Paulus, 2007).

### **Índice de calidad de desarrollo**

En el Cuadro 27 del Apéndice se muestran los totales y promedio índice de calidad de desarrollo las plántulas (chapolas) a los 57 dds. El Análisis de varianza (Cuadro 28 del Apéndice) indica que no hubo diferencia significativa entre los

tratamientos. Por lo que todos los tratamientos tuvieron similar el índice de calidad de Dickson por plántula, siendo el promedio general de 0,13770 y un coeficiente de variación de 55,58%.

El índice de calidad de Dickson es un buen indicador de la calidad de las plántulas, es considerado el vigor y el equilibrio de distribución de biomasa en una plántula (Azevedo *et al.*, 2010). La mayor calidad de las plántulas es imprescindible para el proceso de la producción de café, en vista que la condición de desarrollo y nutricional de la plántula, afecta el pegamento, la producción precoz, la producción total y el tamaño de los frutos (Oviedo, 2007).

La calidad en las plántulas es referida a la respuesta que tiene la plántula ante limitaciones durante el establecimiento y crecimiento inicial. Está también asociada a la capacidad fisiológica para adaptarse al nuevo ambiente, desarrollarse y crecer a su máximo potencial, así como al “equilibrio” del crecimiento y desarrollo de los órganos de la plántula (tallo, raíz y hojas), los cuales están definidos por la genética y el ambiente, ese balance define el desempeño de la plántula en el campo y por lo tanto, está relacionada con la capacidad de sobrevivencia y crecimiento luego del trasplante a campo (Negreros-Castillo *et al.*, 2010). El concepto de calidad en plántulas es muy complejo y vago. Sin embargo, en la opinión de Noordegraaf (1994), la calidad se define como el producto adecuado al objetivo para la cual será utilizado, cuanto mayor es el IQD, mejor es la calidad de la plántula producida (Gomes *et al.*, 2002).

El crecimiento de las plantas es muy influenciado por el uso de los reguladores vegetales, pudiendo este promover, inhibir o modificar los procesos fisiológicos. Es importante destacar que las aplicaciones de reguladores vegetales pueden presentar buenos resultados dependiendo de la región, del cultivo y de la especie utilizada. En

virtud de series de productos que actúan en concentraciones muy bajas, cualquiera alteración puede modificar el efecto deseado (Martins y Castro, 1997).



## CONCLUSIONES

- La escarificación manual demostró ser efectiva en la germinación. El tratamiento testigo (imbibición de las semillas en agua por 24 horas sin pergamino) fue el más adecuado para acelerar y uniformizar el porcentaje de emergencia con un promedio de 88% a los 45 días después de la siembra. Respecto de este testigo se observó un efecto negativo de la imbibición en soluciones de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) sobre la germinación de las semillas, indistintamente de la presencia o no del pergamino.
- El ProGibb (AG<sub>3</sub>) no tuvo incidencia en la calidad de las plántulas, todos los tratamientos presentaron similar índice de calidad de Dickson (IQD).

## RECOMENDACIONES

- Utilizar la técnica de escarificación, para favorecer la germinación
- Imbibir la semilla en agua por 24 horas antes del soterrado
- Repetir el ensayo aplicando dosis de ProGibb (AG<sub>3</sub>) más bajas.



## BIBLIOGRAFÍAS

**ACHARD P, CHENG H, DE GRAUWE L, DECAT J, SCHOUTTETEN H, MORITZ T, VAN DER STRAETEN D, PENG J, HARBERD NP, 2006.**

Integration of plant responses to environmentally activated phytohormonal signals. 311, 91–94.

**ALVARADO, M. Y ROJAS, G. 2007.**El cultivo y beneficio del café.

[Documento en línea] disponible en:

<https://books.google.co.ve/books?id=15qrSG5114C&pg=PR16&lpg=PR16&dq=cultivo+y+beneficiado+del+caf%C3%A9&source=bl&ots=OeWao8O4cN&sig=NmYrDVSouCqVIIyqCnmn9RK80s&hl=es&sa=X&ei=83kDVcrwBK7dsASohIGwAQ&ved=0CCkQ6AEwAg#v=onepage&q=cultivo%20y%20beneficiado%20del%20caf%C3%A9&f=false> [Fecha de consulta: 13/08/ 2018].

**ANDRÉS A. Y FERREIRA L. 2001.** Estudio de factibilidad para la instalación y puesta en marcha de una planta torrefactora de café. 154,1–3 pág.

**ARCILA, J., FARFÁN, F., MORENO, A., SALAZAR, L. HINCAPIÉ, E. (2007).** Sistemas de producción de café en Colombia, cap. 2,4 pág. 23,89.

**ARCILA, J. 2013.** Crecimiento y desarrollo de la planta de café.

[Documento en línea] disponible en:

<http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf> [Última visita 08/07/2017].

**ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ (ANACAFE). 2012.** Especies y variedades del cafeto. Artículo disponible en:

[https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura\\_VariedadesCafeto#4.\\_Catuaí](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Caficultura_VariedadesCafeto#4._Catuaí). [Consultado el 23/05/2017].

**AZEVEDO IM, ALENCAR RM, BARBOSA AP, ALMEIDA N (2010).** Estudio do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara Aubl.*) em viveiro. Acta Amazônica, v.40, n.1, p.157-164.

- BARBOSA, R. Y HERRERA, 1990.** El Vigor de la semilla de café y su relación con la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. *Agronomía Costarricense* 14(1): 1-8.
- BELLOTE, A. Y DA SILVA, H. (2000).** Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais en plantios de Eucalyptus spp. In: J.L. de M. Gonçalves e V. Benedetti. *Nutrição e fertilização florestal*. Instituto de Pesquisas e estudos Forestales (IPEF). Piracicaba, Brasil. P. 105-133.
- BENDAÑA, F. 1962.** Fisiología de las semillas de café. II. Factores que retardan la germinación: el pergamino. *Turrialba* 4(15): 97-100.
- BRASIL, MARIA BERNADETE DA SILVA. 2008.** Efeito do Ácido Giberélico na aceleração do processo germinativo da semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 23f Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho.
- CANESIN RCFS Y CORRÊA LS (2006).** Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28:481-486.
- CARVALHO, NELSON MOREIRA 1988.** Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 215p.
- CATALÁN, A. 1987.** *Revista Cafetalera* N° 284. Anacafé. Venezuela. 32 pág.
- CENICAFE, 1988.** Tecnología del cultivo del café. Segunda edición. Editado por litografía cafetera LTDA. Manizales-Caldas-Colombia.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CAFÉ (CICAFE), 2011.** Guía Técnica para el Cultivo del Café 1a ed. Heredia Costa Rica. 2011: ICAFE-CICAFE 72 p.
- COA, M., MÉNDEZ, J., SILVA, R. Y MUNDARAIN, S. 2014.** Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. Catuaí Rojo. *IDESIA* (Chile), 32(1), 43-53.

- CORRÊA MCM, NATALE W, PRADO RM, OLIVEIRA IVM ; ALMEIDA EV .2005.**Adubaçãocomzinco na formação de mudas de mamoeiro. Caatinga, 18:245-250.
- DA SILVA, E.A.A. 2002.** Coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination: mechanism and regulation. PhD Thesis.Wageningen, WageningenAgriculturalUniversity.
- DEDECCA, D.M. 1957.** Anatomía e desenvolvimiento ontogenético deCoffeearabica L. Var. Typica Cramer.Bragantia 16:315-366.
- DICKSON, A; LEAF, A. L; HOSNER, J. F. 1960.** Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries.For. Chron. 36; 10-13
- DONALD, C.M. Y J. HAMBLIN. 1983.** The convergent evolution of annual seed crops in agriculture. Adv. Agron. 36, 97-143.
- DUICELA, L; CORRAL, R. Y FARFÁN, D. 2002.**El clima en las zonas de producción de café arábigo del Ecuador. [on-line].Disponible en: [www.cofenac.org/documentos/Climacafe.pdf](http://www.cofenac.org/documentos/Climacafe.pdf). [Fecha de consulta: diciembre de 2017].
- DUICELA, L. 2003.** Proyecto. Desarrollo de tecnologías para la producción de café arábigo orgánico. Consejo cafetalero Nacional. Ecuador. p. 14.
- EIRA, M.T.S.; AMARAL DA SILVA, E.A.; DE CASTRO, R.D.; DUSSERT, S.; WALTERS, C.; DEREK BEWLEY, J.; HILHORST, H.W.M. 2006.**Coffeeseedphysiology. Braz. J. *PlantPhysiol* 18 (1): 149-163.
- FAHL JOEL IRINEU, CARELLI 2007.**Carvalho Luiza, Instituto Agronômico, Centro de Ecofisiologia e Biofísica. Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agronômico de Campinas O Agrônomo, Campinas, 59(1).
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 2007.** el café de colombia. [On-line]. Disponible en: <http://www.cafedecolombia.com/caficultura/historiacafe.html>. [Fecha de consulta: noviembre de 2017].

**FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (FONAIAP). 1988.** Estación experimental Táchira. “Paquete tecnológico para la producción de café”. Maracay, Venezuela.

**FREITAS, G. A; SILVA, R. R; BARROS, H. B; MELO, A. V Y PEREIRA, A. A.W. 2013.** Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. Rev. Ciênc. Agron., v. 4 160 4, n. 1, p. 159-166.

**FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DE CAFÉ (PROCAFE) 2012.** Fundación salvadoreña para Investigaciones del Café. La libertad, El Salvador. [Documento en línea] disponible en: <http://www.procafe.com.sv/menu/Generalidades/CondicionesAgroecologicas.htm>. [Fecha de consulta: 21/07/2015].

**FONTANIBE V., P.A. 1987.** Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de café (*Coffea arabica* L.). Trabajo de grado para Magister Scientiarum en Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

**GARCÍA, M. 2001.** Propagación Sexual de Plantas. Fonaiap. Caripe-Monagas. 30 p.

**GARCÍA, N. 1988.** Cafetales y Café. Editorial Ministerio de Agricultura y Cría. 285p.

**GOMES J. M, COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. 2002.** Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664.

**GUEVARA E.; HERRERA J.; ALIAZAG RAMIRO. 1997.** Efecto del sustrato y su condición hídrica en germinación de semillas de café caturra. Agronomía Costarricense 21(2): 207-216,9p.

**HARTMANN H. Y KESTER D. 1997.** Propagación de Plantas. 2da Ed. México. Compañía Editorial Continental S.A. 76

**HARTMANN, T. Y KESTER, E. 1981.** Propagación de plantas principios y prácticas. Segunda impresión. Editorial Continental. México. 814 p.

- HENAO, J. 1996.** El café en Venezuela. Maracay. Universidad central de Venezuela. Publicaciones de la UCV. Segunda edición (1996).
- IICA, 1989.** Compendio de agronomía tropical. Volumen 2. San José, Costa Rica. p. 498.
- INSTITUTO DEL CAFÉ DE COSTA RICA (ICAFE). 2011.** Guía Técnica para el Cultivo del Café 1a ed. Heredia Costa Rica. 2011: ICAFE-CICAFE 72 p
- IRIGOYEN, J. Y CRUZ, M. 2005.** Guía técnica de semilleros y viveros frutales. Primera edición. Santa Tecla, el salvador. p.7.
- KENDE H AND JAD ZEEVAART. 1997.** The five “classical” plant hormones. Plant Cell. 9:1197-1210.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. 1976.** On the germination of seeds of *Calotropisprocera* (Ait.)Ait.f. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 48, p. 263-284.
- LENTON, J. 1998.** Plant hormones on the move! Trends in plant science3, 457-458.
- LLUNA, R. (2006).** Hormonas vegetales: Crecimiento y desarrollo de la planta. Revista Horticultura, 196, 22-26.
- MANUALES PARA EDUCACIÓN AGROPECUARIA (MEA). 1983.** Cultivo de Plantación. Área Producción Vegetal. Trillas. México. 25-40 p.
- MARCANO, H. 2018.** Efecto del ácido giberélico en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de ají dulce tipo margariteño (*Capsicum chinense* jacq.) en condiciones de invernadero. Trabajo de grado presentado en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Venezuela.
- MARTINS, B. y CASTRO, R. 1997.** Aspectos morfoanatômicos de frutos de tomateiro cultivar Ângela gigante, submetidos a tratamentoscom reguladores vegetais. Bragantia, Campinas, v. 57, n. 2, p. 225-236.

- MCSTEEN P, ZHAO Y. 2008.** Plant Hormones and Signaling: Common Themes and New Developments. *Developmental Cell* 14, 467-473.
- MELGAREJO, L. 2010.** Experimentos en Fisiología Vegetal, ISBN: 978-958-719-668-9. Universidad Nacional de Colombia. Primera edición, Diciembre de 2010.
- MELGAREJO, LUZ; SUAREZ, DIEGO 2008.** Biología y germinación de semillas. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- MONROIG, M. 2000.** Descripción morfológica del cafeto. [Documento en línea] última visita 28/04/2017 disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/index.htm>.
- MONROIG, M. 2002.** Descripción Morfológica Del Cafeto. [On-line]. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id53.htm>. [Fecha de consulta: octubre de 2017].
- MOORE, J. Y JANICK, J. 1988.** Métodos Genotécnicos en frutales. Editorial Calipso, S.A. México. 606 p.
- MORENO MARTÍNEZ, M.E. 1996.** Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México 393 p.
- NAKAGAWA João 1980.** Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 46p.
- NEGREROS, P.; APODACA, M.; MIZE, C.W. 2010.** Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques*, 16 ( 2 ) , 7 - 1 8 . ([http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140504712010000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140504712010000200001&lng=es&tlng=es).) Acceso: 27/11/2013.
- NOORDEGRAA, C. V. 1994.** Production and marketing of high quality plants. *Acta Hort.* 353:134–148.

- ORZOLEK, M.D. 1991.** Establishment of vegetables in the field. HortTechnol. 1, 78-81.
- OVIEDO, V. R. S. 2007.** Produção de tomate em função da idade da muda e volume do recipiente. Piracicaba: Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, 80 p. Tese Doutorado.
- PALMAVEN. 1991.** Fertilización en cafeto. Publicaciones de Divulgación Agrícola. Ediciones PALMAVEN, S.A. Caracas.
- PAULUS D; PAULUS E. 2007.** Efeito de substratos agrícolas na produção de mudas de hortelã propagadas por estaquia. Horticultura Brasileira, 23:594-597.
- PERIRA C.; PINHO VON E.; FERREIRA D.; PEREIRA E. 2002.** DETERMINAÇÃO DE INIBIDORES DA GERMINAÇÃO NO ESPERMÓDITIS DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.). Revista Brasileira de Sementes, vol. 24, nº 1, p.306-311.
- PERISSEE, P. 2002.** Semillas, un punto de vista agronómico. ISBN: 987-443-5087-3. Cordoba Argentina. Educacion ciencia y cultura. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar>. [Fecha de consulta: octubre de 2017].
- POISSON, J. 1977.** Aspects chimiques et biologiques de la composition du café vert. In: Colloque Scientifique International sur le Café, 8. Abidjan, November 28 - Décembre 3, 1977. Paris, ASIC, p. 33-57.
- PONCE, WFA. 1991.** Efecto del ácido giberélico y la eliminación del pergamino en la germinación del café y Producción de plantas en bolsas vs, camas con y sin poda de raíz. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. [Disertación Ingeniero Agrónomo]. 40 p.
- PRIETO, R.J.A.; GARCÍA, R.J.L.; MEJÍA, B.J.M.; HUCHÍN, A.S.; AGUILAR V.J.L. 2009.** Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p.

- PROCAFE. 2006.** Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café. [On-line]. Disponible en: <http://www.procafe.com>. [Fecha de consulta: octubre de 2017].
- QUESADA, G. Y C. MÉNDEZ. 2005.** Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agron. Mesoamer.* 16(2): 171-183.
- RILEY, J.M. 1988.** Gibberellic Acid For Set and Seed Germination *CRFG Journal*. Vol 19. pp 10-12.
- RODRÍGUEZ, T.D.A. 2008.** Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.
- SALISBURY, F. y ROSS C. 1994.** Respuestas del crecimiento a la temperatura. *Fisiología vegetal*. Grupo Editoriales Iberoamerica. Mexico. P534-559.
- SANABRIA, D. R. SILVA-ACUÑA, M. OLIVEROS Y U. MANRIQUE. 2004.** Germinación de semillas de las leguminosas arbustivas forrajeras *Cratylia argentea* y *Cassipourea schottii* sometidas a inmersión en ácido sulfúrico. *Bioagro* 16(3): 225-230.
- SANTACREO, R. 2003.** Variedades y mejoramiento genético del café. IHCAFÉ. [On-line]. Disponible en: [http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/HCAFE\\_variedades\\_mejoramiento.pdf](http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/HCAFE_variedades_mejoramiento.pdf). [Fecha de consulta: diciembre de 2017].
- SAS INSTITUTE (1985)** SAS User's Guide: Basics, Version 5. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SAKAKIBARA H. 2006.** Cytokinins: Activity, Biosynthesis, and Translocation. *Annual Review of Plant Biology* 57, 431-449
- SOLOMON, E., L. BERG Y D. MARTÍN. 2001.** *Biología*. 5<sup>ta</sup> Edición. México.
- SRIVASTAVA, L. 2002.** *Plant growth and development. Hormones and environment*. Academic Press Elsevier science. London, 772 pp

- THOMPSON, B. 1985.** Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. M. L. Durges. Forest Research Laboratory. Oregon State University. p. 59-65.
- TRINIDAD, P. 2008.** Efecto de diferentes sustratos. Arena, suelo y bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y sus combinaciones en la producción de plántulas de Apamate (*Tabebuia rosea Bertool*) Trabajo de grado. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela.
- UEGUCHI-TANAKA M, NAKAJIMA M, MOTOYUKI A, MATSUOKA M. 2007.** Gibberellin receptor and its role in gibberellin signaling in plants. Annual Review of Plant Biology 58, 183-98
- URBANEJA, S. Y QUIJADA, M. 2006.** Evaluación de diferentes tratamientos en pregerminación de café para la obtención de plántulas. Proyecto de Investigación Rubro Café. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Caripe, estado Monagas, Venezuela. 38 p.
- VALENCIA, A. (1970), G.** Tratamientos para acelerar la germinación de la semilla de café. Revista cafetera de Colombia. 19(146):55-59. 1970.
- VALENCIA, A. Y G. 2005.** Fisiología, Nutrición Y Fertilización Del Cafeto. Publicación, International PlantNutritionInstitute. [Disponible en la web].
- VELÁSQUEZ, J. Y RENGEL. 1998.** Manejo y tecnificación del cultivo de café. Editado por E.T.A. Caripe. 32 pág.
- VALIO, I.F.M. 1980.** Inhibition of germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) by the endocarp. J. Seed Technol. 5: 32-39.
- VEGA, C; MALO, G; ELETA, F. 1998.** Variedades de café. Documento en línea última visita 25/09/2017 disponible en:  
[http://www.cafedeeleta.com/nuestro\\_variedades.htm](http://www.cafedeeleta.com/nuestro_variedades.htm).
- VIGI, P. 2011.** El cultivo del café. Documento en línea última visita 05/03/2016 disponible en: <http://es.scribd.com/doc/58493698/El-Cultivo-del-Cafe>.



**APENDICE**

**Cuadro 1. Porcentaje de emergencia (PE) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	88,00	88,00	88,00	88,00	352,00	88,00
0-CP	12,00	48,00	32,00	40,00	132,00	33,00
10-SP	64,00	56,00	56,00	24,00	200,00	50,00
10-CP	0,00	12,00	12,00	0,00	24,00	6,00
20-CP	8,00	0,00	8,00	8,00	24,00	9,00
20-SP	60,00	68,00	52,00	40,00	220,00	55,00
30-SP	64,00	52,00	12,00	40,00	168,00	42,00
30-CP	0,00	4,00	4,00	24,00	32,00	12,00
Total	296,00	328,00	264,00	264,00	1,15200	288,00
Promedios	37,00	41,00	33,00	33,00	144,00	36,00

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (PE) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	2225,750000	317,964286	15,87	<.0001*
Error	24	480,750000	20,031250		
Total	31	2706,500000			

Coefficiente de variación =27,13%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 3. Índice de velocidad de emergencia (IVG) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	1,01	1,04	1,05	1,23	4,33	1,08
0-CP	0,09	0,34	0,22	0,34	0,99	0,25
10-SP	0,71	0,67	0,72	0,29	2,39	0,60
10-CP	0,00	0,09	0,11	0,00	0,20	0,05
20-CP	0,06	0,00	0,07	0,07	0,20	0,05
20-SP	0,72	0,92	0,71	0,45	2,80	0,70
30-SP	0,66	0,59	0,11	0,42	1,78	0,45
30-CP	0,00	0,04	0,04	0,24	0,32	0,08
Total	3,25	3,69	3,03	3,04	13,01	3,26
Promedios	0,41	0,46	0,38	0,38	1,63	0,41

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 4. Análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación (IVG) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor	Pr>F
Tratamientos	7	2327,750000	332,535714	20,72	<0,001*
Error	21	385,250000	16,052083		
Total	31	2713,000000			

Coefficiente de variación =24,28%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 5. Altura promedio de los fosforito (ALF) a los 42 dds (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	4,30	3,80	4,20	4,20	16,50	4,13
0-CP	2,50	2,70	2,40	2,40	10,00	2,50
10-SP	3,80	3,60	3,80	3,60	14,80	3,70
10-CP	0,00	2,75	3,25	0,00	6,00	1,50
20-CP	2,00	0,00	3,00	3,25	8,25	2,06
20-SP	3,80	3,60	3,80	3,50	14,70	3,68
30-SP	3,80	4,00	4,00	3,80	15,60	3,90
30-CP	0,00	3,00	1,50	2,83	7,33	1,83
Total	20,20	23,45	25,95	23,58	93,18	23,30
Promedios	2,53	2,93	3,24	2,95	11,65	2,91

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura promedio de los fosforitos (ALF) a los 42 dds (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	3,15149688	0,45021384	3,38	0,0119*
Error	21	3,19937500	0,13330729		
Total	31	6,35087187			

Coefficiente de variación =20,39%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 7. Altura promedio de las plántulas (ALT) de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	4,34	4,22	4,51	4,01	17,08	4,27
0-CP	3,72	3,80	4,28	3,78	15,58	3,90
10-SP	4,27	4,00	3,09	3,66	15,02	3,76
10-CP	0,00	2,92	3,65	0,00	6,57	1,64
20-CP	3,60	0,00	3,85	4,10	11,55	2,89
20-SP	4,13	3,81	4,11	4,06	16,11	4,03
30-SP	4,11	3,87	4,25	3,88	16,11	4,03
30-CP	0,00	3,25	2,10	3,60	8,95	2,24
Total	24,17	25,87	29,84	27,09	106,97	26,76
Promedios	3,02	3,23	3,73	3,39	13,37	3,35

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para la altura promedio (ALT) de las de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor	Pr>F
Tratamientos	7	26,36867188	3,76695313	2,87	0,0251*
Error	21	31,48517500	1,31188229		
Total	31	57,85384688			

Coefficiente de variación =34,26%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

Promedio =

**Cuadro 9. Diámetro del cuello (DC) de las de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg·l <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	2,33	2,21	2,18	2,16	8,88	2,22
0-CP	2,40	2,37	2,44	2,42	9,63	2,41
10-SP	2,24	2,24	2,34	1,83	8,65	2,16
10-CP	0,00	2,02	2,16	0,00	4,18	1,05
20-CP	1,74	0,00	2,04	2,21	5,99	1,50
20-SP	2,24	2,05	2,18	2,07	8,54	2,14
30-SP	2,17	3,05	2,11	2,26	9,59	2,40
30-CP	0,00	1,88	1,41	1,62	4,91	1,23
Total	13,12	15,82	16,86	14,57	60,37	15,11
Promedios	1,64	1,98	2,11	1,82	7,55	1,89

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para el Diámetro del cuello (DC) de las plántulas de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor	Pr>F
Tratamientos	7	8,30174688	1,18596384	2,74	0,0305*
Error	21	10,37877500	0,43244896		
Total	31	18,68052187			

Coefficiente de variación =34,86%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 11. Longitud radical (LR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	2,51	3,59	2,18	3,03	11,31	2,83
0-CP	2,85	3,20	2,44	3,12	11,61	2,90
10-SP	2,70	3,14	2,34	3,13	11,31	2,83
10-CP	0,00	3,22	2,16	0,00	5,38	1,35
20-CP	2,50	0,00	2,04	3,40	7,94	1,99
20-SP	3,65	2,91	2,18	2,71	11,45	2,86
30-SP	2,92	2,62	2,11	3,17	10,82	2,71
30-CP	0,00	2,85	1,41	2,30	6,56	1,64
Total	17,13	21,53	16,86	20,86	76,38	19,11
Promedios	2,14	2,69	2,11	2,61	9,55	2,39

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para longitud radical (LR) de plántulas de café (*Coffea arabica*L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor	Pr>F
Tratamientos	7	11,14568750	1,59224107	1,71	0,1537ns
Error	21	22,32400000	0,93016667		
Total	31	33,46968750			

Coefficiente de variación =40,40%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 13. Biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,392	0,330	0,360	0,340	1,422	0,356
0-CP	0,330	0,350	0,370	0,290	1,340	0,335
10-SP	0,370	0,350	0,320	0,250	1,290	0,323
10-CP	0,000	0,300	0,200	0,000	0,500	0,125
20-CP	0,190	0,000	0,160	0,280	0,630	0,158
20-SP	0,370	0,330	0,310	0,300	1,310	0,328
30-SP	0,260	0,260	0,370	0,300	1,190	0,280
30-CP	0,000	0,220	0,190	0,220	0,630	0,158
Total	1,912	2,140	2,280	1,980	8,312	2,063
Promedios	0,239	0,268	0,285	0,248	1,039	0,258

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte aérea (BFPA) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de	Grados de	Suma de	Cuadrado	Valor	Pr>F
Tratamientos	7	1818,375000	259,767857	6,98	0,0001*
Error	21	893,625000	3,234375		
Total	31	2712,000000			

Coefficiente de variación =36,98%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 15. Biomasa fresca parte radical (BFPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,050	0,070	0,050	0,062	0,232	0,058
0-CP	0,045	0,050	0,050	0,050	0,195	0,049
10-SP	0,065	0,050	0,060	0,045	0,220	0,055
10-CP	0,000	0,036	0,050	0,000	0,086	0,022
20-CP	0,055	0,050	0,045	0,070	0,220	0,055
20-SP	0,056	0,050	0,060	0,052	0,218	0,055
30-SP	0,048	0,040	0,060	0,063	0,211	0,053
30-CP	0,000	0,020	0,025	0,030	0,075	0,019
Total	0,319	0,366	0,400	0,372	1,457	0,364
Promedios	0,040	0,046	0,050	0,047	0,183	0,046

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la parte radical (BFPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	1446,125000	206,589286	4,08	0,0044*
Error	21	1214,875000	50,619792		
Total	31	2661,000000			

Coefficiente de variación =43,12%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 17. Biomasa fresca total (BFT) de las plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,442	0,400	0,410	0,402	1,654	0,414
0-CP	0,375	0,400	0,420	0,340	1,535	0,384
10-SP	0,435	0,400	0,380	0,295	1,510	0,378
10-CP	0,000	0,336	0,250	0,000	0,586	0,147
20-CP	0,245	0,050	0,205	0,350	0,850	0,213
20-SP	0,426	0,380	0,370	0,352	1,528	0,382
30-SP	0,308	0,300	0,430	0,363	1,401	0,350
30-CP	0,000	0,240	0,215	0,250	0,705	0,176
Total	2,231	2,506	2,680	2,352	9,769	2,442
Promedios	0,279	0,313	0,335	0,294	1,221	0,305

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para la biomasa fresca total (BFT) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	1878,750000	268,392857	7,63	<.0001*
Error	21	844,250000	35,177083		
Total	31	2723,000000			

Coefficiente de variación =35,95%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 19 Biomasa seca parte aérea (BSPA) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,074	0,065	0,072	0,067	0,278	0,070
0-CP	0,099	0,120	0,109	0,075	0,403	0,101
10-SP	0,079	0,059	0,058	0,055	0,251	0,063
10-CP	0,00	0,096	0,072	0,00	0,168	0,042
20-CP	0,071	0,00	0,060	0,081	0,212	0,053
20-SP	0,068	0,067	0,059	0,067	0,261	0,065
30-SP	0,058	0,063	0,069	0,065	0,255	0,064
30-CP	0,00	0,112	0,103	0,049	0,264	0,066
Total	0,449	0,582	0,602	0,459	2,092	0,523
Promedios	0,056	0,073	0,075	0,057	0,2615	0,065

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 20. Análisis de varianza para la Biomasa seca parte aérea (BSPA) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	714,2500000	102,0357143	1,36	0,2653ns
Error	21	1795,750000	74,822917		
Total	31	2510,000000			

Coefficiente de variación =52,42%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 21. Biomasa seca parte radical (BSPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,020	0,022	0,024	0,023	0,089	0,022
0-CP	0,017	0,019	0,017	0,019	0,072	0,018
10-SP	0,020	0,019	0,018	0,017	0,074	0,019
10-CP	0,00	0,013	0,024	0,00	0,037	0,009
20-CP	0,050	0,00	0,018	0,025	0,093	0,023
20-SP	0,020	0,017	0,020	0,017	0,074	0,019
30-SP	0,017	0,017	0,022	0,018	0,074	0,019
30-CP	0,00	0,147	0,013	0,014	0,174	0,044
Total	0,144	0,254	0,156	0,133	0,687	0,172
Promedios	0,018	0,032	0,020	0,017	0,086	0,021

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 22. Análisis de varianza para la biomasa seca parte radical (BSPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	193,6250000	27,6607143	0,62	0,7325ns
Error	21	1066,875000	44,453125		
Total	31	1260,500000			

Coefficiente de variación = 40,40%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 23. Biomasa seca total (BST) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,094	0,087	0,096	0,090	0,367	0,092
0-CP	0,116	0,139	0,126	0,094	0,475	0,119
10-SP	0,099	0,078	0,076	0,072	0,325	0,081
10-CP	0,000	0,109	0,096	0,000	0,205	0,051
20-CP	0,121	0,000	0,078	0,106	0,305	0,076
20-SP	0,088	0,084	0,079	0,084	0,335	0,084
30-SP	0,075	0,080	0,091	0,083	0,329	0,082
30-CP	0,000	0,259	0,116	0,063	0,438	0,110
Total	0,593	0,836	0,758	0,592	2,779	0,695
Promedios	0,074	0,105	0,095	0,074	0,347	0,087

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 24. Análisis de varianza para la biomasa seca total (BST) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	681,7500000	97,928571	1,23	0,3231ns
Error	21	1893,2500000	78,885417		
Total	31	2575,0000000			

Coefficiente de variación =53,82%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 25. Relación biomasa seca parte aérea/ biomasa seca parte radical (BSPA/BSPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	3,70	2,95	3,00	2,91	12,57	3,14
0-CP	5,82	6,32	6,41	3,95	22,50	5,62
10-SP	3,95	3,11	3,22	3,24	13,51	3,38
10-CP	0,00	7,38	3,00	0,00	10,38	2,60
20-CP	1,42	0,00	3,33	4,76	9,52	2,38
20-SP	3,4	3,94	2,95	3,72	14,01	3,50
30-SP	3,41	3,71	3,14	4,64	14,90	3,72
30-CP	0,00	0,76	7,92	3,50	12,18	3,05
Total	21,71	28,17	32,98	26,73	109,58	27,39
Promedios	2,71	3,52	4,12	3,34	13,69	3,42

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 26. Análisis de varianza para la relación biomasa seca parte aérea/biomasa seca parte radical (BSPA/BSPR) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	799,5000000	114,2142857	1,43	0,2398ns
Error	21	1918,0000000	79,916667		
Total	31	2717,5000000			

Coefficiente de variación =54,18%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

**Cuadro 27. Índice de calidad de desarrollo (IQD) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 57 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

ProGibb Dosis (mg*L <sup>-1</sup> )	Bloques				Total	Promedios
	I	II	III	IV		
0-SP	0,01690	0,01789	0,01894	0,01887	0,07259	0,01815
0-CP	0,01573	0,01755	0,01543	0,01706	0,06578	0,01644
10-SP	0,01691	0,01595	0,01673	0,01375	0,06334	0,01583
10-CP	0,00000	0,01234	0,02047	0,00000	0,03281	0,00820
20-CP	0,03468	0,00000	0,01494	0,01601	0,06563	0,01641
20-SP	0,01678	0,01448	0,01634	0,01478	0,06238	0,01560
30-SP	0,01414	0,01608	0,01767	0,01305	0,06094	0,01523
30-CP	0,00000	0,10399	0,01232	0,01101	0,12732	0,03183
Total	0,11513	0,19829	0,13284	0,10454	0,55080	0,13770
Promedios	0,01439	0,02478	0,01660	0,0131	0,06884	0,01721

SP: semillas sin pergamino; CP: semillas con pergamino.

**Cuadro 28. Análisis de varianza índice de calidad de desarrollo (IQD) de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. “Catuai amarillo” a los 45 dds provenientes de semillas sometidas a dos forma de escarificación e imbibidas en diferentes concentraciones de bioestimulante.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Tratamientos	7	703,5000000	100,5000000	1,19	0,3431ns
Error	21	2019,0000000	84,1250000		
Total	31	2722,5000000			

Coefficiente de variación =55,58%.

\*= Significativo al (p≤ 0,05)

n.s = No significativo al (p> 0,05)

## HOJAS METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

<b>Título</b>	<b>Efecto del ácido giberélico (ag<sub>3</sub>) sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) CV. “catuaí amarillo”.</b>
---------------	--

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Cedeño Gómez Celiangel Del Carmen</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I: 21.012.390</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Celi_cg18@hotmail.com</b>

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: “Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2”. Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cédula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

### Palabras o frases claves:

fitohormonas
bioestimulante
café
germinación
tesis de trabajo de grado

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Agronómica

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

### Resumen (Abstract):

Durante los meses de mayo a julio del 2018, se llevó acabo la siguiente investigación. El objetivo del presente trabajo de grado: Fue evaluar el efecto del ácido giberelico (AG3) en la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) cv. "Catuaí amarillo". Los tratamientos utilizados fueron: 0; 10; 20; 30; mgL-1 de AG3 con y sin pergamino éste se le removió de forma manual, la imbibición de las semillas en las respectivas soluciones fue por un lapso de 24hr, los mismos fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar. Los parámetros de estudios se realizaron en la etapa de fosforito a los 42 y en etapa de chapola a los 57 días después de la siembra. Los resultados indican que el mayor porcentaje de emergencia lo obtuvo el tratamiento T1 dosis de 0 mg/l de AG3 sin pergamino con un 88%. El mismo alcanzó mayor valor para los parámetros: índice de velocidad de emergencia, altura de fosforitos a los 42 dds, altura de las plántulas a los 57 dds, biomasa fresca aérea, biomasa fresca radical, biomasa fresca total. Para el índice de calidad de Dickson el Progibb (AG3) no tuvo incidencia en la calidad de las plántulas.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
MSc. Acosta M., Jesús	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	C.I. 11.005.240
	<b>e-mail</b>	Jefaust03@gmail.com
Dr. Montaña M., Nelson J	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	C.I. 4.505.457
	<b>e-mail</b>	nelmon@cantv.net
Ing. Lara Leonardo	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	C.I 13.250.385
	<b>e-mail</b>	leolara1177@gmail.com
MSc. Royett Julio	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	C.I 18.651.313
	<b>e-mail</b>	julioroyett@hotmail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad).. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2019	02	27

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

**Lenguaje:** spa      Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

### Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>
NMOTTG_CGCD2019

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M  
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

### Alcance:

Espacial: \_\_\_\_\_ (opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

**Nivel Asociado con el trabajo:** Ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

### Área de Estudio:

Tecnología y Ciencias Aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

### Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

## Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

  
**JUAN A. BOLANOS CURREL**  
Secretario





C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manja

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 6/6

De acuerdo al Artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado:

Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.



Celiangel Cedeño

Autora



Dr. Nelson J Montaña



MSc. Jesús Acosta

Asesores