

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA
INDUCCIÓN DE CALLOS DE CUATRO SOLANÁCEAS, *Solanum
lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var.
Padano, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal,
CON DIFERENTES COMBINACIONES DE ÁCIDO 1-
NAFTALENACÉTICO (ANA) Y 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) EN
EL MEDIO DE CULTIVO MURASHIGE & SKOOG.**

JULIO MEDINA RODRÍGUEZ

2-740-457

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA
INDUCCIÓN DE CALLOS DE CUATRO SOLANÁCEAS, *Solanum
lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var.
Padano, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal,
CON DIFERENTES COMBINACIONES DE ÁCIDO 1-
NAFTALENACÉTICO (ANA) Y 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) EN
EL MEDIO DE CULTIVO MURASHIGE & SKOOG.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS
TROPICALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECIARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO POR:

M.Sc. SIMÓN VÁSQUEZ

DIRECTOR

M.Sc. WALDO ESPINOSA

ASESOR

M.Sc. NORBERTO PITY

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

AGRADECIMIENTOS.

Dios ante todo las gracias por darme la oportunidad de finalizar esta etapa de mi vida profesional.

A mis padres, mis hermanos (as), familiares (tíos, primos, etc.), a esas grandes amistades que permanecieron en este largo proceso, y por tener todas esas grandes personas que en algún momento incluso por esos “Buenos días” que te cambiaban tu actitud y te daban las buenas vibras.

Por tener a esa “Persona especial (KEGT)” que me brindó la duda de saber que podía dar mas de lo que yo veía.

*“Lo que definirá tus días, si son buenos o malos, será tu
actitud”.*

Seamos parte de la solución...

DEDICATORIA.

A las personas mas importantes de mi vida como lo son mis padres, MARTA RODRÍGUEZ Y GREGORIO MEDINA.

A mi persona por saber que los planes de DIOS son perfectos, que a pesar de los retos si se pudo, y que nunca habrá otro día mejor para cumplir tus sueños que hoy.

A esas personas que no están presentes y que creyeron en mí.

*“Se un apasionado en tu trabajo, y nunca tendrás que trabajar en
tu vida”*

Medina Rodríguez, J. 2023. **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS DE CUATRO SOLANÁCEAS, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, CON DIFERENTES COMBINACIONES DE ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) Y 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) EN EL MEDIO DE CULTIVO MURASHIGE & SKOOG.** Tesis. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales.

Palabras claves: Inducción de callos, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano*, *S. torvum*, *S. sessiliflorum*, ANA, BAP, Murashige & Skoog, *In vitro*.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá en Chiriquí desde marzo de 2022 hasta febrero de 2023.

El estudio se fundamentó en evaluar la calidad de la respuesta a la inducción de callos de dos variedades de tomate (*Rio Grande* y *Padano*) y dos especies solanáceas silvestres (*S. torvum* y *S. sessiliflorum*) con 11 combinaciones de ANA y BAP en el medio de cultivo Murashige & Skoog. Se utilizó un diseño de tratamientos completamente al azar con arreglo bifactorial de 4 Genotipos vs 11 Medios de cultivos (44 tratamientos factoriales) y 7 repeticiones que generaron 308 unidades experimentales. Se evaluaron 6 variables de respuestas: Peso Fresco del Callo, Diámetro del Callo, Respuesta a la Inducción de Callos, Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias, Tipo de Callo y Tonalidad (Color) del Callo.

Las semillas de los genotipos, luego de ser desinfectadas y embebidas en una solución de 500 mg/L GA3, se cultivaron *In vitro* en un medio de cultivo Murashige & Skoog sin reguladores de crecimiento. En la etapa inducción de callos se cultivaron *In vitro* explantes de 0.5 cm x 0.5 cm procedentes de la hoja de plántulas de 30-35 DDS. A los 40 días se hicieron la toma de los datos.

Los resultados reflejaron respuestas variables para los factores Genotipos y Medios de Cultivos. Los mayores pesos frescos y diámetros promedios el mayor peso fresco y diámetro del callo se obtuvo en *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* con 1 mg/L de BAP- 0.2 mg/L ANA (M6), se presentó en un 47.71 % una respuesta buena a alta a la inducción de callos, se logró suprimir la generación de raíces adventicias en un 72.72 % de los tratamientos. Igualmente, en un 25 % de los tratamientos se obtuvieron callos friables y en un 64 % callos de tonalidad clara.

Para la obtención de callos friables con baja presencia de raíces adventicias se recomiendan para los genotipos, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. sessiliflorum*. los medios de cultivos M6, M8 y M11. Para *S. torvum* se sugiere del medio M10.

Medina Rodríguez, J. 2023. **EVALUATION OF THE QUALITY OF THE RESPONSE TO CALLUS INDUCTION OF FOUR SOLANACEAS, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, WITH DIFFERENT COMBINATIONS OF 1-NAPHTHALENEACETIC ACID (NAA) AND 6-BENZYLAMINOPURINE (BAP) IN THE MURASHIGE & SKOOG CULTURE MEDIUM.** Tesis. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ingeniería Agronómica en Cultivos Tropicales.

Keywords: Callus induction, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano*, *S. torvum*, *S. sessiliflorum*, NAA, BAP, Murashige & Skoog, *in vitro*.

ABSTRACT

The research was carried out in Plant Tissue Culture Laboratory of Faculty of Agriculture sciences of the University of Panamá in Chiriquí from March 2022 to February 2023.

The study was based on evaluating the quality of response to callus induction of two varieties of tomatoes (*Rio Grande* y *Padano*) and two wild solanaceous species (*S. torvum* y *S. sessiliflorum*) with 11 combinations of NAA and BAP in the Murashige & Skoog culture medium. A completely randomized treatment design was used with a bifactorial arrangement of 4 genotypes vs 11 Culture media (44 factorial treatments) and 7 repetitions that generated 308 experimental units. Six response variables were evaluated: Callus Fresh Weight, Callus Diameter, Callus Induction Response, Response to Cordless Root Generation, Callus Type and Callus Coloration.

The seeds of the genotypes, after being disinfected and embedded in a with 500 mg/L GA3, were cultivated *In vitro* in a Murashige & Skoog without growth regulators. In the callus induction stage explants of 0.5 cm x 0.5 cm from the leaves of seedlings of 30-35 DDS were cultivated *In vitro*. At 40 days the data was taken.

The results reflected variable responses for the Genotypes factor. The highest fresh weights and callus diameters were obtained in *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* with 1 mg/L de BAP- 0.2 mg/L NAA, a good to high response to callus induction was presented in 47.71, in was possible to suppress the generation of adventitious roots in 72.72 % of treatments, friable callus was obtained 25 % and light-toned callus 64 %.

To obtain friable calluses with low presence of adventitious roots, the genotypes *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* and *S. sessiliflorum*, the culture media M6, M8 y M11 is recommended. In the *S. torvum* specie, the culture medium M10 is suggested.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento de problema.....	3
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	7
1.6. Alcances y Limitaciones.....	8
II. REVISIÓN LITERARIA.....	9
2.1. El tomate, <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	9
2.1.1. Morfología de la Planta. (Saavedra De Real, 2012).....	10
2.1.2. <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i>	11
2.1.3. <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	12
2.1.4. El cultivo de tomate en Panamá.....	12
2.2. <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal.....	13

2.2.1. Morfología de la Planta.....	15
2.3. <i>Solanum torvum</i> Swartz.....	16
2.3.1. Morfología de la Planta.....	18
2.4. La Marchitez bacteriana, <i>Ralstonia solanacearum</i> Smith, en solanáceas.....	20
2.5. Característica de Importancia de los genotipos silvestres del género <i>Solanum</i> sp. L.....	22
2.6. El papel de la biotecnología en el mejoramiento de plantas de interés.	23
2.7. Cultivo de tejidos vegetales in vitro	24
2.7.1. El explante	24
2.7.2. Medio de cultivo y características.....	25
2.7.3. Cultivo de callo	25
2.7.4. Reguladores de crecimiento.....	26
2.7.4.1. Auxinas	26
2.7.4.2. Citoquininas.....	27
2.7.4.3. Giberelinas.....	27
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Ubicación Geográfica.....	28
3.2. Selección del Material Vegetal	28
3.3. Preparación de las semillas	29
3.3.1. Desinfección de las Semillas.....	30
3.3.2. Pre-tratamiento de las semillas previo al establecimiento <i>In vitro</i> .	31
3.4. Etapa de establecimiento <i>In vitro</i>	33
3.4.1. Composición de medio de cultivo.....	34

3.4.2.	Desinfección de semillas germinadas	34
3.4.3.	Siembra <i>In vitro</i>	34
3.4.4.	Condiciones de establecimiento de las plántulas <i>In vitro</i>	35
3.5.	Etapa de Inducción de Callos.....	36
3.5.1.	Medios de Cultivos para la Inducción de Callos	36
3.5.2.	Fuente de los explantes.	37
3.5.3.	Cultivo de explante <i>In vitro</i>	38
3.5.4.	Condiciones Incubación.....	39
3.6.	Diseño Experimental.....	39
3.7.	Variables de Respuestas.	41
3.7.1.	Peso Fresco del Callo.....	41
3.7.2.	Diámetro del Callo.	42
3.7.3.	Respuesta a la Inducción de Callos.	42
3.7.4.	Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias.	42
3.7.5.	Tipo de Callo.	44
3.7.6.	Tonalidad del Callo.....	44
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1.	Resultados de la Variable Peso Fresco del Callo (mg).	46
4.1.1.	Genotipos	47
4.1.2.	Medios de Cultivos	49
4.1.3.	Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos.....	52
4.2.	Resultados de la Variable Diámetro del Callo (mm).	64
4.2.1.	Genotipos	65
4.2.2.	Medios de Cultivos	67
4.2.3.	La Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos	69

4.3. Resultados de la Variable Respuesta a la Inducción de Callos.	80
4.3.1. Genotipos	81
4.3.2. Medios de Cultivos	83
4.3.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos.....	86
4.4. Resultados de la Variable Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias.	97
4.4.1. Genotipos	98
4.4.2. Medios de Cultivos	100
4.4.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos.....	103
4.5. Resultados de la Variable Tipo de Callo.....	115
4.5.1. Medios de Cultivos	116
4.5.2. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos.....	118
4.6. Resultados de la Variable Tonalidad del Callo.	129
4.6.1. Genotipos	130
4.6.2. Medios de Cultivos	132
4.6.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos.....	134
V. RECOMENDACIONES.....	146
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
VII. ANEXOS.....	156

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA EL TOMATE, <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	10
CUADRO II. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA <i>Solanum sessiliflorum</i> DUNAL.	14
CUADRO III. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA <i>Solanum torvum</i> SWARTZ.....	17
CUADRO IV. MEDIOS DE CULTIVOS EVALUADOS PARA INDUCCIÓN DE CALLOS DE LOS CUATRO GENOTIPOS.	37
CUADRO V. FACTORES Y SUS NIVELES EVALUADOS EN EL ENSAYO DE INDUCCIÓN DE CALLOS.....	40
CUADRO VI. ESCALAS UTILIZADAS PARA LAS VARIABLES RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS Y RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	43
CUADRO VII. ESCALAS Y SUS VALORES UTILIZADAS PARA EVALUAR LA VARIABLE DEL TIPO DE CALLO.....	44
CUADRO VIII: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PESO FRESCO DEL CALLO (mg).....	46
CUADRO IX: DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.....	47
CUADRO X. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.....	50
CUADRO XI. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).....	52
CUADRO XII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).....	55

CUADRO XIII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).....	57
CUADRO XIV. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).....	60
CUADRO XV. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA DIÁMETRO DEL CALLO (mm).....	64
CUADRO XVI: DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.....	65
CUADRO XVII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.....	67
CUADRO XVIII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).....	70
CUADRO XIX. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).....	72
CUADRO XX. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).....	75
CUADRO XXI. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).	77
CUADRO XXII. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS.	80

CUADRO XXIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS.	82
CUADRO XXIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	84
CUADRO XXV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	87
CUADRO XXVI. COMPARACIONES MÚLTIPLE POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	89
CUADRO XXVII. COMPARACIONES MÚLTIPLE POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	92
CUADRO XXVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLE POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	94
CUADRO XXIX. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	97
CUADRO XXX. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	99
CUADRO XXXI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	102

CUADRO XXXII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	105
CUADRO XXXIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	107
CUADRO XXXIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	110
CUADRO XXXV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.	112
CUADRO XXXVI. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA TIPO DE CALLO.	115
CUADRO XXXVII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE TIPO DE CALLO.	117
CUADRO XXXVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.	119
CUADRO XXXIX. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.	122
CUADRO XL. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.	124

CUADRO XLI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.	126
CUADRO XLII. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA TONALIDAD DEL CALLO.....	129
CUADRO XLIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.....	131
CUADRO XLIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.....	133
CUADRO XLV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.	135
CUADRO XLVI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.....	137
CUADRO XLVII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL. VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.	139
CUADRO XLVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.	141

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MORFOLOGÍA DEL GENOTIPO <i>Solanum sessiliflorum</i> DUNAL.	16
FIGURA 2. MORFOLOGÍA DEL GENOTIPO <i>Solanum torvum</i> SWARTZ.....	20
FIGURA 3. PREPARACIÓN DE SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS <i>S. torvum</i> Y <i>S. sessiliflorum</i> PREVIO A SU ALMACEBAMIENTO.	30
FIGURA 4. ETAPAS DE LA DESINFECCIÓN DE LAS SEMILLAS.....	31
FIGURA 5. PRE-TRATAMIENTO DE LAS SEMILLAS PREVIO A LA SIEMBRA.	32
FIGURA 6. SEMILLAS GERMINADAS UTILIZADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS <i>IN VITRO</i>	33
FIGURA 7. DESINFECCIÓN Y SIEMBRA DE SEMILLAS <i>IN VITRO</i>	35
FIGURA 8. VITROPLANTAS DONANTES DE LOS SEGMENTOS VEGETALES UTILIZADOS COMO EXPLANTES.	38
FIGURA 9. CULTIVO DEL EXPLANTE <i>IN VITRO</i> Y CAMARA DE INCUBACIÓN.	39
FIGURA 10. TOMA DE DATOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO.....	41
FIGURA 11. TOMA DE DATOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO.	42
FIGURA 12. FÓRMULA UTILIZADA PARA EL CALCULO DEL PORCENTAJE.	43
FIGURA 13. TONALIDADES DE LOS COLORES SEGÚN LA CARTA DE SAAVEDRA (2010).....	45
FIGURA 14. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (MG) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	48
FIGURA 15. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE PESO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.	51

FIGURA 16. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	54
FIGURA 17. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	56
FIGURA 18. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	59
FIGURA 19. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE <i>S. torvum</i> SW. A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	62
FIGURA 20. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (MM) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.	66
FIGURA 21. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.	69
FIGURA 22. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS (MM) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	71
FIGURA 23. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS (MM) PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	74
FIGURA 24. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.	76

FIGURA 25. PROMEDIO DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.....	78
FIGURA 26. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA EL FACTOR GENOTIPOS.	83
FIGURA 27. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA EL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS. .	85
FIGURA 28. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.	88
FIGURA 29. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	90
FIGURA 30. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	93
FIGURA 31. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	95
FIGURA 32. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA EL FACTOR GENOTIPOS.....	100
FIGURA 33. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA	

	GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA EL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.....	103
FIGURA 34.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.	106
FIGURA 35.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	108
FIGURA 36.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	111
FIGURA 37.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS.	113
FIGURA 38.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.....	118
FIGURA 39.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	120
FIGURA 40.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	123
FIGURA 41.	AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO	

PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	125
FIGURA 42. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. torvum</i> SW. VS MEDIOS DE CULTIVOS.	127
FIGURA 43. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO DEL FACTOR GENOTIPOS.....	132
FIGURA 44. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.....	134
FIGURA 45. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	136
FIGURA 46. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i> VS MEDIOS DE CULTIVOS.....	138
FIGURA 47. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE <i>S. sessiliflorum</i> DUNAL VS MEDIOS DE CULTIVOS.	140

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. COMPOSICIÓN DEL MEDIO BASAL MURASHIGE & SKOOG UTILIZADO EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.....	156
ANEXO 2. PROTOCOLO DE CASTRO, (2017), Y ARKAN SETIAJI ET AL., (2020), ENTRE OTROS AUTORES UTILIZADO PARA LA DESINFECCIÓN DE SEMILLAS GERMINADAS.....	157
ANEXO 3. CARTA DE COLORES CON SUS TONALIDADES SEGÚN SAAVEDRA.....	158

I. INTRODUCCIÓN

El género *Solanum* L., posee una amplia diversidad de especies que van desde pequeñas hierbas hasta árboles, con predominancia del hábito arbustivo. Donde el tomate, *Solanum lycopersicum* L., es una hortaliza importante, de alta producción y consumo en el mundo, su fruto es una baya que forma parte de la dieta alimenticia de las personas por su sabor y alto valor nutritivo, y conteniendo cantidades considerables de vitaminas y minerales.

A nivel del subgénero *Leptostemonum*, se encuentran especies con espinas como *Solanum sessiliflorum* Dunal, y *Solanum torvum* Sw., ambas especies de carácter silvestre y endémico, donde la primera es más domesticada y conocida, en las zonas trópicas (Orozco *et al.* 2008).

Muchas de las solanáceas de importancia económica se ven afectadas por una enfermedad bacteriana conocida como marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith, provocando pérdidas económicas considerables a la producción agrícola (Guerra Murillo *et al.* 2016).

Para Poehlman y Allen, (2003), el cultivo *In vitro* de células y tejidos comprende una gama de técnicas que permiten regenerar plantas completas a partir de tejidos embrionarios, fragmentos de tejido, callos, células aisladas o protoplastos (citado por Botero-Giraldo *et al.* 2011).

Es necesario establecer y dominar protocolos de inducción de callos friables para la manipulación directa de las células para el aislamiento de protoplastos y su posterior fusión, acelerando los procesos de manipulación genética de especies de interés agronómico.

Los callos friables y en constante división celular los hacen útil para la manipulación genética. Además, sirven de herramientas experimentales únicas en investigaciones, como lo es el aislamiento y fusión de protoplastos para obtener híbridos (Zsabados, 1991).

El potencial de las técnicas de cultivo *In vitro* es la utilidad para el mejoramiento de plantas a través de la manipulación genética con métodos tales como la hibridación somática, transformación de plantas o transferencia directa de genes y la selección *in vitro* (Botero-Giraldo *et al.* 2011).

1.1. Planteamiento de problema

La escasa y pobre existencia de materiales de *S. lycopersicum* L., con genes de resistencia a patógenos, requiere la búsqueda y uso de materiales emparentados con características potenciales para la mejora no solo del cultivo del tomate sino también de solanáceas de importancia agrícola en el país.

La incompatibilidad interespecífica de *S. lycopersicum* L., con especies rústicas y silvestres como lo son *S. sessiliflorum* Dunal y *S. torvum* Sw., para realizar cruces entre estas, y la posibilidad de generar y obtener híbridos con características de resistencia a la bacteria y sus variantes causante de la marchitez bacteriana, exige la búsqueda y el uso de técnicas que permitan tal proceso con resultados positivos.

La falta de información de utilidad básica con los genotipos mencionados y existentes en el país con respecto al tema, que aceleren el proceso de manipulación genética es muy escasa y que amerita la investigación de temas relacionados y de importancia para la mejora genética de solanáceas en Panamá.

1.2. Antecedentes

Se ha identificado que *Solanum torvum* Sw., y *Solanum sessiliflorum* Dunal., de la familia Solanaceae, son especies rústicas y silvestres que están emparentadas con el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), que tienen múltiples características de resistencia al estrés biológico y abiótico (Bagnaresi *et al.*, 2013; Gousset *et al.*, 2005, & citado por Feng *et al.* 2017).

Según Kumar *et al.* (2019) y Musa (2021), los injertos de berenjena (*Solanum melongena* L.) sobre friegaplatos (*Solanum torvum* Sw.) proporcionan una mejor supervivencia de las plantas durante períodos críticos en la temporada lluviosa, aumenta el vigor, la fructificación y menos ataque de barrenadores, prolongado la etapa de producción del cultivo y mayor ganancia en el rendimiento.

1.3. Justificación

El tomate, *Solanum lycopersicum* L., posee una base genética reducida y que, en sus parientes silvestres, como el friegaplato (*Solanum torvum* Sw.) y la naranjilla (*Solanum sessiliflorum* Dunal), endémicos de la región existe una fuente de variación genética sólida y fuerte, de gran importancia para el mejoramiento de variedades cultivadas.

Los sistemas de regeneración se han establecido con éxito en muchas variedades de *Solanum* L. Sin embargo, en comparación con plantas del mismo género, la frecuencia de diferenciación de callos de *S. torvum*, es aun relativamente baja, y no existe un sistema estable de regeneración de plantas de esta especie para la transformación genética de *S. torvum*

Para Poehlman y Allen, (2003) la micropropagación provee la producción a gran escala de genotipos heterocigóticos, genotipos autoincompatibles, un progenitor que presente esterilidad masculina en un programa de mejoramiento genético, la propagación de material fitogenético libre de enfermedades y conservación e intercambio de germoplasma (citado por Botero-Giraldo *et al.* 2011).

La falta de protocolos establecidos de inducción de callos friables en los genotipos en estudio para su posterior uso en el aislamiento y fusión de protoplastos, hace plausible generar protocolos selectivos de las técnicas de cultivo *In vitro*, para construir híbridos somáticos a partir de solanáceas cultivables y las especies como *S. sessiliflorum* y *S. torvum*.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad de respuesta a la inducción de callos de cuatro solanáceas, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, con diferentes combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la respuesta de los genotipos, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, a la inducción de callos utilizando 11 combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.
- Valorar el efecto de la calidad de la respuesta a la inducción de callos de los factores Genotipo y Medios de Cultivos utilizando 11 combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.
- Describir los efectos de las interacciones bifactoriales Genotipos vs Medios de cultivos a la calidad de respuesta a la inducción de callos.

1.5. Hipótesis

Hipótesis (o): No existen diferencias significativas en las variables de respuestas para la inducción de callos en los genotipos *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal utilizando 11 combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.

Hipótesis (a): Existen diferencias significativas en las variables de respuestas para la inducción de callos en los genotipos *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal utilizando 11 combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.

1.6. Alcances y Limitaciones

La falta de información que acelere los proyectos de mejoramiento, propone desarrollar protocolos eficientes y reproducibles de técnicas de cultivo *in vitro* de explantes de *S. sessiliflorum* Dunal y *S. torvum* Sw.

El potencial de aplicación de las técnicas de cultivo de tejidos para la generación de una nueva variante genética y su utilización en los programas de mejoramiento para la inducción de tolerancia o resistencia mediante los métodos *in vitro* en las variedades comerciales, es una alternativa promisorio, debido a las dificultades para transferir caracteres de otras variedades, por los métodos convencionales de mejoramiento genético.

Muchos sistemas de cultivo *In vitro* con diferentes niveles de complejidad pueden ser usados como base de una selección *in vitro* y la elección dependerá de la estrategia de selección que será aplicada y la capacidad de los cultivos para ser manipulados. (Capote *et al.* 2003).

La producción de callos a partir de técnicas de cultivo *in vitro* podrá ser útil en los futuros planes de mejoramiento genético del tomate y solanáceas de importancia en país.

II. REVISIÓN LITERARIA

2.1. El tomate, *Solanum lycopersicum* L.

El tomate es una planta perenne de tipo arbustivo que se cultiva como planta anual. En cuanto a la morfología de la planta, puede ser de tipo rastrero, semi-erecta o erecta, existiendo dos tipos de plantas: determinadas e indeterminadas. (Saavedra De Real, 2012)

Según Chamarro, (2001), la planta de tomate se desarrolla bien en un amplio rango de condiciones ambientales, latitudes, tipos de suelos, temperaturas y es moderadamente tolerante a la salinidad, pero prefiere ambientes cálidos, con buena iluminación y suelos con buen drenaje. Temperaturas ideales para su desarrollo vegetativo están entre 25 y 30° C, el cultivo requiere una temperatura mínima de 12° C para un correcto desarrollo, aunque soporta temperaturas más bajas durante breves períodos de tiempo. El pH ideal para su mejor crecimiento está entre 6-6.5. (Citado por Saavedra De Real, 2012)

CUADRO I. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA EL TOMATE, *Solanum lycopersicum* L.

Reino	Plantae
División	Spermatophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Solanum</i> L.
Especie	<i>S. lycopersicum</i> L.

(GBIF, 2022)

2.1.1. Morfología de la Planta. (Saavedra De Real, 2012)

El sistema radicular: presenta una raíz principal pivotante, la cual alcanza aproximadamente a 60 centímetros de profundidad, produce raíces adventicias y ramificaciones que pueden formar una masa densa con bastante volumen.

El tallo: es erguido durante los primeros estados de desarrollo, pero se tuerce debido al peso en el caso de plantas de crecimiento determinado, aunque en plantas indeterminadas está dado por el manejo de poda y conducción dado durante su crecimiento. La superficie es angulosa, provista de pelos agudos o tricomas y glándulas que desprenden un líquido de aroma muy característico.

Las hojas: son compuestas, insertándose en los nudos en forma alterna. El limbo puede tener de siete a once foliolos, y al igual que los tallos poseen glándulas secretoras aromáticas.

La flor: es perfecta, regular e hipógina, los sépalos, pétalos y estambres están insertos en el receptáculo por debajo del gineceo (ovario supero), tiene cinco o más sépalos e igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos helicoidalmente a intervalos de 135°. Igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo. El ovario puede ser bi o plurilocular, que da origen a un fruto o baya bi o plurilocular constituida por el pericarpio.

Las flores: se ordenan en inflorescencias de tipo racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima multípara, pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia. En el caso de tomate para agroindustria, la mayoría de las variedades usadas son de tipo determinadas con inflorescencia cima unípara, mientras que, para consumo fresco para invernadero, son de tipo indeterminadas con inflorescencia en racimo simple.

La semilla: es de forma oval aplastada de color grisáceo, cubierta de vellosidades, de unos 3 a 5 milímetros de tamaño.

2.1.2. *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*

Es una variedad de tomate de tipo rastrero, crecimiento determinado destinado principalmente para hacer conserva, aunque puede usarse también para comer en fresco. Frutos alargados cilíndricos, firmes con mucha pulpa y buen sabor. (Prodac, 1992)

2.1.3. *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*

Esta variedad es de uso industrial, actualmente muy utilizada por los productores ya que esta presenta una buena característica o vida de anaquel, posee altura intermedia, follaje denso, fruto ovalado. (Jímenez-Martínez, Gutiérrez, & González, 2010)

2.1.4. El cultivo de tomate en Panamá

La producción de tomate industrial en el país se concentra en las provincias de Herrera y Los Santos. En los últimos 5 años ha disminuido en un 15.7% 1082 Ton/ha, reflejándose en un 19.3% menos de superficie sembrada (28 hectáreas). Para el cierre agrícola 2020-2021, el rendimiento fue de 50.5 Ton/ha con una producción total de 6067 toneladas bajo condiciones de riego, la variedad usada es el IDIAP T8 con una superficie sembrada de 123.36 hectáreas distribuidas en 71 productores. (IDIAP, 2021)

El tomate de perita, para el ciclo 2020-2021, obtuvo rendimientos de 46.5 Ton/ha, la producción nacional fue de 5741 toneladas, la superficie sembrada es de 102 hectáreas distribuidas en 232 productores. (IDIAP, 2021)

El tomate es comprado al productor a B/. 8.50 por quintal, con un costo de producción de B/. 9 663 por hectárea, una rentabilidad de 23.15 %/ha y con un aporte a la economía de 1.19. Una de las principales limitaciones de la producción nacional es la escasa disponibilidad de híbridos con buenos rendimientos y con tolerancia a la marchitez bacteriana. (IDIAP, 2021)

2.2. *Solanum sessiliflorum* Dunal.

Es una especie nativa de ceja de selva y selva alta de América Tropical, se distribuye naturalmente entre los 0 y 1200 msnm. En Panamá es conocida como la “naranjilla nacional”.

Es una planta arbustiva andromonóica, de vigor fuerte, intermedio y débil; de rápido crecimiento, llegando a medir hasta 2 metros de altura, según el ecotipo. Se ramifican desde el nivel del suelo o desde 10 a 15 centímetros, de acuerdo al cultivar, con una distribución irregular con un patrón de ramificación extensivo a excepción de algunos que presentan un patrón de ramificación intensivo, sus ramas crecen rectas y arqueadas, con tallos gruesos, semileñosos, cilíndricos y muy pubescentes. (Figura 1a)

Crece en zonas con temperaturas medias entre 180° C y 300° C, con precipitación pluvial distribuida entre 1500 y 4500 milímetros de agua anual, y una humedad relativa de 70 a 90% por año. Se cultiva en los distintos tipos de suelos, preferiblemente en suelos de textura arcillosa a franca y rica en materia orgánica y con buen drenaje.

CUADRO II. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA *Solanum sessiliflorum* Dunal.

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Solanum</i> L.
Especie	<i>S. sessiliflorum</i> Dunal

(GBIF, 2022)

2.2.1. Morfología de la Planta (Carbajal & Balcazar, 2002)

La densidad de pubescencia generalmente todos los ecotipos presentan una densidad media y tallo de un color verde; la mayoría de los ecotipos tienen ausencia de espinas en el tallo.

Las hojas: son ovaladas, simples, alternas y con estípulas en todos los ecotipos sin excepción, grandes de 42.7 a 52.8 centímetros de largo y de 37 a 47.5 centímetros de ancho, pubescentes, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. (Figura 1a)

Las flores: son completas y perfectas, presentan una inflorescencia cimosa de pedúnculo corto con cinco a nueve flores con una posición subaxilar, pétalo verde claro y un color de sépalo verde oscuro, característica de todos los ecotipos. La polinización es alógama en un gran porcentaje por acción del viento, insectos y agua. (Figura 1b)

Los frutos: son bayas de forma variable desde esferoide, amarañado, cilíndrico, ovalada, oblata, redondeada, hasta cilíndrica - cónica; el tamaño y peso varía de acuerdo al ecotipo. Los frutos maduros son de color amarillo pálido, anaranjado manchado o rojo; la pulpa es acuosa, con una firmeza intermedia y blanda de color amarillo a amarillo blancuzco, de agradable aroma, ligeramente ácida. (Figura 1c)

Las semillas: son numerosas, de tamaño pequeño, de forma redonda, globular, reniforme, oblata, de 1.89 a 2.76 milímetros de largo y un diámetro entre 2.40 a 3.06 milímetros, se encuentra envuelta en un mucílago transparente, de sabor ácido y aroma agradable agrupadas de la misma forma que el tomate.

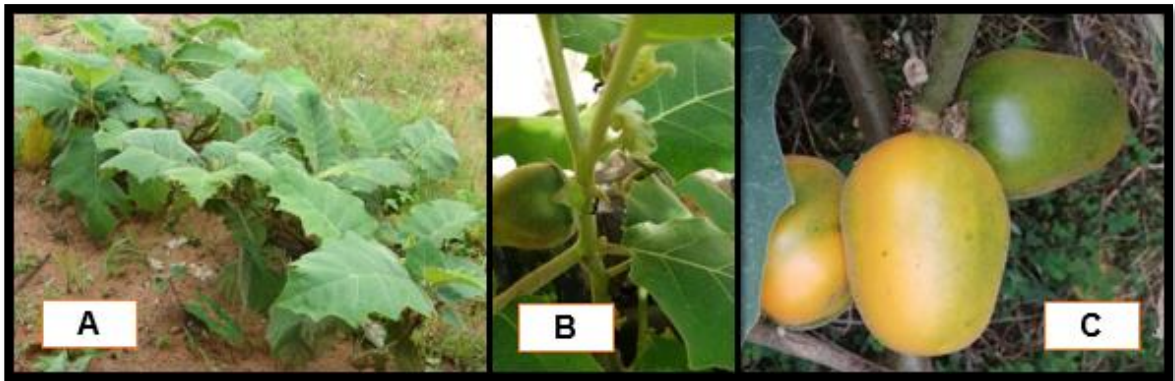


FIGURA 1. MORFOLOGÍA DEL GENOTIPO *Solanum sessiliflorum* Dunal.

a) Planta, b) flores, c) frutos.

2.3. *Solanum torvum* Swartz.

Es originaria del Sur de México hasta el norte de Sudamérica, Brasil; está ampliamente distribuida en África, Asia y Australia; E.U.A.; Islas del Pacífico. Planta perenne generalmente no pasa de dos años de vida, puede ser una maleza desagradable sobre todo en potreros y plantaciones, comportándose como una planta invasiva. (Hanan *et al.*, 2009)

Se reporta que se presenta desde el nivel del mar hasta los 250 msnm, y se reporta de Nueva Guinea y China hasta los 2000 msnm. Esta especie generalmente crece en áreas con 1000-4000 milímetros de precipitación, tiene una amplia resistencia sequía, pero prefiere suelos húmedos y fértiles. (Hanan *et al.*, 2009)

CUADRO III. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA PARA *Solanum torvum* Swartz.

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Solanum</i> L.
Especie	<i>S. torvum</i> Swartz

(GBIF, 2022)

2.3.1. Morfología de la Planta. (Hanan *et al.*, 2009)

Tallo: Las ramas jóvenes cubiertas de pelos ramificados (estrellados), horizontales, sésiles o estipitados; además las ramas que portan las inflorescencias pueden presentar algunas espinas gruesas, rectas o recurvadas, de hasta 1 centímetro de largo; corteza gris. El tamaño de los arbustos va hasta los 2.5 metros de altura.

Hojas: Alternas, generalmente en pares desiguales, ampliamente ovadas, de hasta 20 centímetros de largo y hasta 15 centímetros de ancho, más o menos puntiagudas, márgenes raramente enteros, generalmente ondulados a escasamente lobados, los lóbulos (generalmente 6) redondeados o agudos, la base de la hoja asimétrica (Figura 2a), redondeada o haciéndose angosta, cubiertas de pelos ramificados (estrellados), horizontales, sésiles o estipitados, que son más abundantes en la cara inferior, raramente con algunos pelos rígidos parecidos a agujas de hasta 1 centímetro de largo ubicados sobre las venas principales. Los pecíolos de hasta 4 centímetro de largo, con frecuencia presentan pelos rígidos parecidos a agujas.

Inflorescencia: Las flores reunidas en grupos (de pocas flores) sobre pedúnculos de hasta 2 centímetro de largo (a veces ausentes), cubiertos de pelillos, ubicados lateralmente sobre los tallos. Los pedicelos que sostienen las flores están cubiertos de pelos ramificados (estrellados), horizontales, que en el centro presentan una glándula.

Flores: El cáliz de hasta 5 milímetros de largo, largamente puntiagudos; la corola blanca, de hasta 2.5 centímetros de ancho (Figura 2b); estambres 5, los filamentos de hasta 1.5 milímetros de largo; las anteras delgadas, más angostas hacia el ápice, de hasta 6.5 milímetros de largo; ovario sin pelillos o con unas cuantas glándulas, el estilo de hasta 12 milímetros de largo; con floración durante todo el año.

Frutos y semillas: El fruto globoso, de hasta 14 milímetros de diámetro, primero verde, luego amarillo al madurar (Figura 2c). Los frutos pesan aproximadamente 1.3 gramos y las semillas 0.01 gramos, con 1,000,000 semillas por kilogramo. Semillas numerosas, de hasta 2.5 milímetros de largo; la germinación es escalonada, con 60% germinando entre 2 semanas y 3 meses. Se puede propagar por esquejes.

Raíz: Raíces primarias débiles, raíces laterales bien desarrolladas.

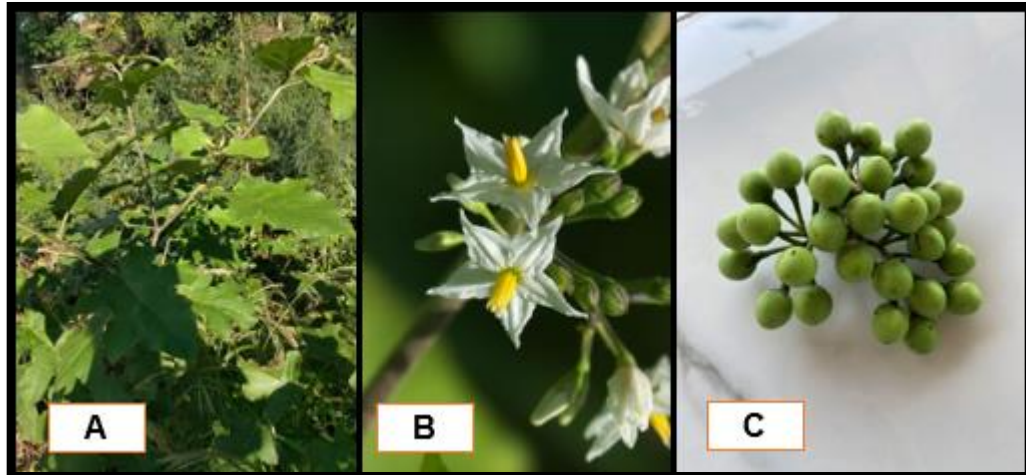


FIGURA 2. MORFOLOGÍA DEL GENOTIPO *Solanum torvum* Swartz.

a) Planta, b) flores, c) frutos.

2.4. La Marchitez bacteriana, *Ralstonia solanacearum* Smith, en solanáceas.

La Marchitez bacteriana es una enfermedad bacteriana para muchas especies de plantas, y más notoria en especies de la familia de las Solanáceas, al cual pertenecen cultivos importantes como el tomate, los pimientos, berenjena y papa. La enfermedad es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* Smith (antes *Pseudomonas solanacearum* Smith).

A diferencia de otras enfermedades de las Solanáceas, no se conocen actualmente productos químicos que, aplicados a las plantas antes o después de ocurrida la infección por la bacteria, eviten el desarrollo del patógeno. (Melgar *et al.*, 2012)

La gran variabilidad de la bacteria se explica por la existencia de varias cepas, que se clasifica en 5 razas fisiológicas (sin valor taxonómico) y 6 biovares: raza I, en varios hospedadores y conocida como la raza de las solanáceas, contagiando la papa, la berenjena, el pimiento, el tabaco, el tomate; raza 2, adaptada a los bananos triploides en zonas tropicales; raza 3, atacando preferentemente la patata, el tomate, malezas pertenecientes a la familia de las solanáceas, en condiciones templadas; raza 4, ataca jengibre; y raza 5, afectando a la mora. (Melgar *et al.*, 2012)

Los últimos registros, denotan que tomate (*S. lycopersicum* L.) es susceptible al ataque de varias cepas tropicales (en tierras bajas) que caen en los 4 filotipos (históricamente raza 1), y por cepas templadas tolerantes al frío (en tierras altas) del filotipo IIB-1 (históricamente raza 3). Este último grupo de cepas (filotipo II) podría permitir que *R. solanacearum*, emerja en áreas templadas de cultivo de tomate, a diferencia de las cepas tropicales. (Melgar *et al.*, 2012)

2.5. Característica de Importancia de los genotipos silvestres del género *Solanum* sp. L.

El género *Solanum* sp., es uno de los más importantes en el reino vegetal, incluye malezas, plantas ornamentales y cultivadas de gran relevancia para la humanidad como tomate (*S. lycopersicum* L.), papa (*S. tuberosum* L.) y berenjena (*S. melongena* L.). Está inserto dentro de la familia Solanaceae donde pertenecen muchas especies comestibles y de utilidad como pimiento y ají (*Capsicum annuum* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum*), entre otras. (Saavedra De Real, 2012)

En la actualidad, las variedades modernas de tomate han tenido introgresiones de germoplasma silvestre, de manera que se han introducido genes con diferentes características, debido a la angosta base genética que tiene este cultivo. Por lo tanto, la falta de diversidad en tomate no es una barrera para progresar en el mejoramiento genético. En el material silvestre se encuentra una gran riqueza genética que permite una mejora sustancial en las características del tomate. (Saavedra De Real, 2012)

Estas especies silvestres crecen y se adaptan a una gran variedad de hábitat, desde el nivel del mar del océano pacífico hasta las sierras de Los Andes sobre 3.300 m de altura.

Esta variedad de climas, que ha seleccionado en forma natural caracteres de adaptación, más su diversidad genética, hacen que este germoplasma sea muy interesante para introducirlo a las bases genéticas del tomate. Sin embargo, hay problemas de compatibilidad genética entre las diferentes especies, lo que complica su introgresión y van muy de acuerdo a los grupos formados por distancias genéticas y otras características morfológicas, como color de fruto. (Saavedra De Real, 2012)

2.6. El papel de la biotecnología en el mejoramiento de plantas de interés.

La biotecnología acelera el proceso de hibridación permitiendo a los científicos tomar solamente los genes deseados de una planta, logrando de ese modo los resultados buscados en tan sólo una generación. Mediante la ingeniería genética que es una herramienta más segura y eficiente para el mejoramiento de especies con respecto a las técnicas tradicionales, puesto que elimina gran parte del azar presente en el mejoramiento tradicional. Por otro lado, la biotecnología moderna es una nueva tecnología, en la medida que puede modificar los atributos de los organismos vivos mediante la introducción de material genético que ha sido trabajado "*In vitro*" (fuera del organismo). (Levitus *et al.*, 2009)

Según Levitus *et al.*, (2009) esta metodología ofrece tres ventajas fundamentales respecto a las técnicas convencionales de mejora genética basadas en la hibridación: (A) los genes a incorporar pueden provenir de cualquier especie, emparentada o no, (B) en la planta mejorada genéticamente se puede introducir un único gen nuevo preservando en su descendencia del resto de los genes de la planta original, y (C) el proceso de modificación demora mucho menos tiempo que el necesario para el mejoramiento por cruzamiento.

2.7. Cultivo de tejidos vegetales in vitro

2.7.1. El explante

El cultivo de tejidos se inicia con el empleo de pequeñas porciones u órganos de la planta denominados explantes, los cuales son capaces de originar la planta completa con la misma información genética de la planta madre. Los explantes deben ser desinfectados y, posteriormente, cultivados en medios sólidos o líquidos con diferentes requerimientos nutricionales y hormonales, dependiendo del objetivo de la investigación. (Perea, 2010)

Según Cañas, (1993), todas las estructuras pasan por un proceso de dediferenciación y rediferenciación, y toman diferentes rutas para la formación de callos, órganos, embriones somáticos entre otros., los cuales a su vez pueden originar la plántula completa. (Citado por Perea, 2010)

2.7.2. Medio de cultivo y características

Uno de los factores que gobiernan el crecimiento y la morfogénesis de los tejidos en condiciones *In vitro*, es la composición del medio de cultivo. Los nutrientes básicos requeridos por las células vegetales son similares a los nutrientes que aporta el suelo para el desarrollo de las plantas. El medio debe estar conformado principalmente por los siguientes componentes: macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, aminoácidos, azúcares y gelificante. (Perea, 2010)

Las respuestas *In vitro* dependen de la interacción genoma-medio de cultivo, aunque no se pueden descartar las condiciones de crecimiento y ambientales en el laboratorio: fotoperiodo, intensidad lumínica, temperatura, humedad y otras. (Perea, 2010)

2.7.3. Cultivo de callo

Los callos son conjuntos de células sin diferenciación, los cuales son utilizados en los procesos *In vitro* para innumerables objetivos, como la transformación genética, la producción de metabolitos secundarios, el cultivo de células en suspensión y embriogénesis somática. Los callos pueden originarse a partir de cualquier parte de la planta con un balance hormonal de auxina/citoquinina moderada. Los resultados pueden generar la formación de callo friable o callo compacto.

Los callos friables se diferencian en la suavidad del tejido y en su fácil manipulación; se recomienda utilizar callo friable, pues este permite mejor disociación de células y rápido crecimiento. (Perea, 2010)

2.7.4. Reguladores de crecimiento

Se conocen también como hormonas vegetales, son sustancias sintetizadas en determinado lugar de la planta y se desplazan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, y desarrollo y metabolismo del vegetal. El término “regulador de crecimiento” es más general y abarca las sustancias de origen natural y las sintetizadas en laboratorio, que determinan respuestas en la planta. (Perea, 2010)

2.7.4.1. Auxinas

Estas auxinas deben ser utilizadas en concentraciones muy bajas con el fin de no causar efectos inhibitorios ni atrofas en células y tejidos. Los efectos más destacables son: alargamiento celular, división celular, diferenciación del floema y xilema, participación en respuestas trópicas (gravitropismo y fototropismo), promoción la formación de raíces adventicias en pequeñas cantidades, promoción la dominancia apical, y regulación la formación floral. (Perea, 2010)

2.7.4.2. Citoquininas

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que derivan de adeninas y promueven la división celular en tejidos no meristemáticos. Inicialmente, fueron llamadas cinetinas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre en un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adoptó el término citoquinina (citocinesis o división celular). Entre los efectos fisiológicos que causa este grupo de hormonas se encuentran: división celular y formación de órganos, retardo de la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular), desarrollo de yemas laterales. (Perea, 2010)

2.7.4.3. Giberelinas

Las giberelinas promueven la división celular, promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial hídrico, lo cual permite el ingreso de agua en la célula y produce su expansión. Entre los efectos fisiológicos que causan estas fitohormonas se destacan: control del crecimiento y elongación de los tallos, crecimiento y desarrollo de frutos, y rompimiento de dormancia en semillas de algunas especies. (Perea, 2010)

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación Geográfica

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) del Centro de Investigación en Biotecnología Agropecuaria (CIBA) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá en su sede de la provincia de Chiriquí.

3.2. Selección del Material Vegetal

Para el ensayo de evaluación de la respuesta de tres solanáceas a la inducción de callos, se utilizaron dos variedades comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con susceptibilidad a la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) razas 1 y 3 (Melgar *et al.*, 2012). La variedad *Rio Grande* de crecimiento indeterminado y del fruto tipo pera; y la variedad, *Padano* de crecimiento determinado y de fruto tipo mesa. (Jímenez-Martínez, Gutiérrez, & González, 2010 y Prodac, 1992)

Como fuente de genotipos resistentes, endémicos y emparentados con *S. lycopersicum* L., se usaron dos solanáceas de poco uso en el país, *Solanum sessiliflorum* Dunal. (naranjilla nacional), y la especie silvestre *Solanum torvum* Sw (friegaplatos). (Orozco *et al.* 2008)

3.3. Preparación de las semillas

Para el tomate (*S. lycopersicum* L.) las semillas fueron adquiridas en el mercado local en sobres de una onza. Para los genotipos silvestres, (*S. sessiliflorum* Dunal., y *S. torvum* Sw.) se obtuvieron a partir de frutos fisiológicamente maduros debido a que las mismas no se comercializan en los mercados locales.

Las semillas de *S. sessiliflorum* y *S. torvum* fueron extraídas del fruto y tratadas con una solución de cloro comercial al 2% (Hiplocorito de sodio al 3.25 %), se secaron sobre papel filtro esteril a una temperatura entre 22-26 ° C en el laboratorio por 7 días (Figura 3. a,b,c). Posteriormente fueron almacenadas en empagues de papel crespon rotulados (Figura 3. d,e) a temperatura de 4° C en el refrigerador.

Las semillas de las variedades *S. lycopersicum* no fueron sometidas a un proceso de anterior ya que las mismas como producto comercial vienen previamente tratadas y desinfectadas. Después de compradas fueron almacenadas en las mismas condiciones mencionadas anteriormente.

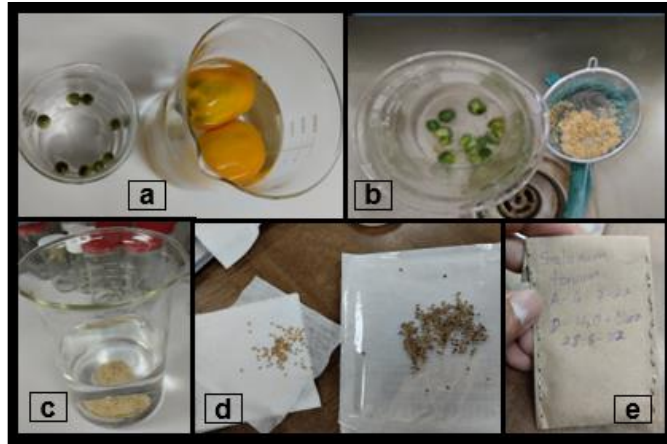


FIGURA 3. PREPARACIÓN DE SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS *S. torvum* y *S. sessiliflorum* PREVIO A SU ALMACEBAMIENTO.

a y b) extracción de semillas, c) limpieza de semillas, d y e) semillas listas para almacenamiento.

3.3.1. Desinfección de las Semillas.

Las semillas se desinfectaron utilizando el protocolo de Ibarra, (2020) modificado.

El mismo consistió de dos etapas:

- a) Tres ciclos de lavado de 5 minutos en la plancha agitadora en una solución de 20 mL de jabón líquido y 20 mL de cloro comercial (8.3 % de Hipoclorito de sodio) diluido en un litro de agua con su respectivo enjuague con agua destilada estéril entre cada uno de los lavados (Figura 4a).
- b) En la segunda etapa las semillas fueron colocadas en agitación constante por 45 minutos en una solución con la siguiente composición:

30 gramos de sacarosa, 2 gramos de Oxitetraciclina (AGRY-GENT PLUS 8 WP[®]), 2 gramos de benomilo (BENOMA-T 50 WP[®]), 3 mililitros de COMPOZONIL 56 SC[®], 0.5 gramos de ácido ascórbico y 0.5 gramos de ácido cítrico en un litro de agua (Figura 4b). Luego finalizado este paso las semillas se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril.



FIGURA 4. ETAPAS DE LA DESINFECCIÓN DE LAS SEMILLAS.

a) desinfección de limpieza, b) desinfección fungicida-bactericida.

3.3.2. Pre-tratamiento de las semillas previo al establecimiento *In vitro*.

Las semillas de los genotipos utilizados en este trabajo fueron sumergidas en una solución de ácido 3-giberélico (GA3) a 500 ppm, para las variedades de *S. lycopersicum* durante 6 horas, para *S. sessiliflorum* por 24 horas y para *S. torvum* por 36 horas con el propósito de acelerar el proceso de germinación (Figura 5a).

Pasado el tiempo, se colocaron las semillas en placas petris sobre una capa doble de gasa fina y papel filtro esteril (Figura 5. b,c), esto para mantener la humedad en condiciones de laboratorio con 22-26 ° C, 12 horas luz y 12 horas oscuridad, esto para obtener semillas pre-germinadas.

Las diferencias en los tiempos de inmersión de cada uno de los genotipos se debe a que previamente a este paso se hicieron las evaluaciones relacionadas a los tiempos de inbibición de las semillas de los diferentes genotipos con relación a la morfología y constitución de las mismas.

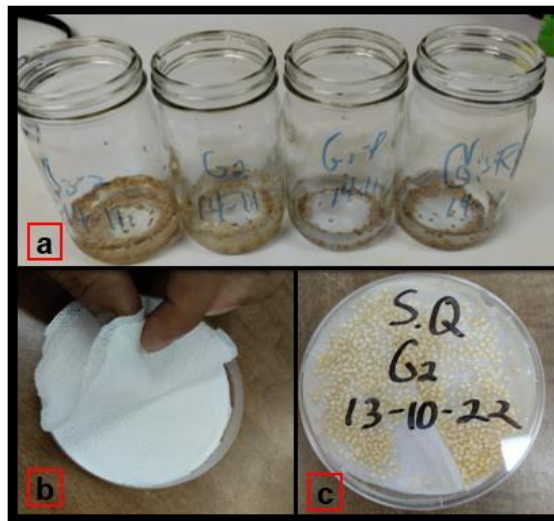


FIGURA 5. PRE-TRATAMIENTO DE LAS SEMILLAS PREVIO A LA SIEMBRA.

a) imbibición en GA3, b y c) método de pre-germinación.

3.4. Etapa de establecimiento *In vitro*.

Las plántulas de todos los genotipos que proporcionaron los explantes para el presente trabajo se originó a partir de semillas germinadas en platos Petri estériles (Figura 6) en el invernadero del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales los cuales fueron transferidos posteriormente al subsiguiente crecimiento y desarrollo en condiciones *In vitro*.

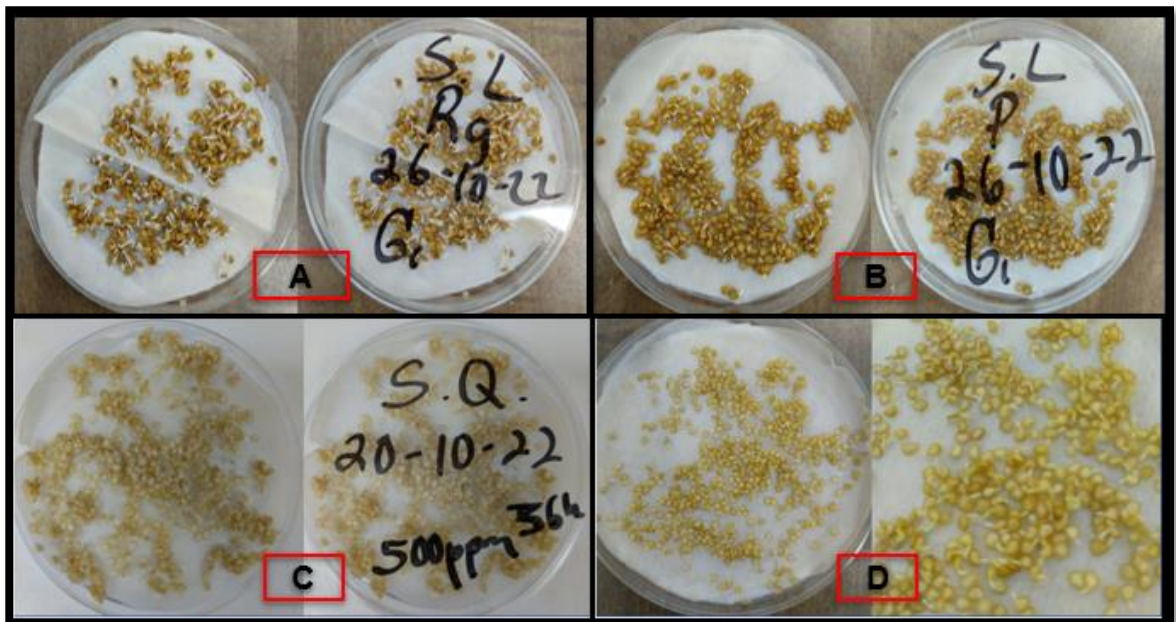


FIGURA 6. SEMILLAS GERMINADAS UTILIZADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS *IN VITRO*.

- a) *S. lycopersicum* var. Rio Grande, 3 DDS; b) *S. lycopersicum* var. Padano, 3 DDS; c) *Solanum sessiliflorum*, 6 DDS; d) *S. torvum* Sw, 6 DDS.

3.4.1. Composición de medio de cultivo

El medio de cultivo utilizado el establecimiento de los genotipos se fundamentó en el medio basal Murashige & Skoog (1962), suplementado con sacarosa (30 g/L) y phytigel (1.5 g/L) (ver Anexo 1), con el pH ajustado a 5.7 ± 1 antes de ser esterilizado en la autoclave a 1 Kg/cm² y 121° C por 15 minutos. Este medio no fue suplementado con ningún regulador de crecimiento.

3.4.2. Desinfección de semillas germinadas

Dentro de la cámara de flujo laminar, previo a su establecimiento *In vitro* las semillas pregerminadas fueron colocadas en un vaso químico (250 mL) estéril con una solución de cloro comercial al 5 % (8.3 % de Hipoclorito de sodio). Siguiendo la metodología de Castro, (2017), y Arkan Setiaji *et al.*, (2020), entre otros. (Figura 7a y Anexo 2)

3.4.3. Siembra *In vitro*

La siembra consistió en la colocación de una semilla por frasco (Figura 7b) realizada con el objetivo que los genotipos sometidos a evaluación se desarrollaran adecuadamente sus estructuras morfológicas, principalmente sus hojas, las cuales posteriormente sirvieron como fuentes de los explantes en el ensayo de inducción de callos *In vitro*. Por cada genotipo se sembraron 30 semillas con la intención de tener suficiente explantes de calidad.

3.4.4. Condiciones de establecimiento de las plántulas *In vitro*

El crecimiento y desarrollo de las vitro-plántulas se dio a una temperatura de 25 °C \pm 1°C y, a un régimen de iluminación de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad por 30-35 días. (Arkan *et al.* 2020, y Najam-us-Sahar *et al.*, y Feng *et al.* 2017; Botero-Giraldo *et al.* 2011; y Otros)



FIGURA 7. DESINFECCIÓN Y SIEMBRA DE SEMILLAS *IN VITRO*.

a) desinfección de semillas, b) siembra de semillas.

3.5. Etapa de Inducción de Callos

3.5.1. Medios de Cultivos para la Inducción de Callos

Se prepararon medios de cultivo a diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento, tomando en cuenta resultados de diferentes autores. (Ghan Singh *et al.* 2022; Botero-Giraldo *et al.* 2011; Najam-us-Sahar *et al.*, y Feng *et al.* 2017; Arkan *et al.* 2020; Gerszberg , *et al.* 2016; Abhishek Kumar & Rajinder, 2017 y Dahanayake , Senanaya & Manawadu, 2014)

Para la presente investigacion se prepararon 11 diferentes medios de cultivos con la consitucion básica del medio basal Murashige & Skoog (ver Anexo 1) con diferentes niveles de Ácido 1-naftalenacético (ANA) y 6-Bencilaminopurina (BAP), en rangos de 0.0-3.0 mg/L y 0.0-2.0 mg/L respectivamente (Cuadro IV). Cada uno de estos 11 medios de cultivos respresentaran uno de los factores para la evaluacion de la respuesta que se esperan observar luego del establecimiento de los explantes (hoja) de los genotipos previamente establecidos.

CUADRO IV. MEDIOS DE CULTIVOS EVALUADOS PARA INDUCCIÓN DE CALLOS DE LOS CUATRO GENOTIPOS.

MEDIOS DE CULTIVOS	CONCENTRACIÓN (mg/L)	
	AUXINAS	CITOCININAS
	ANA	BAP
M1	0.2	0.2
M2	0.1	0.2
M3	0.2	0.1
M4	0.3	0.1
M5	0.2	0.0
M6	1.0	2.0
M7	2.0	0.0
M8	0.8	1.5
M9	2.0	0.2
M10	3.0	1.0
M11	0.2	1.0

Ácido 1-naftalenacético (ANA), 6-Bencilaminopurina (BAP), mg/L=ppm

3.5.2. Fuente de los explantes.

La edad de las vitroplantas donantes las láminas foliares que se utilizaron para obtención de los explantes fue de 30-35 días en promedio después de cultivo de la semilla germinada (Arkan Setiaji *et al.* 2020).

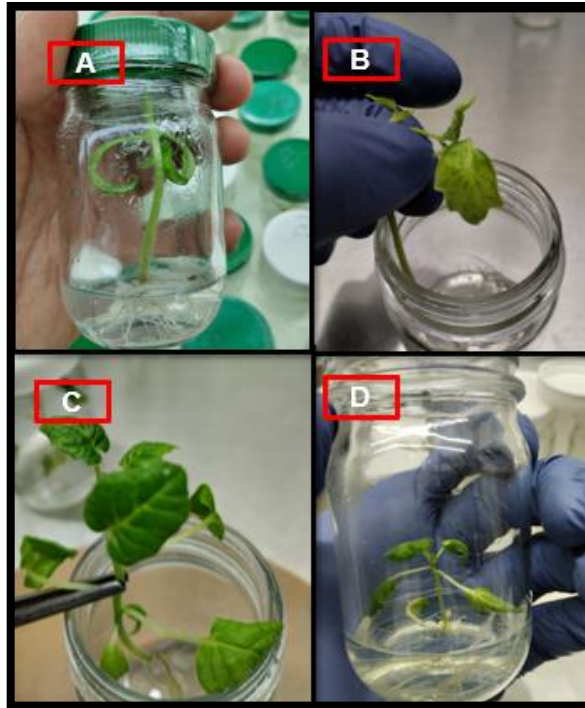


FIGURA 8. VITROPLANTAS DONANTES DE LOS SEGEMENTOS VEGETALES UTILIZADOS COMO EXPLANTES.

a) plántulas de *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, b) plántulas de *S. lycopersicum* L. var. *Padano*. c) plántulas de *S. sessiliflorum* Dunal. d) plántulas de *S. torvum* Sw.

3.5.3. Cultivo de explante *In vitro*.

El corte de segmentos vegetales (foliolos) de las vitroplantas donantes (correspondientes a los genotipos sujetos a estudio) se disectaron en tamaños aproximados de 0.5 x 0.5 cm (Feng *et al.* 2017).

3.5.4. Condiciones Incubación

Para la inducción de callos *In vitro* se incubaron en condiciones asépticas a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en oscuridad para lograr características como color, la friabilidad y rendimiento del mismo (Botero-Giraldo et al. 2011).

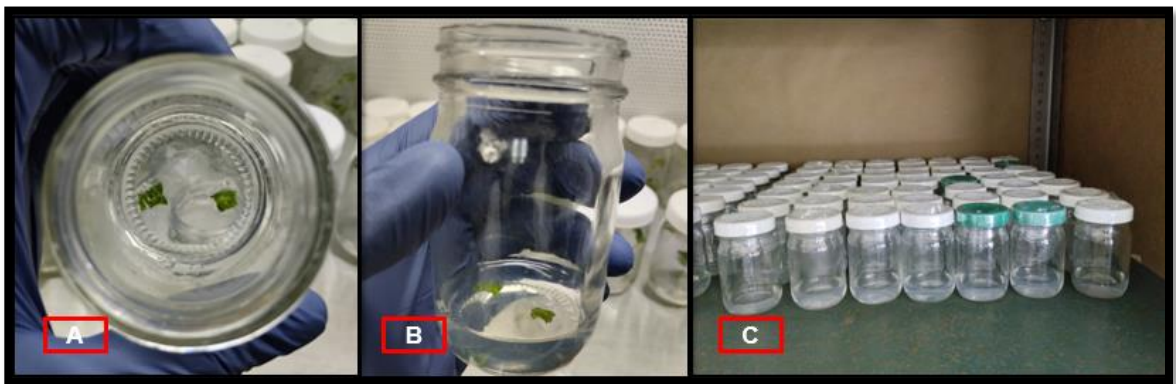


FIGURA 9. CULTIVO DEL EXPLANTE *IN VITRO* Y CÁMARA DE INCUBACIÓN.

a y b) cultivo del explante *In vitro*, c) cámara de incubación

3.6. Diseño Experimental.

Para esta investigación se utilizó un diseño de tratamientos completamente al azar con arreglo bifactorial de la manera siguiente: el Factor A (4 genotipos) y Factor B (11 medios de cultivos) lo que al final arrojó 44 tratamientos factoriales (Cuadro V). En ensayo se estableció con un total de 7 repeticiones para tener un total de 308 unidades experimentales.

CUADRO V. FACTORES Y SUS NIVELES EVALUADOS EN EL ENSAYO DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

FACTORES	NIVELES
A 4 Genotipos	G1 <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i>
	G2 <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>
	G3 <i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal
	G4 <i>Solanum torvum</i> Sw.
B 11 Medios de Cultivos	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10 y M11. (ver cuadro IV)

**var.=(Variedad)*

Los datos obtenidos serán analizados con el programa de análisis estadístico SPSSStatistics a los que se les realizarán los siguientes análisis:

- Análisis de varianza ANOVA bifactorial, $\alpha = 0.05$.
- Prueba Kruskal-Wallis (ANOVA por Rangos) para las variables no paramétricas

El modelo lineal para este diseño es:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha_i\beta_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = es el efecto medio global.

α_i = es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor **A**.

β_j = el efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor **B**.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor **A** y el nivel j del factor **B**.

ε_{ijk} = el término de error

3.7. Variables de Respuestas.

3.7.1. Peso Fresco del Callo.

Se determinó pesando el callo en una balanza analítica. (Figura 10)



FIGURA 10. TOMA DE DATOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO.

3.7.2. Diámetro del Callo.

Este valor se determinó con una regla milimétrica. (Figura 11)

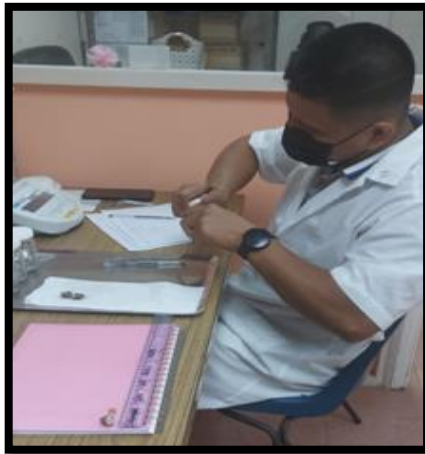


FIGURA 11. TOMA DE DATOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO.

3.7.3. Respuesta a la Inducción de Callos.

Se calculó un porcentaje utilizando la formula según Feng *et al.*, (2017) (ver figura 12) y se le dio un valor según la escala propuesta por Capote *et al.*, (2003) modificada (ver cuadro VI).

3.7.4. Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias.

Se calculó el porcentaje con la formula según Feng *et al.* (2017) (ver figura 12) y se le dio el valor según la escala propuesta por Capote *et al.*, (2003) modificada (ver cuadro VI).

$$\% = \left(\frac{\text{Número de callos}}{\text{Número de explantes}} \right) \times 100$$

FIGURA 12. FÓRMULA UTILIZADA PARA EL CALCULO DEL PORCENTAJE.

CUADRO VI. ESCALAS UTILIZADAS PARA LAS VARIABLES RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS Y RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

Escala Según Capote <i>et al.</i>, (2003)			Escala Modificada		
Valor	% Respuesta	Categoría	Valor	% Respuesta	Categoría
1	0-5	Sin Respuesta	1	0-6	Sin Respuesta
2	6-25	R. Mínima	3	7-35	R. Baja
3	26-40	R. Baja	5	36-60	R. Media
4	41-60	R. Media			
5	61-80	R. Regular	7	61-80	R. Buena
6	81-90	R. Buena	9	81-100	R. Alta
7	90-100	R. Excelente			

3.7.5. Tipo de Callo.

Se determinó con ayuda de la escala propuesta por Capote *et al.*, (2003) modificada (ver cuadro VII).

CUADRO VII. ESCALAS Y SUS VALORES UTILIZADAS PARA EVALUAR LA VARIABLE DEL TIPO DE CALLO.

Escala Según Capote <i>et al.</i>, (2003)		Escala Modificada	
Valor	Tipo de Callo	Valor	Tipo de Callo
1	Friable	1	Friable
		3	Compacto
2	Compacto	5	Embriogénico
		7	Ninguno

3.7.6. Tonalidad del Callo.

Se determinó el color del callo con la Carta de Colores de Saavedra (2010) (ver Anexo 3). Para efecto del análisis de los resultados se efectuó dándoles valores numéricos según la tonalidad del color (Figura 13).

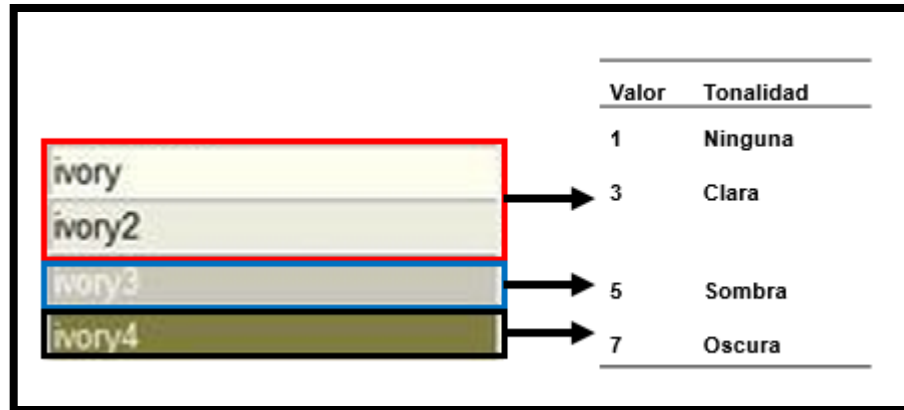


FIGURA 13. TONALIDADES DE LOS COLORES SEGÚN LA CARTA DE SAAVEDRA (2010).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la Variable Peso Fresco del Callo (mg).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizada para la variable Peso Fresco del Callo (Cuadro VIII) demuestra que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) tanto para los efectos simples (Genotipos y Medios de Cultivos) así como para la interacción entre los factores.

CUADRO VIII: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PESO FRESCO DEL CALLO (mg).

FV	GL	SC	FC	Pr > F	
GEN	3	8.17093676	19.28	<.0001	**
MC	10	25.01213555	16.09	<.0001	**
GEN*MC	30	12.80307329	3.02	<.0001	**
ERROR	264	37.15750082			
TOTAL	307	83.14364642			

C.V.=91.68

$R^2=0.5531$

* Existen diferencias significativas

** Existen diferencias altamente significativas

NS No hay diferencias significativas

GEN=Genotipos; MC= Medios de Cultivos

4.1.1. Genotipos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) para el factor Genotipos reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro IX). El grupo A, lo comparten los genotipos *S. torvum*, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. sessiliflorum*, donde se registraron los promedios más altos de los pesos frescos de los callos con un rango comprendido entre los 510.9 y 494.2 miligramos. Contrastando con el genotipo *S. lycopersicum* var. *Padano* (grupo B) se obtuvo el menor peso promedio que fue de 128.1 miligramos.

CUADRO IX: DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPOS	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD
G4	77	510.9	A
G1	77	506.7	A
G3	77	494.2	A
G2	77	128.1	B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

Como se puede apreciar en la figura 14, se observa claramente las diferencias significativas que existen entre el grupo A integrado por los genotipos de *Solanum torvum*, *Solanum lycopersicum* var. *Rio Grande* y *Solanum sessiliflorum*; y el grupo B compuesto por el genotipo *Solanum lycopersicum* var. *Padano*.

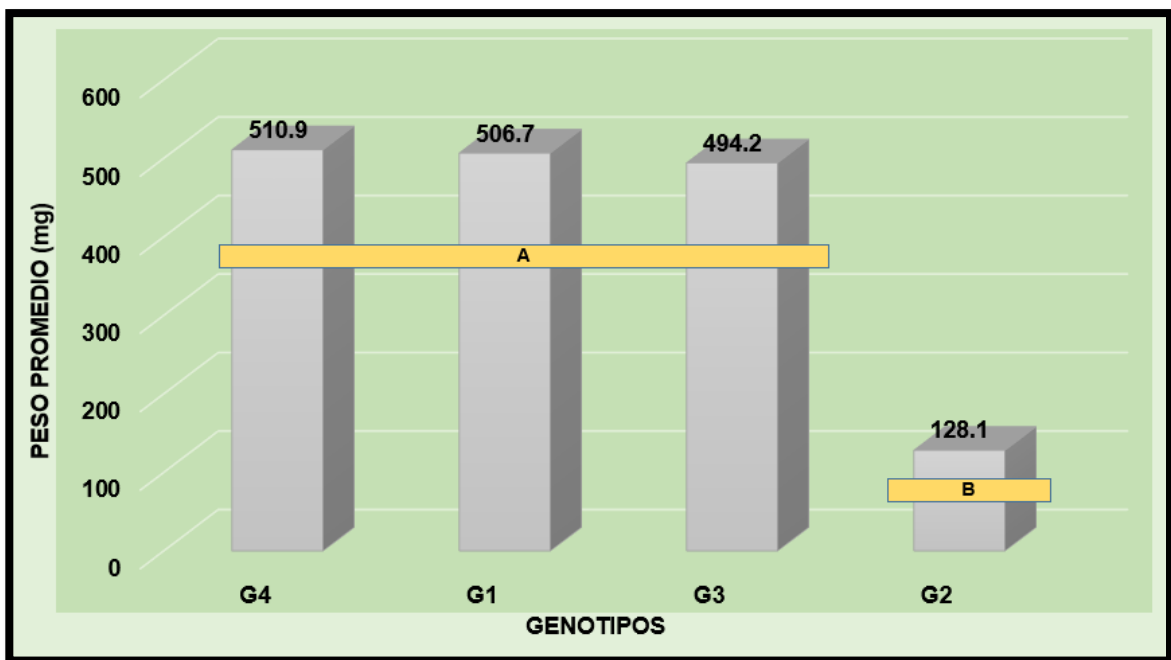


FIGURA 14. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

Para el caso específico del genotipo *Solanum lycopersicum* var. *Rio Grande* nuestros resultados concuerdan con lo reportado por Najam-us-Sahar *et al.*, (2017), en el estudio del Efecto de la Fuente de Explante y Reguladores de Crecimiento sobre la Inducción de Callos en Diferentes Cultivares de Tomate.

4.1.2. Medios de Cultivos

En el factor Medios de Cultivos, la Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de seis grupos (Cuadro X). El grupo A registró los mayores pesos promedios de los callos con un rango entre los 948.4 y 626.8 miligramos. EL grupo F aglutinó los medios de cultivos con los pesos promedios más bajos en un rango entre los 183.5 y 113.1 miligramos.

CUADRO X. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

MEDIO DE CULTIVO	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD				
M11	28	948.4	A				
M6	28	889.3	A				
M8	28	626.8	A				
M9	28	406.2	B	C	D		
M3	28	398.3	B	C	D		
M4	28	385.8	B	C	D		
M10	28	308.6		C	D	E	
M1	28	183.5			D	E	F
M2	28	134.9			D	E	F
M5	28	114.7			D	E	F
M7	28	113.1			D	E	F

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

Al analizar estos resultados y contrastarlos, podemos apreciar que los mayores pesos promedios de callos se obtuvieron con los medios que constituyen el grupo A (M11, M6, M8) los cuales contenían los mayores niveles BAP en comparación con la proporción del ANA. (ver figura 15)

Los pesos promedios de los callos fueron decreciendo en función de la reducción BAP y aumento del ANA en la composición de los medios de cultivos restantes. (ver figura 15)

Los menores pesos promedios de callos se registraron en el grupo F (M1, M2, M5, M7) el cual estuvo representados por medios de cultivos que en su composición tenían entre 0.2-0 mg/L de BAP. (ver figura 15)

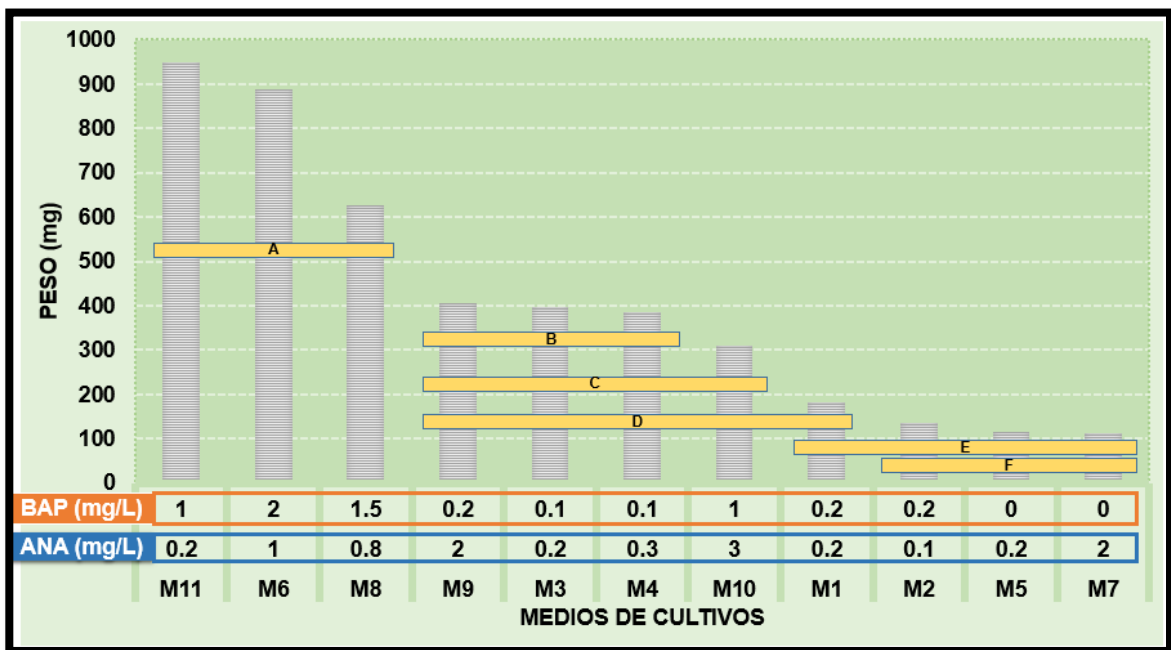


FIGURA 15. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE PESO DEL CALLO (mg) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

4.1.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de ocho grupos (Cuadro XI). El grupo A obtuvo el mayor peso promedio del callo con 1586.9 miligramos, y el grupo H registró los menores pesos promedios de los callos con un rango comprendido entre los 99.7 y 49.8 miligramos.

CUADRO XI. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i>	G1M11	7	1586.9	A
	G1M6	7	1113.9	B
	G1M8	7	991.9	C
	G1M3	7	640.6	D
	G1M4	7	387.2	E
	G1M9	7	274.2	F
	G1M10	7	191.3	G
	G1M1	7	187.4	G
	G1M2	7	99.7	H
	G1M5	7	50.7	H
G1M7	7	49.8	H	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamientos (Interacción)

Comparando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, se observó que los valores más altos de los pesos promedios de los callos, se reflejaron en los grupos A, B y C, constituidos por las respectivas interacciones *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs medio de cultivo M11, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs medio de cultivo M6 y *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs medio de cultivo M8. (ver figura 16)

En los grupos antes mencionados se denota que la proporción BAP fue sustancialmente mayor con respecto a la de ANA. Los pesos promedios de los callos fueron decreciendo en función de la reducción de BAP y aumento de ANA en la composición de los medios de cultivos. (ver figura 16)

Los menores pesos promedios de los callos conformaron el Grupo H, dentro del cual se encuentran los medios de cultivos que en su composición contenían entre 0.2-0 mg/L de BAP. (ver figura 16)

Los resultados de las interacciones de los medios de cultivos con *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, concuerdan con lo reportado por Najam-us-Sahar *et al.*, (2017), donde indican que *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* respondió mejor a medios de cultivos donde la concentración de BAP era mayor al nivel de ANA, en el estudio del Efecto de la Fuente de Explante y Reguladores de Crecimiento sobre la Inducción de Callos en Diferentes Cultivares de Tomate.

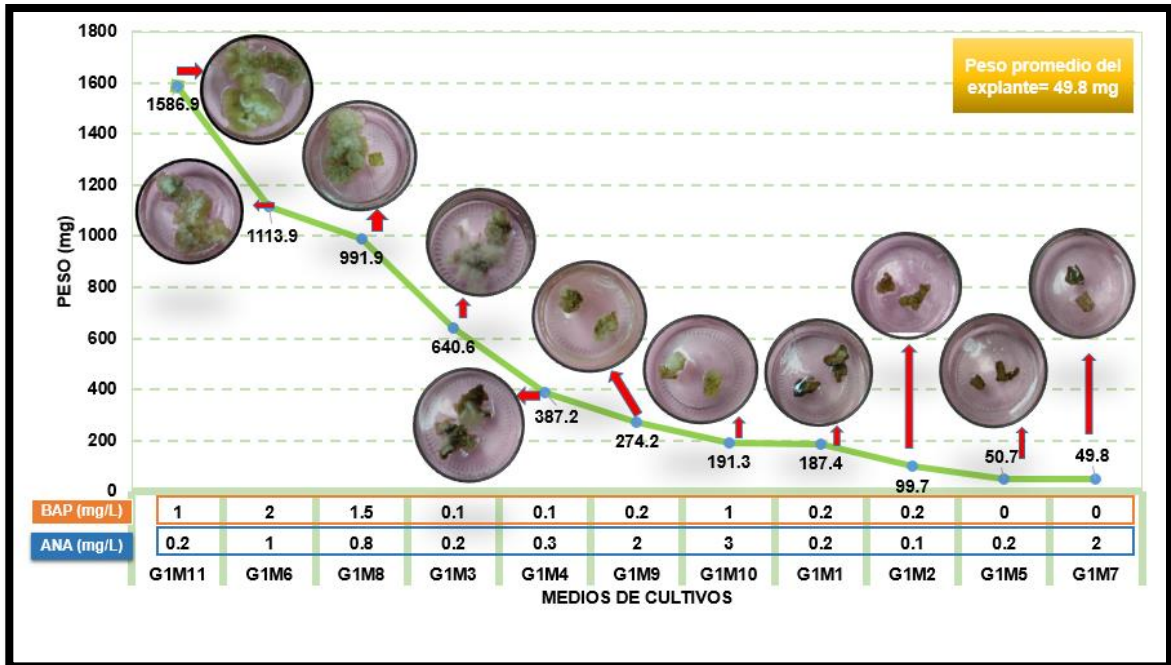


FIGURA 16. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTELENACÉTICO (ANA) SOBRE *S. lycopersicum* L. var. *Río Grande* A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de ocho grupos (Cuadro XII). En el Grupo A se registró el mayor peso promedio del callo con 372.5 miligramos, y en el Grupo H se observaron los menores pesos promedio de los callos en un rango entre 86.5 y 49.8 miligramos.

CUADRO XII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M11	7	372.5	A
	G2M4	7	213.4	B
	G2M1	7	193.2	B
	G2M6	7	126.6	C D E
	G2M3	7	110.8	C D E F
	G2M9	7	91.1	C D E F G
	G2M10	7	86.5	C D E F G H
	G2M8	7	65.4	D E F G H
	G2M5	7	49.8	E F G H
	G2M7	7	49.8	E F G H
	G2M2	7	49.8	E F G H

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamientos (Interacción)

Analizando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. lycopersicum* var. *Padano*, se observa que el peso promedio más alto del callo se obtuvo en el medio M11 (0.2 mg/L ANA-1 mg/L BAP) en donde el nivel de BAP fue cinco veces más alta que el de la auxina. Los menores pesos promedios de los callos se registraron en el Grupo H, el cual estuvo representado por medios de cultivos que en su composición tenían entre 1.5-0 mg/L de BAP y 3-0.1 mg/L de ANA. (ver figura 17)

A pesar de que se aprecia una tendencia a disminuir los promedios de peso de los callos, esta tendencia no se evidenció tan marcada como en el caso de la interacción de *S. lycopersicum* var. *Río Grande* vs los Medios de cultivos (ver figura 11), posiblemente debido a la particular interacción de *S. lycopersicum* var. *Padano* vs los Medios de Cultivos. (ver figura 17)

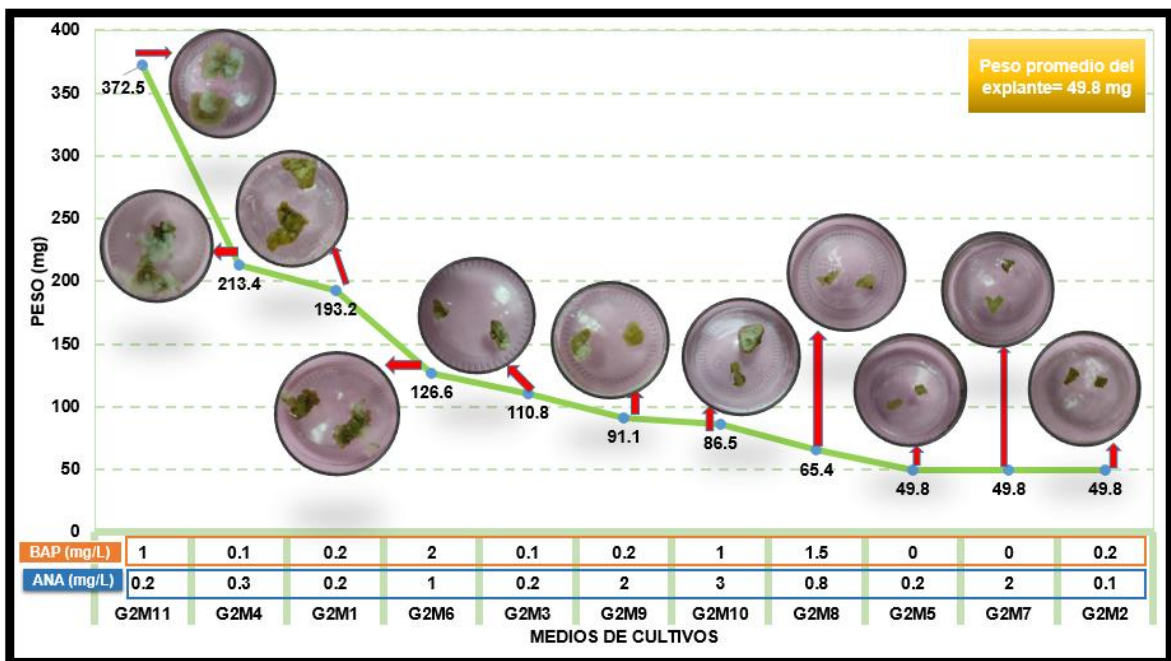


FIGURA 17. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de diez grupos (Cuadro XIII). En el Grupo A se registró el mayor peso promedio del callo con 1235.3 miligramos y en el grupo K se observó el menor peso promedio del callo con 49.8 miligramos.

CUADRO XIII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M6	7	1235.3	A
	G3M11	7	958.1	B
	G3M8	7	816.9	C
	G3M10	7	696.6	D
	G3M9	7	608.9	E
	G3M4	7	293.8	F
	G3M1	7	268.8	F G
	G3M2	7	227.6	G
	G3M5	7	149.0	I J
	G3M7	7	131.6	J
G3M3	7	97.8	K	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamientos (Interacción)

Relacionando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. sessiliflorum*, se puede observar que los valores más altos de los pesos promedios de los callos se obtuvieron en medios donde la proporción de BAP fue mayor (M6, M11, M8). Los menores pesos promedios del callo estuvieron en un rango entre 293.8-97.8 miligramos, representados por medios de cultivos que en su composición tenían entre 0.2-0 mg/L de BAP y 2-0.1 mg/L de ANA (M4, M1, M2, M5, M7, M3). (ver figura 18)

Los pesos promedios de los callos fueron menores a medida que la concentración de BAP disminuyó en la composición de los medios de cultivos. (ver figura 18)

Resultados de las interacciones de *S. sessiliflorum* concuerdan con lo reportado por Medina *et al.*, (2008) en el estudio de Regeneración *In vitro* a partir de explantes foliares de *S. sessiliflorum* vía organogénesis, en donde lograron obtener mayor callo en medios de cultivos donde la proporción de BAP y ANA eran similares a utilizadas en la presente investigación.

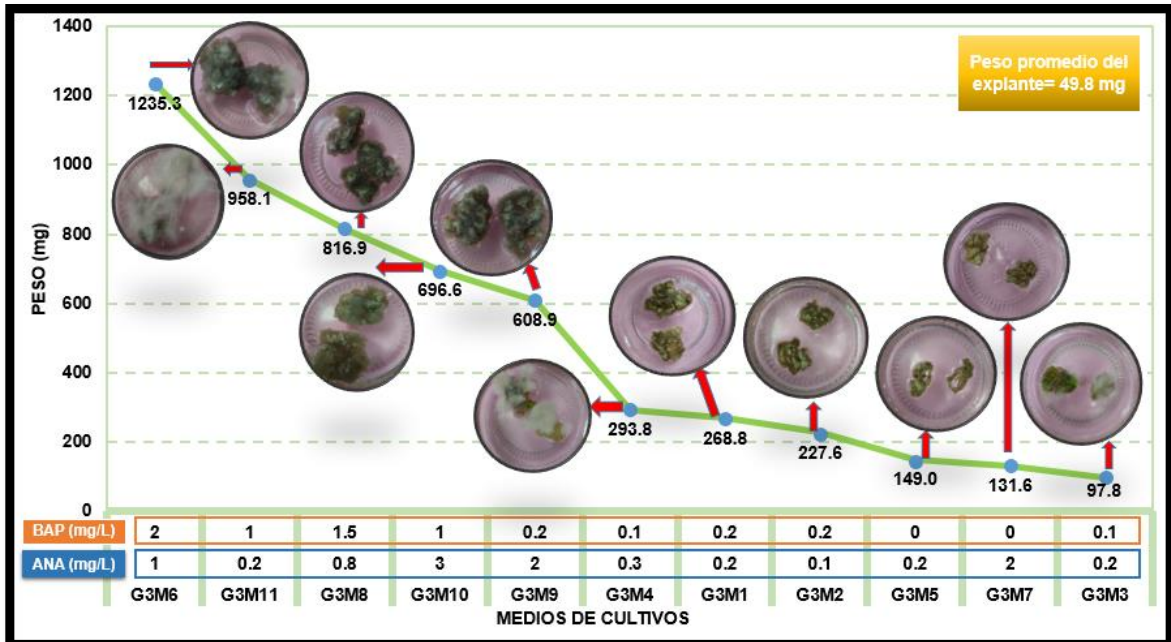


FIGURA 18. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE *S. sessiliflorum* Dunal A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum torvum* Sw vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de ocho grupos (Cuadro XIV). El grupo A presentó el mayor peso promedio del callo con 1081 miligramos, y el grupo H aportaron los menores pesos promedios de los callos con un rango comprendido entre los 112.9 y 84.9 miligramos.

CUADRO XIV. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE PESO FRESCO DEL CALLO (mg).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mg)	Agrupamiento LSD
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M6	7	1081.0	A
	G4M11	7	875.9	B
	G4M3	7	791.8	C
	G4M9	7	650.7	D
	G4M4	7	649.0	D
	G4M8	7	633.1	D
	G4M10	7	260.2	E F
	G4M2	7	221.1	E F G
	G4M5	7	112.9	E F G H
	G4M7	7	99.7	F G H
	G4M1	7	84.9	H

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamientos (Interacción)

Confrontando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. torvum*, se puede observar que los valores más altos del peso promedio del callo se lograron cuando se utilizaron los medios de cultivos M6 y M11, mismos en donde la proporción de BAP fue mayor. (ver figura 19)

Los menores pesos promedios del callo se registraron en el Grupo H, el cual estuvo representados por medios de cultivos que en su composición tenían entre 0.2-0 mg/L de BAP y 0.2-0.1 mg/L de ANA (M5, M7, M1). En los medios restantes no se evidencian un decrecimiento de los pesos promedios de los callos en función de la reducción de BAP o aumento de ANA. (ver figura 19)

Estos resultados son similares a los obtenidos por Feng *et al.*, (2017) quienes reportaron en un estudio de Alta eficiencia de inducción de callos y regeneración de plantas *S. torvum* Sw., que utilizando explantes de hojas las mejores respuestas fueron en condiciones donde el nivel de BAP fue mayor al ácido 1-naftalenacético.

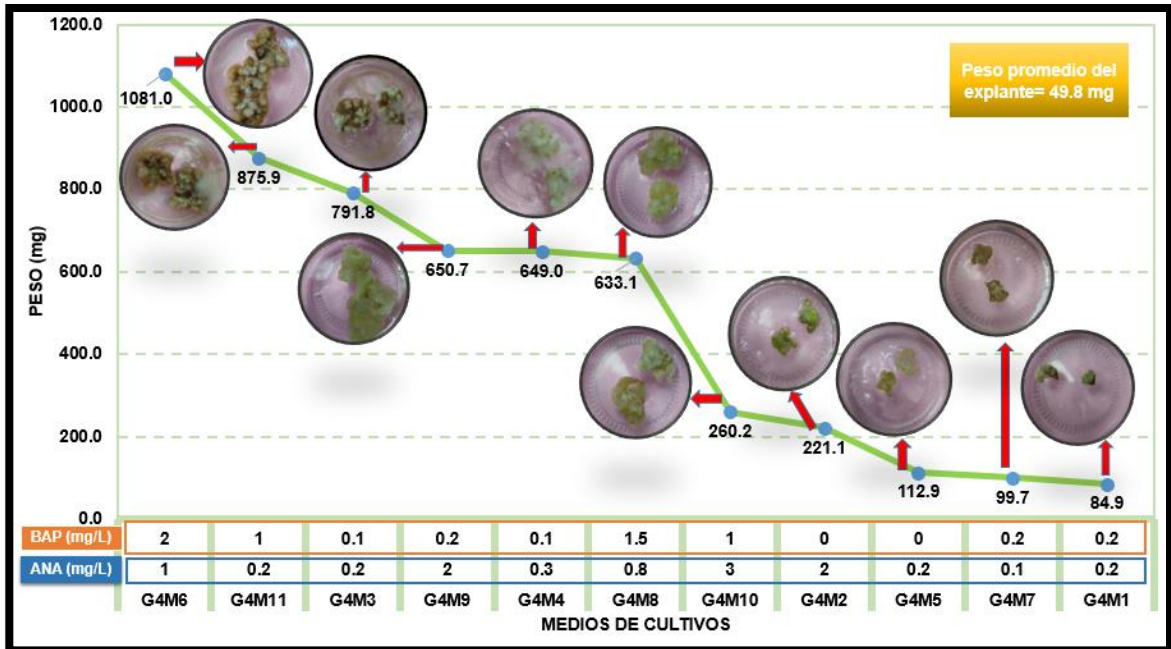


FIGURA 19. EFECTO DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE 6-BENCILAMINOPURINA (BAP) Y ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE *S. torvum* Sw. A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

De forma general se puede apreciar en estos resultados una consistente tendencia en la generación de mayores pesos promedios de los callos en los medios donde la relación del BAP es sustancialmente con respecto a la del ANA independientemente de los genotipos evaluados.

Igualmente, los menores pesos promedios de los callos en todos genotipos se presentaron cuando la composición del medio de cultivo contenía niveles más bajos de BAP con respecto al de ANA.

Al realizar la valoración general sobre los mejores medios de cultivos para la producción de callos independientemente del genotipo utilizado se evidencia claramente que las mejores respuestas se obtuvieron utilizando los medios de cultivos M6, M8 y M11. El medio de cultivo M11 que en su composición contenía 0.2 mg/L de ANA y 1 mg/L BAP se registró en todos los genotipos, el medio de cultivo M6 conteniendo 1 mg/L de ANA y 2 mg/L BAP se presentó en 3 genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. sessiliflorum* y *S. torvum*), y el medio de cultivo M8 con 0.8 mg/L de ANA y 1.5 mg/L BAP se observó en 2 genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. sessiliflorum*).

Similarmente, realizando la valoración general para los medios de cultivos que en la producción de callos independientemente del genotipo utilizado se evidenció claramente que los menores valores se obtuvieron utilizando los medios de cultivos M5 y M7. Los medios de cultivos M5 con 0.2 mg/L de ANA y M7 con 2 mg/L de ANA, ambos medios se registraron en todos los genotipos.

4.2. Resultados de la Variable Diámetro del Callo (mm).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizada para la variable Diámetro del Callo (Cuadro XV) demuestran que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en los tratamientos evaluados de los efectos simples (Genotipos y Medios de Cultivos) y la interacción entre los factores.

CUADRO XV. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA DIÁMETRO DEL CALLO (mm).

FV	GL	SC	FC	Pr > F	
GEN	3	14.170	35.850	<.001	**
MC	10	14.842	11.265	<.001	**
GEN*MC	30	17.850	4.516	<.001	**
ERROR	264	34.783			
TOTAL	307	81.646			

C.V.=90.04

$R^2=0.505$

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS No hay diferencias significativas

GEN=Genotipos; MC= Medios de Cultivos

4.2.1. Genotipos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) para el factor Genotipos reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XVI). El grupo A lo comparten los genotipos *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. sessiliflorum* y *S. torvum*, registró los promedios más altos del diámetro de los callos en un rango entre los 13.3 y 12.4 milímetros. Contrastado con el grupo B conformado por *S. lycopersicum* var. *Padano* en donde se obtuvo el menor promedio del diámetro del callo con 8.1 milímetros.

CUADRO XVI: DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPOS	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD
G1	77	13.3	A
G3	77	13.2	A
G4	77	12.4	A
G2	77	8.1	B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

En la figura 20, se observa claramente las diferencias significativas que existen entre el grupo A integrado por los *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. sessiliflorum* y *S. torvum*; y el grupo B compuesto por *Solanum lycopersicum* var. *Padano*.

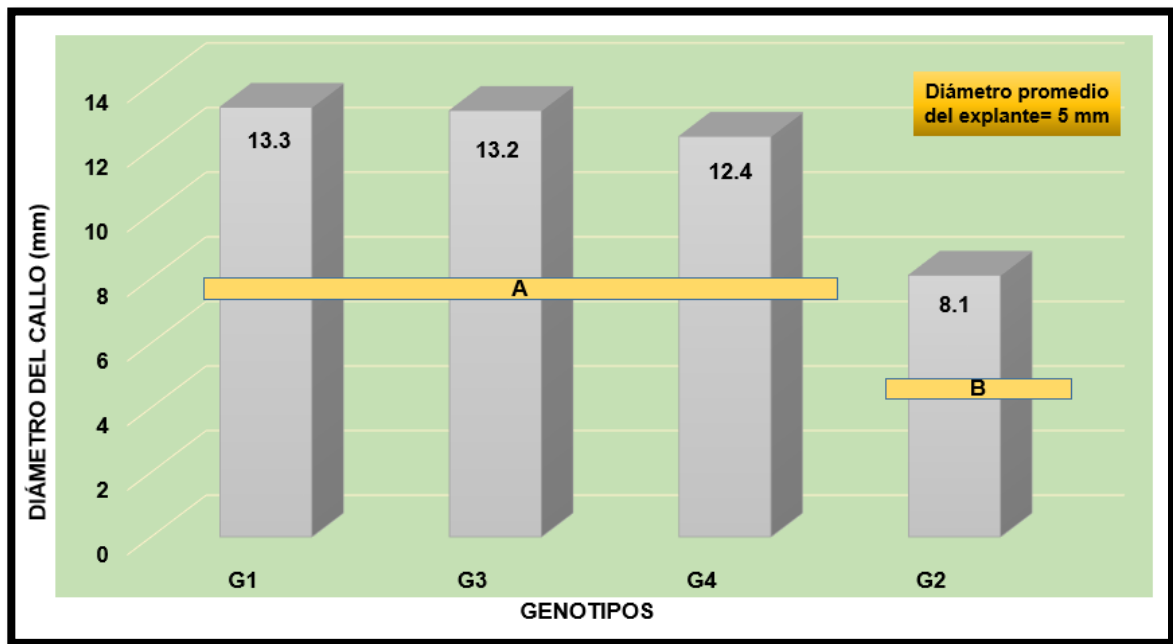


FIGURA 20. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR GENOTIPOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.

4.2.2. Medios de Cultivos

La Prueba Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de siete grupos (Cuadro XVII). El grupo A representó los mayores promedios del diámetro de los callos con un rango entre los 15.2 y 12.2 milímetros. El grupo G obtuvo el menor diámetro promedio del callo con 6.8 milímetros.

CUADRO XVII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.

MEDIO DE CULTIVO	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD
M6	28	15.2	A
M10	28	14.4	A B
M8	28	12.9	A B C D
M4	28	12.7	A B C D
M11	28	12.3	A B C D E
M9	28	12.2	A B C D E
M1	28	11.6	B C D E
M2	28	11	B C D E F
M3	28	10.4	C D E F
M5	28	9.6	D E F
M7	28	6.8	G

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

En la figura 21, se puede apreciar los grupos en el factor Medios de Cultivos, también muestra los niveles BAP y ANA de los medios. Los mayores diámetros promedios de los callos se obtuvieron en el grupo A, en tres medios (M6, M8 y M11) el nivel BAP es mayor que la proporción de ANA y en los otros tres medios (M10, M4 y M9) la concentración ANA es superior al de BAP.

El menor diámetro promedio del callo se presentó en el grupo G conformado por el medio de cultivo M7 el cual en su composición solo está presente ANA en un nivel de 2 mg/L. (ver figura 21)

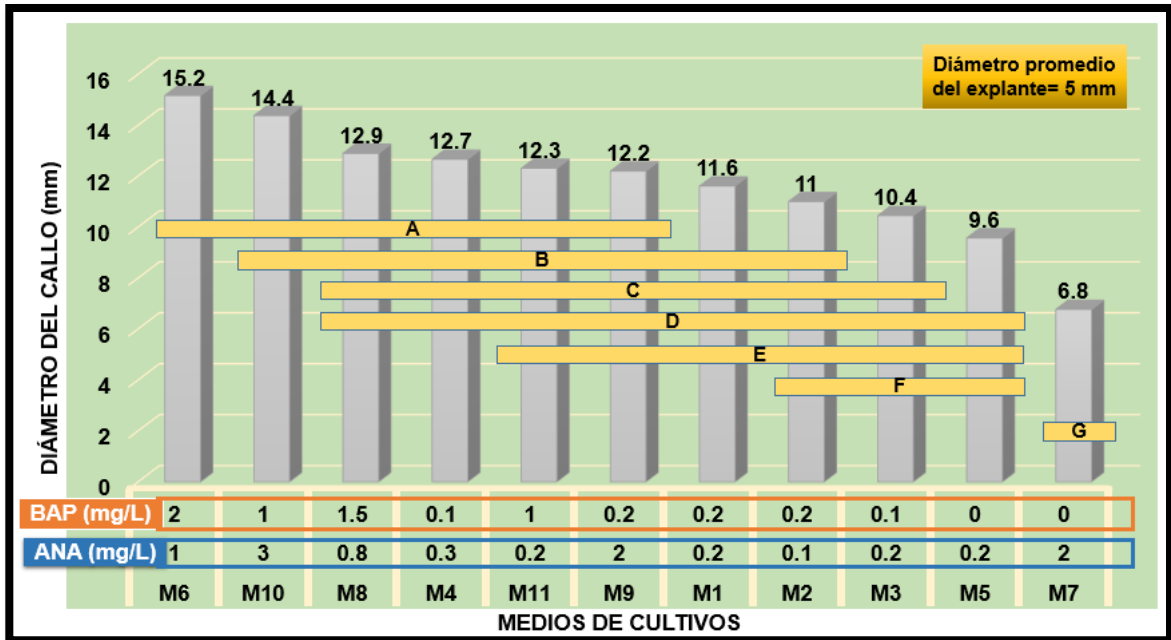


FIGURA 21. PROMEDIOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS DURANTE LA ETAPA INDUCCIÓN DE CALLOS.

4.2.3. La Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de seis grupos (Cuadro XVIII). Los mayores diámetros promedios de los callos conforman el grupo A (M11, M8, M6, M10, M3, M2) en un rango entre los 18.5 y 13.6 milímetros. En el grupo F se observó el menor diámetro promedio del callo con 5 milímetros (M7).

CUADRO XVIII. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD						
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio Grande</i>	G1M11	7	18.5	A						
	G1M8	7	16.2	A		B				
	G1M6	7	15.7	A	B		C			
	G1M10	7	14.9	A	B	C	D			
	G1M3	7	14.6	A	B	C	D			
	G1M2	7	13.8	A	B	C	D	E		
	G1M9	7	13.6				B	C	D	E
	G1M4	7	12.7				B	C	D	E
	G1M1	7	11.1				C		D	E
	G1M5	7	9.9				D			E
	G1M7	7	5							F

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento factorial (Interacción)

En la figura 22, se puede apreciar el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*. Los valores más altos del diámetro promedio del callo se reflejan en los tres primeros medios (M11, M8 y M6) del grupo A en un rango entre los 18.5 y 15.7 milímetros. En los medios antes mencionados se denota que la proporción de BAP fue sustancialmente mayor con respecto al de ANA.

Los diámetros promedio de los callos fueron decreciendo en función de la reducción de BAP y aumento de ANA en la composición de los medios de cultivos. (ver figura 22)

El menor diámetro promedio del callo se presentó en el Grupo F correspondiente a la interacción de *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* con el medio de cultivo M7 (5 mm), el cual en su composición contenía 2 mg/L de ANA. (ver figura 22)

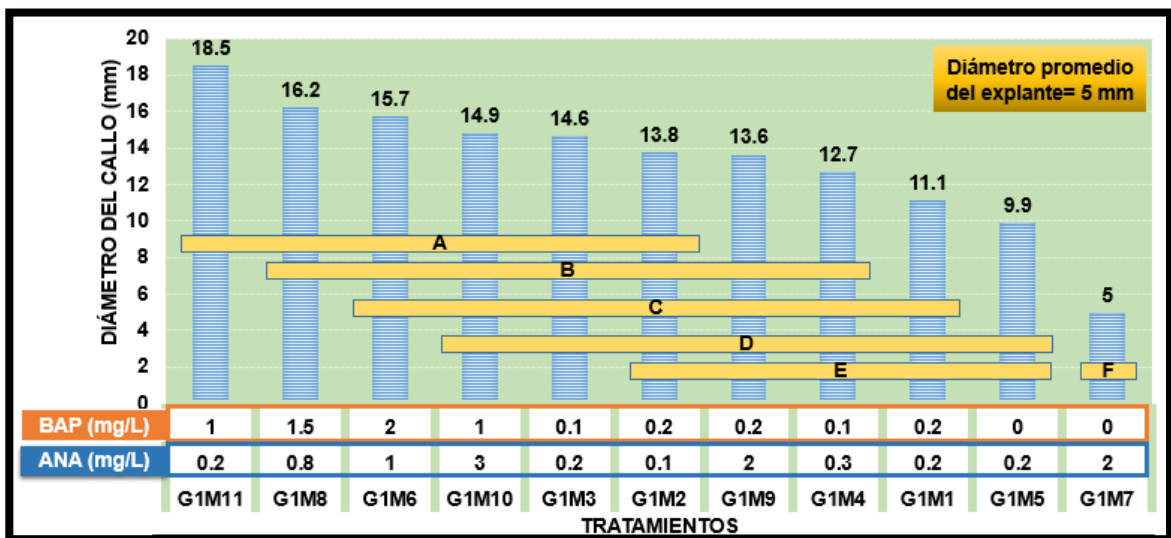


FIGURA 22. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS (mm) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de cinco grupos (Cuadro XIX). En el grupo A (M10, M4, M1, M6, M11) se presentaron los mayores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 12 y 9.1 milímetros. En el grupo E se presentaron los menores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 6.9 y 5 milímetros.

CUADRO XIX. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD					
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M10	7	12	A	B				
	G2M4	7	10.3	A	B	C			
	G2M1	7	9.7	A	B	C	D		
	G2M6	7	9.7	A	B	C	D		
	G2M11	7	9.1	A	B	C	D		
	G2M3	7	8.9		B	C	D		
	G2M8	7	7.1			C	D		
	G2M9	7	6.9			C	D	E	
	G2M2	7	5				D	E	
	G2M5	7	5				D	E	
G2M7	7	5				D	E		

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento factorial (Interacción)

Comparando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. lycopersicum* var. *Padano*, se observa que los dos primeros medios (M10 y M4) del grupo A obtuvieron los diámetros promedios más altos de los callos con 12 y 10.3 milímetros respectivamente. En los medios antes mencionadas el nivel de ANA fue sustancialmente mayor al de BAP en proporción 1:3 respectivamente. (ver figura 23)

El grupo registró los menores promedios de los diámetros de los callos conformado por los medios M9, M2, M5 y M7. En los dos últimos medios antes mencionado, el medio M5 contenía 0.2 mg/L de ANA y el medio M7 con 2 mg/L de ANA. (ver figura 23)

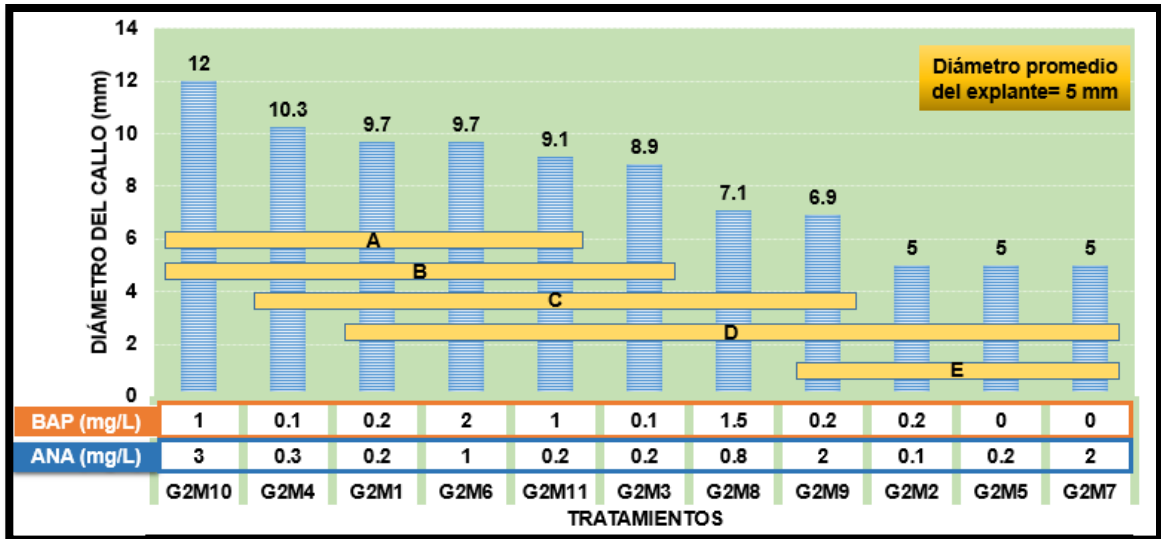


FIGURA 23. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS (mm) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos

La Prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de cinco grupos (Cuadro XX). En el grupo A (M6, M10, M2, M4) se presentaron los mayores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 18.1 y 15.5 milímetros. En el grupo E (M11, M3) se registraron los menores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 5.9 y 5 milímetros.

CUADRO XX. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD			
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M6	7	18.1	A	B		
	G3M10	7	16.9	A	B	C	
	G3M2	7	16.2	A	B	C	
	G3M4	7	15.5	A	B	C	
	G3M9	7	15.1		B	C	D
	G3M8	7	14.8		B	C	D
	G3M1	7	14.4		B	C	D
	G3M5	7	12.5			C	D
	G3M7	7	10.8				D
	G3M11	7	5.9				E
	G3M3	7	5				E

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento factorial (Interacción)

Relacionando el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. sessiliflorum*, se observó que los resultados no respondieron en tendencia con los niveles de ANA y BAP. Sin embargo, el mayor diámetro promedio del callo se registró en el medio M6 donde el nivel de BAP es mayor al de ANA y en el menor diámetro promedio del callo se presentó en el medio M3 en donde la concentración de ANA es superior a la de BAP. (ver figura 24)

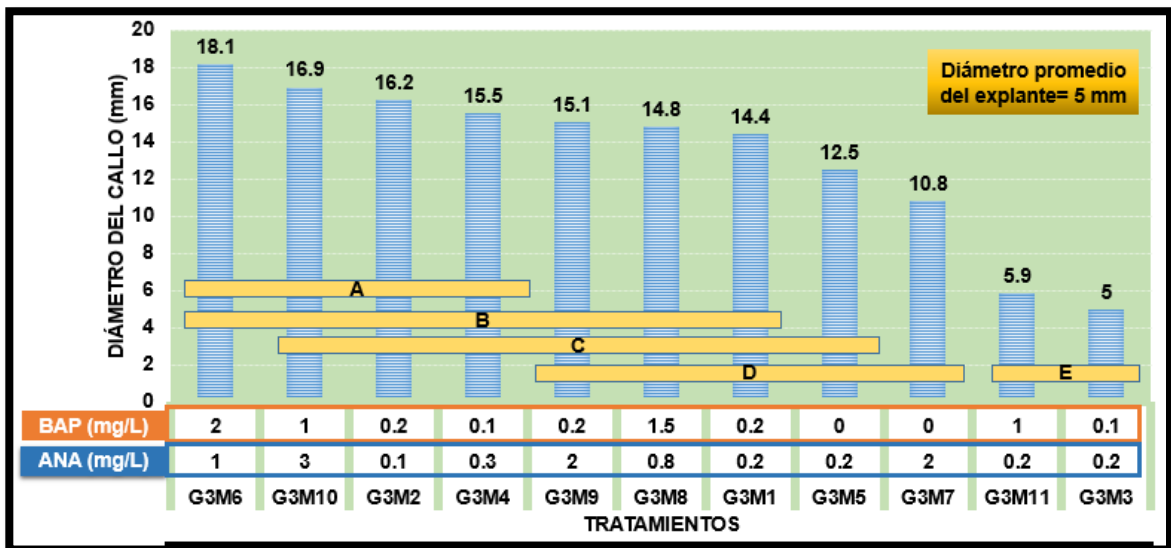


FIGURA 24. PROMEDIOS DE LOS DIÁMETROS DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Interacción de *Solanum torvum* Sw vs Medios de Cultivos

La Prueba Diferencias Mínimas Significativas (LSD) reflejó la conformación de seis grupos (Cuadro XXI). El grupo A (M6, M11, M10, M8) presentó los mayores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 17.1 y 13.5 milímetros. El grupo F (M2, M7) presentó los menores diámetros promedios de los callos en un rango entre los 9 y 6.3 milímetros.

CUADRO XXI. DIFERENCIAS MÍNIMAS SIGNIFICATIVAS (LSD) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL CALLO (mm).

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA (mm)	Agrupamiento LSD
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M6	7	17.1	A
	G4M11	7	15.7	A B
	G4M10	7	13.7	A B C D
	G4M8	7	13.5	A B C D
	G4M3	7	13.3	B C D
	G4M9	7	13.1	B C D
	G4M4	7	12.1	B C D E
	G4M1	7	11.1	C D E
	G4M5	7	10.9	C D E
	G4M2	7	9	D E F
	G4M7	7	6.3	F

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento factorial (Interacción)

En la figura 25 se observa el efecto de los niveles de BAP y ANA en los 11 Medios de Cultivos sobre *S. torvum*, los dos primeros medios (M6 y M11) del grupo A obtuvieron los mayores diámetros promedios de los callos con 17.1 y 15.7 milímetros respectivamente. En los medios antes mencionados en su composición el nivel de BAP fue sustancialmente mayor al nivel de ANA.

El menor diámetro promedio del callo se presentó en el medio de cultivo M7 (6.3 mm) en donde la concentración de ANA es mayor comparada con el nivel de BAP. (ver figura 25)

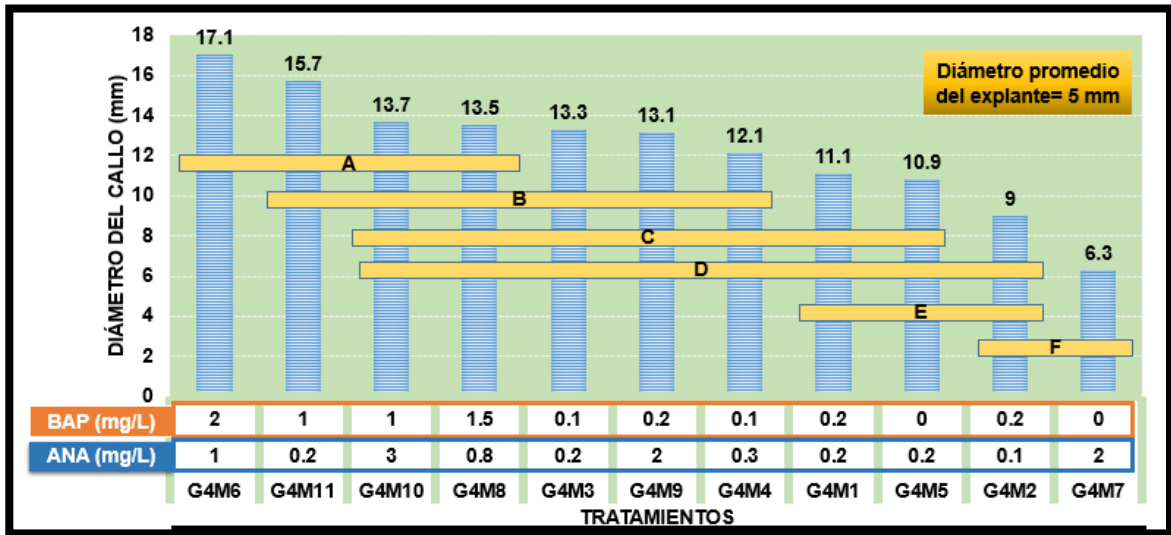


FIGURA 25. PROMEDIO DE LOS DIÁMETROS DE LOS CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS A LOS 40 DÍAS DE INCUBACIÓN.

Al realizar la valoración general sobre los dos mejores medios de cultivos con los mayores valores del diámetro promedio del callo independientemente del genotipo utilizado se evidenció claramente que las mejores respuestas se obtuvieron utilizando los medios M4, M6, M8, M10 y M11.

El medio de cultivo M11 que en su composición contenía 0.2 mg/L de ANA y 1 mg/L BAP se registró en *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. torvum*; el medio de cultivo M8 con 3 mg/L de ANA y 1 mg/L BAP se observó en *S. lycopersicum* var. *Padano* y *S. sessiliflorum*; el medio de cultivo M8 conteniendo 0.8 mg/L de ANA y 1.5 mg/L BAP respondió mejor en *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*; el medio de cultivo M6 con una composición de 1 mg/L de ANA y 2 mg/L BAP se presentó en *S. sessiliflorum* y *S. torvum*; y el medio de cultivo M4 conteniendo 0.3 mg/L de ANA y 0.1 mg/L BAP con el mejor resultado en *S. lycopersicum* var. *Padano*.

Similarmente, realizando la valoración general para los medios de cultivos que presentaron el menor valor del diámetro promedio del callo independientemente del genotipo utilizado fueron los medios de cultivos M3 y M7. El medio M3 con 0.2 mg/L de ANA y 0.1 mg/L de BAP se registró en *S. sessiliflorum*. El medio M7 con 2 mg/L de ANA obtuvo mejores resultados en *S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano* y *S. torvum*.

4.3. Resultados de la Variable Respuesta a la Inducción de Callos.

Los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis (ANOVA por Rangos) realizada para la variable Respuesta a la Inducción de Callos (Cuadro XXII) demuestra que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados (efectos simples e interacciones).

CUADRO XXII. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS.

FV	GL	SR	MR	Valor $X^2 c$	Pr > F	
GEN	3	47585.5	154.5	41.88098	<0.0001	**
MC	10	47585.5	154.5	36.13328	0.0001	**
GEN*MC	43	47585.5	154.5	160.3	<0.0001	**
Total	308	47585.5	154.5			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS=No hay diferencias significativas

GEN=Genotipos; MC= Medios de Cultivos; R=Rangos

Como está plasmado en la metodología, en el cuadro VI, la evaluación de la variable Respuesta a la Inducción de Callos se fundamentó en la tabla de categorías reportada por Capote *et al.*, (2003). La misma fue modificada para facilitar la evaluación de los resultados para esta investigación.

Para el caso del presente trabajo se establecieron escalas de 1, 3, 5, 7 y 9; siendo la escala 1= Sin Respuesta a la Inducción de Callos y la escala 9= Respuesta Alta a la Inducción de Callos. (ver cuadro VI)

4.3.1. Genotipos

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) para el factor Genotipos reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXIII). El grupo A integrado por *S. sessiliflorum* obtuvo una buena respuesta a la inducción de callos (escala 7). (ver figura 26)

En el grupo B conformado por *S. torvum* y *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* reflejaron una calidad de respuesta media a la inducción de callos (escala 5). En el grupo C constituido por *S. lycopersicum* var. *Padano* presentó una baja respuesta a la inducción de callos (escala 3). (ver figura 26)

CUADRO XXIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS.

GEN	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
			MEDIA	
G3	77	195.3	7	A
G4	77	161.5	5	B
G1	77	151	5	B
G2	77	110.1	3	C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

En la figura 26 se pueden observar tanto los grupos, así como los valores de las escalas de la variable Respuesta a la Inducción de Callos para el factor genotipos.

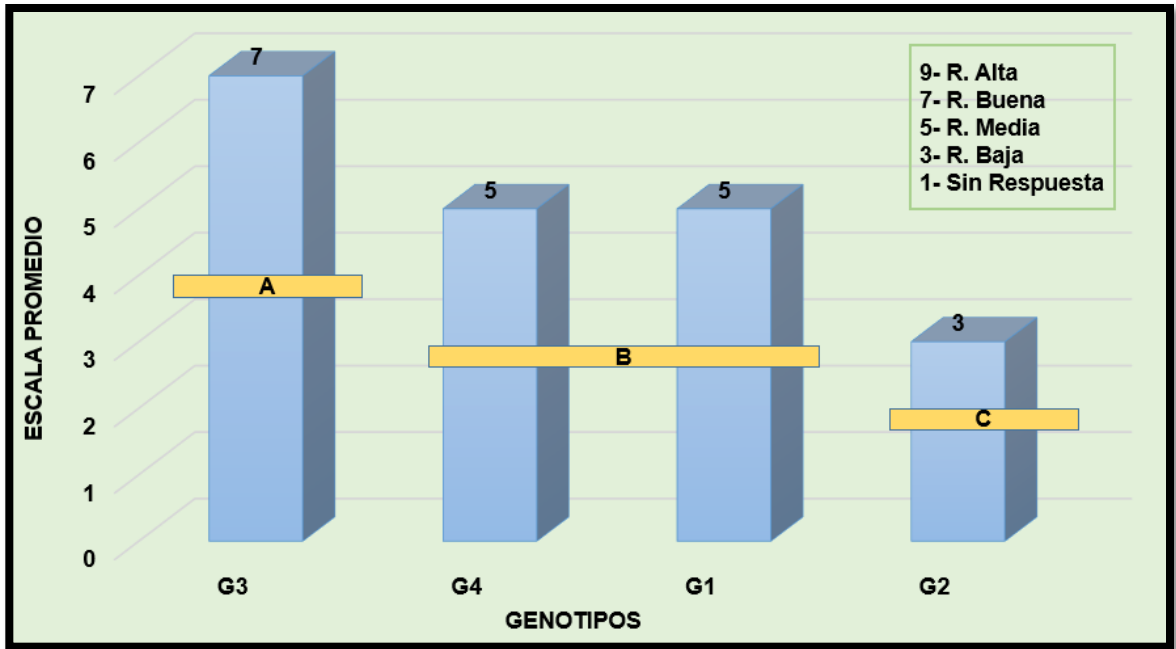


FIGURA 26. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA EL FACTOR GENOTIPOS.

4.3.2. Medios de Cultivos

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXIV). En el grupo A aglutinó los medios de cultivos (M8, M11, M9, M1, M4 y M6) que reflejaron una buena calidad de respuesta a la formación de callos (escala 7). (ver figura 27)

Como se puede observar en el cuadro XXIV, el grupo B conformado por ocho de los medios evaluados reflejó respuestas variables en lo que concierne a la calidad de la respuesta a la inducción de callos. Se presentaron en este grupo calidades de respuesta entre las escalas 7 a 3 (de buena a baja). (ver figura 27)

En el grupo C, la respuesta a la inducción de callos se registró entre valores medios (M10, M3 y M2) a bajos (M5 y M7). (ver figura 27)

CUADRO XXIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

MC	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
			MEDIA		
M8	28	189.6	7	A	
M11	28	189.6	7	A	
M9	28	171	7	A	B
M1	28	170.4	7	A	B
M4	28	170.4	7	A	B
M6	28	169.1	7	A	B
M10	28	144.5	5		B C
M3	28	143.8	5		B C
M2	28	137.3	5		B C
M5	28	118.6	3		B C
M7	28	95.1	3		C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 MC= Medios de Cultivos

Para el factor Medios de Cultivos, la respuesta de calidad buena a la inducción de callos (escala 7) se registró en un 54.54 % de los medios, la respuesta de categoría media (escala 5) se presentó un 27.27 % de los medios y el 18.18 % de los medios restante se observó una respuesta baja (escala 3).

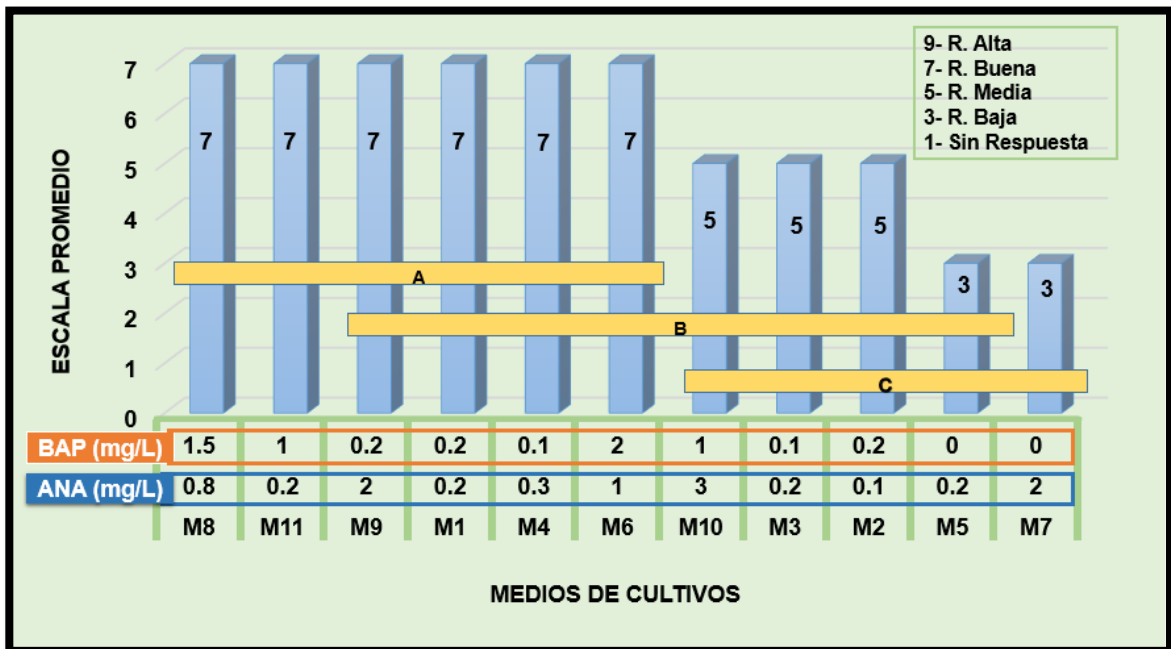


FIGURA 27. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA EL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.

4.3.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio grande* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXV). En el grupo A aglutinó los medios de cultivos (M8, M3, M4, M2, M6, M1 y M11) que relejaron una respuesta de calidad buena a la formación de callos (escala 7). (ver figura 28)

El grupo B conformado por seis de los medios evaluados reflejó respuestas variables en la calidad de la respuesta a la inducción de callos. Se presentaron en este grupo calidades de respuestas buenas (M2, M6, M1 y M11), respuesta de calidad media (escala 5) en el medio M9 y respuesta de calidad baja (escala 3) en el medio M10. (ver figura 28)

En el tercer grupo (C) se presentaron calidades de baja a sin respuesta (escalas 3 a 1) a la formación de callos. (ver figura 28)

CUADRO XXV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
MEDIA						
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio grande</i>	G1M8	7	55.5	7	A	
	G1M3	7	55.5	7	A	
	G1M4	7	51.5	7	A	
	G1M2	7	47.5	7	A	B
	G1M6	7	44	7	A	B
	G1M1	7	44	7	A	B
	G1M11	7	43.5	7	A	B
	G1M9	7	37	5	A	B
	G1M10	7	21.5	3		B C
	G1M5	7	18	3		C
	G1M7	7	11	1		C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

Para la interacción de *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos, la respuesta de calidad buena a la inducción de callos (escala 7) se presentó en un 63.63 % de los medios evaluados, la respuesta de categoría media (escala 5) en el 9% de los medios, la respuesta baja (escala 3) en el 18.18 % de los medios, y el 9% de los medios restante no hubo respuesta a la inducción de callos (escala 1).

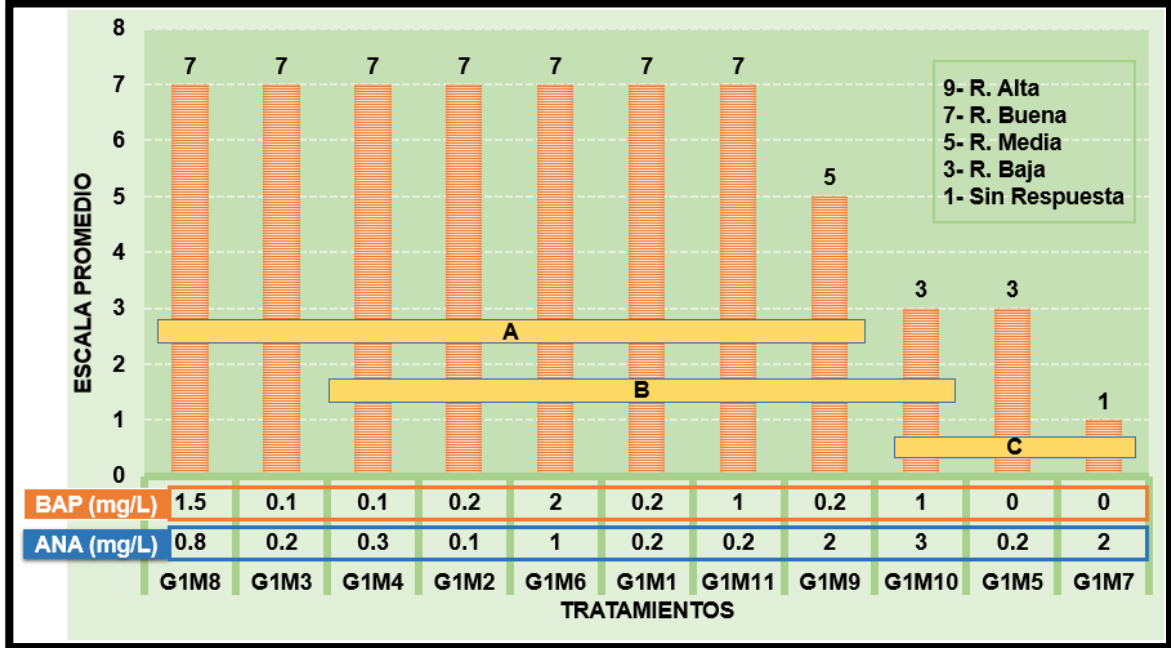


FIGURA 28. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XXVI). En el grupo A, se registraron calidades de respuestas de las escalas 5 a 3 en formación de callos (de calidad media a baja). (ver figura 29)

En el segundo grupo (B), el medio de cultivo M10 presentó una respuesta de calidad baja a la formación de callos (escala 3) y en tres medios de cultivos (M2, M5 y M7) no hubo respuesta a la inducción de callos (escala 1). (ver figura 29)

CUADRO XXVI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA MEDIA	Agrupamiento Dunnett	
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M4	7	51.4	5	A	
	G2M1	7	51.4	5	A	
	G2M3	7	49	5	A	
	G2M9	7	47	5	A	
	G2M11	7	47	5	A	
	G2M6	7	44.3	3	A	
	G2M8	7	42.3	3	A	
	G2M10	7	29.2	3	A	B
	G2M2	7	22.5	1	B	
	G2M5	7	22.5	1	B	
	G2M7	7	22.5	1	B	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

Para la interacción de *S. lycopersicum* var. *Padano* vs Medios de Cultivos se observó una respuesta de calidad media a la inducción de callos (escala 5) en el 45.45 % de los medios, una respuesta baja (escala 3) en el 27.27 % de los medios y en el 27.27 % restante no hubo respuesta (escala 1) a la inducción de callos.

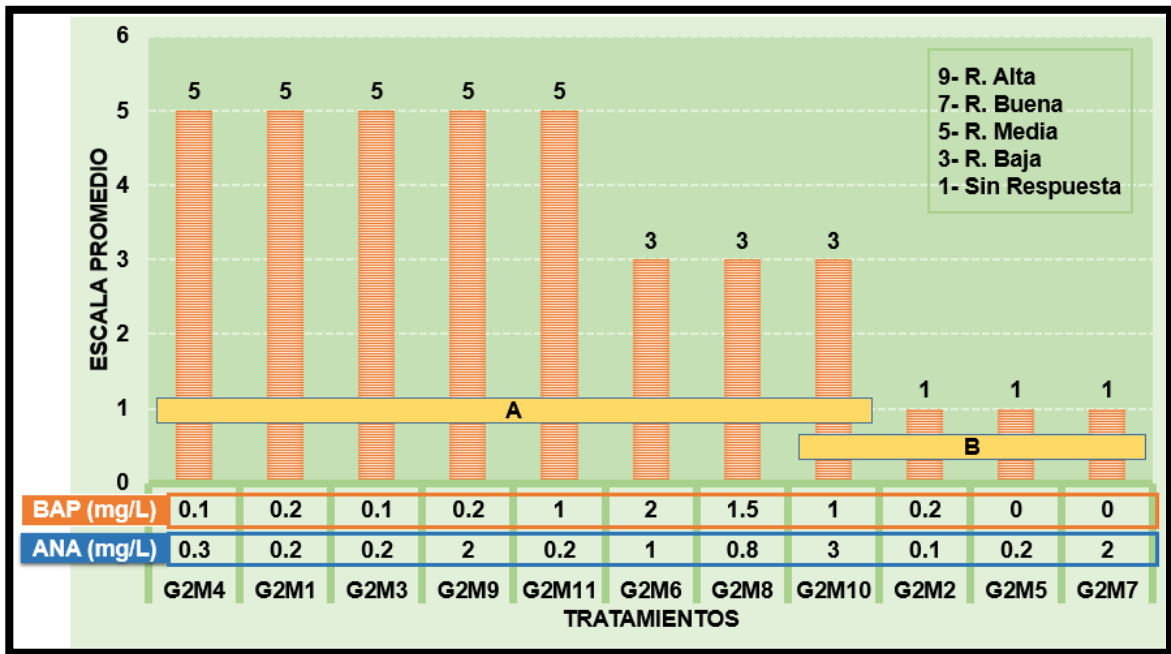


FIGURA 29. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXVII). En el grupo A conformado por 9 medios de cultivos, se reflejaron respuestas de calidad alta (escala 9) a respuestas de calidad buena (escala 7) a la inducción de callos. (ver figura 30)

El grupo B, se registraron respuestas de calidad buena a la inducción de callos (escala 7) en cinco medios de cultivos (M10, M11, M8, M2 y M7) y una respuesta de calidad baja (escala 3) en el medio M4. El grupo C, se observó calidades de respuestas de las escalas 3 a 1 (de buena a sin respuesta). (ver figura 30)

CUADRO XXVII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
					MEDIA	
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M6	7	50	9	A	
	G3M9	7	50	9	A	
	G3M5	7	50	9	A	
	G3M1	7	45.4	9	A	
	G3M10	7	43.8	7	A	B
	G3M11	7	40.8	7	A	B
	G3M8	7	40.8	7	A	B
	G3M2	7	40.8	7	A	B
	G3M7	7	40.8	7	A	B
	G3M4	7	19.3	3		B C
G3M3	7	7	1		C	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

Para la interacción de *S. sessiliflorum* vs Medios de Cultivos se presentó una respuesta de calidad alta a la inducción de callos (escala 9) en el 36.36 % de los medios, la respuesta buena (escala 7) en un 45.45 % de los medios, la respuesta baja (escala 3) en un 9 % de los medios y en el 9 % de los medios restantes no hubo respuesta (escala 1) a la inducción de callos.

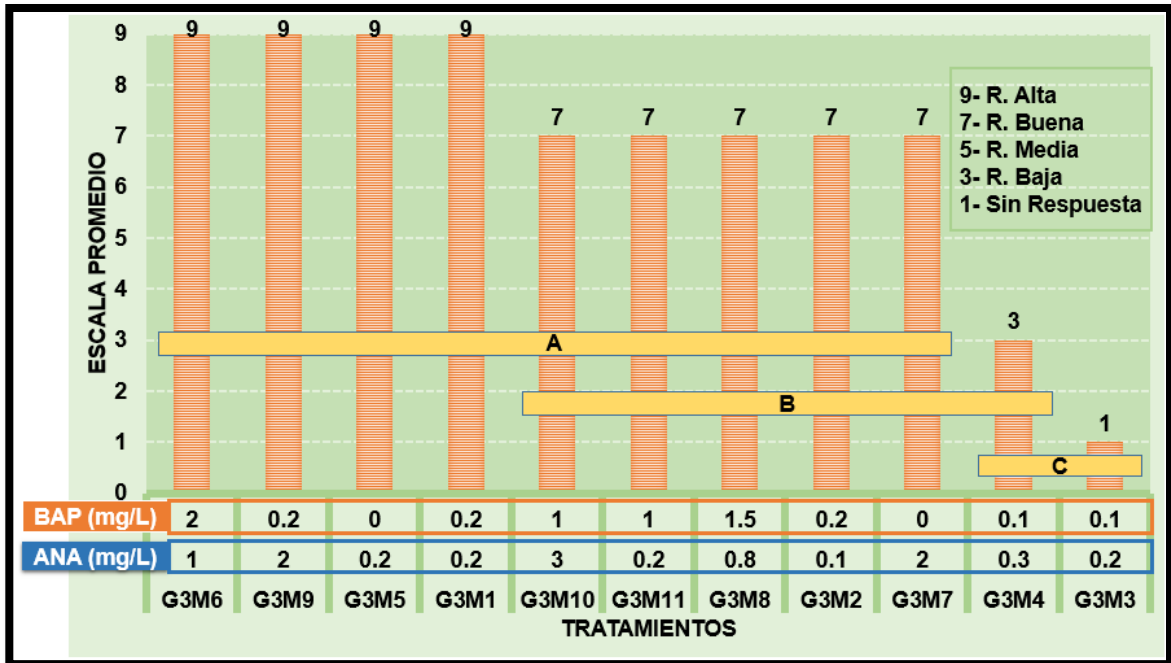


FIGURA 30. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum torvum* Sw. vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXVIII). En el grupo A, tres medios de cultivos (M11, M4 y M8) registraron una respuesta de calidad alta a la inducción de callos (escala 9) y dos medios (M10 y M3) con una respuesta de categoría buena (escala 7). (ver figura 31)

El grupo B reflejo calidades variables en la respuesta a la inducción de callos. En este grupo dos medios (M10 y M3) obtuvieron una respuesta de calidad buena (escala 7), tres medios (M6, M9 y M1) con respuesta fue de categoría media (escala 5) y en dos medios (M2, M5) la respuesta fue de categoría baja. (ver figura 31)

En el grupo C, la respuesta a la inducción de callos se registró entre valores medios (M2, M5) a sin respuesta (M7) a la inducción de callos. (ver figura 31)

CUADRO XXVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA DE INDUCCIÓN DE CALLOS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
MEDIA						
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M11	7	57	9	A	
	G4M4	7	53.4	9	A	
	G4M8	7	53.4	9	A	
	G4M10	7	47.3	7	A	B
	G4M3	7	41.2	7	A	B
	G4M6	7	37.6	5	B	
	G4M9	7	37.6	5	B	
	G4M1	7	32.4	5	B	
	G4M2	7	26.3	3	B	C
	G4M5	7	26.3	3	B	C
G4M7	7	16.6	1	C		

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

Para la interacción de *S. torvum* vs Medios de Cultivos se registró una respuesta de calidad alta a la inducción de callos (escala 9) en el 27.27 % de los medios, una respuesta buena (escala 7) en el 18.18 % de los medios, una respuesta de categoría media (escala 5) en un 27.27 % de los medios, una respuesta baja (escala 3) en el 18.18 % de los medios y en el 9 % de los medios restantes no hubo respuesta (escala 1) a la inducción de callos.

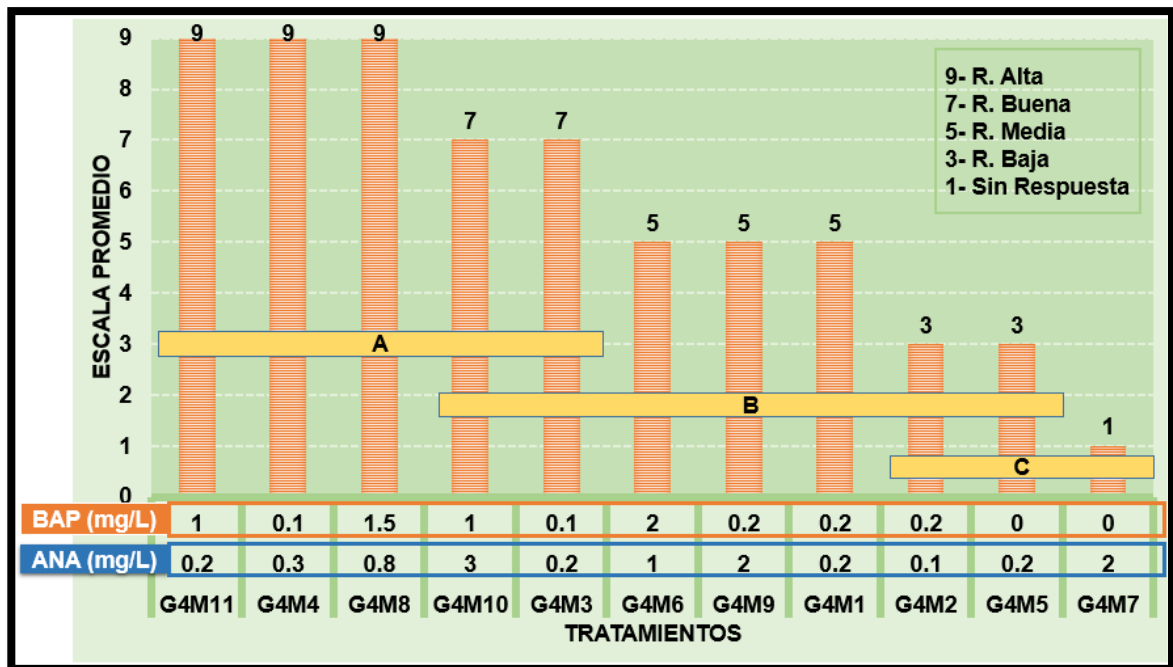


FIGURA 31. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA RESPUESTA A LA INDUCCIÓN DE CALLOS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS.

En la interacción de los Genotipos vs los Medios de Cultivos (44 tratamientos), la escala 9 con una respuesta de calidad alta se presentó dos genotipos (*S. sessiliflorum* y *S. torvum*) en un 15.9 % de tratamientos. La escala 7 con una respuesta de calidad buena a la inducción de callos se registró en tres genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. sessiliflorum* y *S. torvum*) en un 31.81 % de tratamientos.

La escala 5 con una respuesta de categoría media a la inducción de callos se presentó en tres genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano* y *S. torvum*) en un 20.45 % de tratamientos. La escala 3 (Respuesta de calidad baja) y la escala 1 (Sin respuesta) se presentaron en todos los genotipos, con 18.18 % y 13.63 % de tratamientos respectivamente.

4.4. Resultados de la Variable Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias.

Los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis (ANOVA por Rangos) realizado a la variable Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias (Cuadro XXIX) demuestra que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en los tratamientos evaluados (efectos simples e interacciones).

CUADRO XXIX. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

FV	GL	SR	MR	Valor $X^2 c$	Pr > F	
GEN	3	47585.5	154.5	36.377	<0.001	**
MC	10	47585.5	154.5	109.443	<0.001	**
GEN*MC	43	47585.5	154.5	190.3	<0.0001	**
Total	308	47585.5	154.5			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS *No hay diferencias significativas*

GEN=Genotipos; MC= Medios de Cultivos; R=Rangos

Como está plasmado en la metodología, en el cuadro VI, la evaluación de la Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias se fundamentó en la tabla de categorías reportada por Capote *et al.*, (2003). La misma fue modificada para facilitar la evaluación de los resultados para esta investigación.

Para el caso del presente trabajo se establecieron escalas de 1, 3, 5, 7 y 9; siendo la Escala 1= Sin Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias y la Escala 9= Respuesta Alta a la Generación de Raíces Adventicias. (ver cuadro VI)

Es importante mencionar que los resultados para la variable Respuesta a la Generación de Raíces están ordenados de forma ascendente, esto nos indica que el menor valor se considera el resultado positivo y el mayor valor como un resultado negativo.

4.4.1. Genotipos

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) para el factor Genotipos reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XXX). El grupo A integrado por *S. lycopersicum* var. *Padano*, *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. torvum*, se obtuvieron calidades bajas a sin respuestas a la generación de raíces adventicias (escalas 3 y 1). (ver figura 32)

En el grupo B representado por *S. sessiliflorum* registró una respuesta de calidad media a la generación de raíces adventicias (escala 5).

CUADRO XXX. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

GENOTIPOS	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
			PROMEDIO	
G2	77	132.6	1	A
G1	77	146.3	3	A
G4	77	148.1	3	A
G3	77	191.1	5	B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

En la figura 26 se pueden observar tanto los grupos, así como los valores de las escalas de la variable Respuesta a la Inducción de Callos para el factor genotipos.

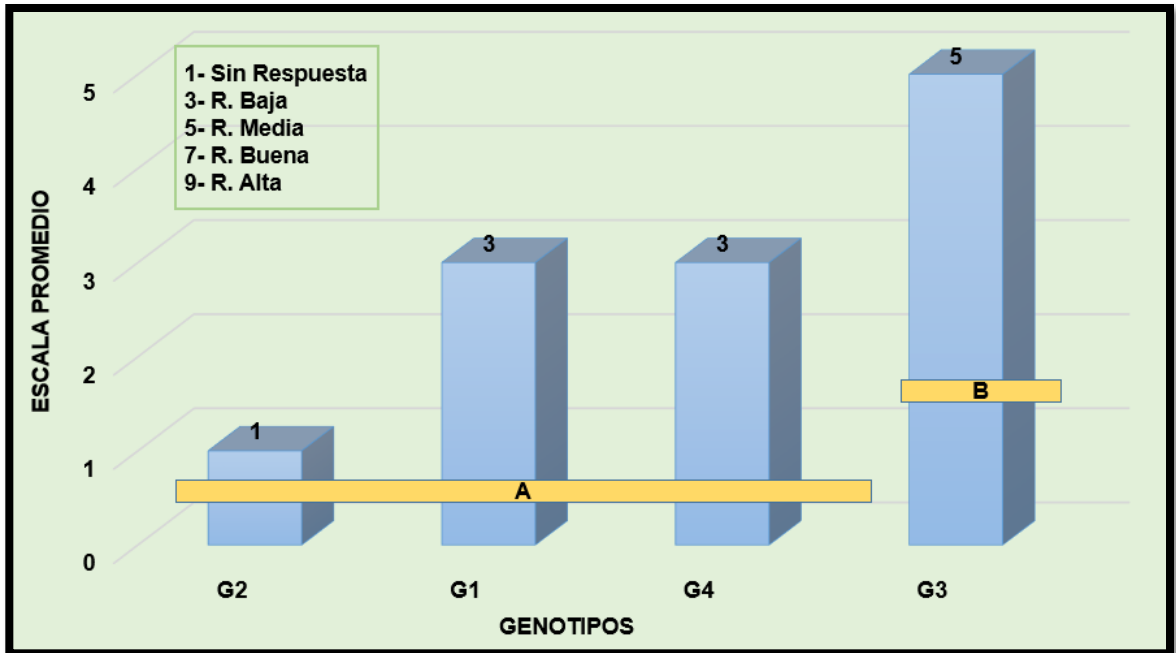


FIGURA 32. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA EL FACTOR GENOTIPOS.

4.4.2. Medios de Cultivos

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos para el factor Medios de Cultivos (Cuadro XXXI). En el grupo A, la respuesta a la generación de raíces no se presentó en cinco medios de cultivos (escala 1) y en tres medios la respuesta fue de categoría baja (escala 3). (ver figura 33)

En grupo B estuvo representado por 5 medios de cultivos, en tres medios (M6, M10, M9) se presentó una baja respuesta (escala 3) y en dos medios (M11, M4) la respuesta a la generación de raíces adventicias fue de categoría media (escala 5). (ver figura 33)

En el tercer grupo (C), en dos medios (M11, M4) se registró una respuesta de categoría media y el medio M3 con una buena respuesta a la generación de raíces adventicias. (ver figura 33)

CUADRO XXXI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

MC	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett		
PROMEDIO						
M7	28	121	1	A		
M5	28	121	1	A		
M2	28	121	1	A		
M1	28	125.5	1	A		
M8	28	126.7	1	A		
M6	28	143.8	3	A	B	
M10	28	149.3	3	A	B	
M9	28	155.3	3	A	B	
M11	28	187.2	5		B	C
M4	28	220.3	5		B	C
M3	28	228.4	7			C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 MC= Medios de Cultivos

En el factor Medios de Cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) en el 45.45 % de los medios, la respuesta baja (escala 3) se presentó en el 27.27 % de los medios, la respuesta de categoría media (escala 3) se registró en el 18.18 % de los medios y el 9 % de los medios restante se observó una respuesta buena (escala 7).

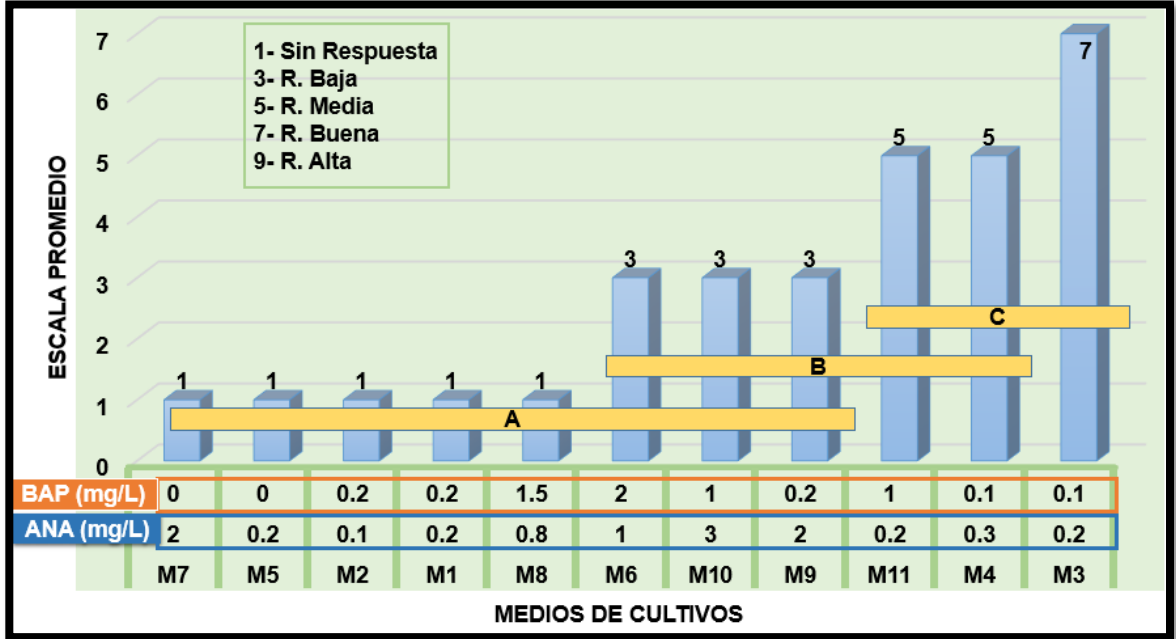


FIGURA 33. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA EL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.

4.4.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio grande* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XXXII).

En el grupo A, en ocho medios de cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) y en el medio de cultivo M9 presentó una baja respuesta (escala 3). (ver figura 34)

En el grupo B, en el medio M9 se observó una baja respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 3) y el medio M4 con respuesta de calidad media (escala 5). En el grupo C, el medio M4 obtuvo una respuesta de categoría media (escala 5) y en el medio M3 con una buena respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 7). (ver figura 34)

CUADRO XXXII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
MEDIA						
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio grande</i>	G1M7	7	32.5	1	A	
	G1M5	7	32.5	1	A	
	G1M2	7	32.5	1	A	
	G1M1	7	32.5	1	A	
	G1M10	7	32.5	1	A	
	G1M8	7	32.5	1	A	
	G1M6	7	32.5	1	A	
	G1M11	7	37.4	1	A	
	G1M9	7	44.1	3	A	B
	G1M4	7	53.8	5		B C
	G1M3	7	66.3	7		C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) en un 72.72 % de los medios evaluados, la respuesta baja (escala 3) en el 9% de los medios, la respuesta de categoría media (escala 5) en el 9% de los medios y la respuesta buena (escala 7) en el 9% de los medios.

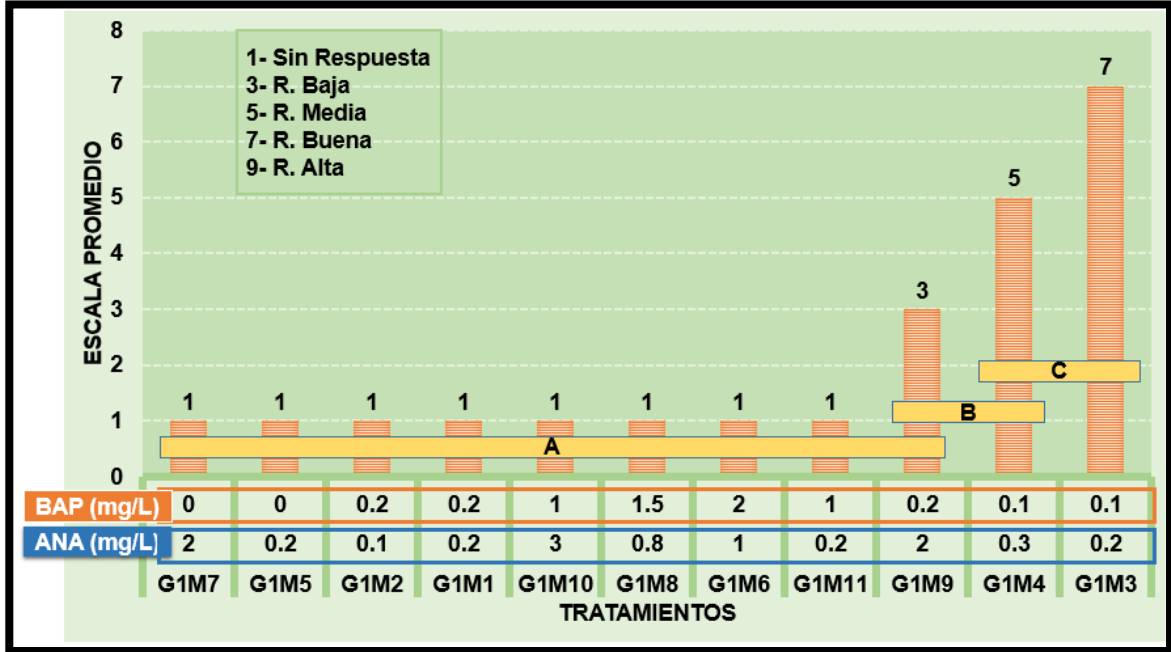


FIGURA 34. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnnett) reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XXXIII). En el grupo A, en nueve medios no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) y el medio M3 con baja respuesta (escala 3). (ver figura 35)

En el segundo grupo (B), el medio M3 obtuvo una baja respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 3) y en el medio M4 la respuesta fue de categoría media (escala 5). (ver figura 35)

CUADRO XXXIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento	
				MEDIA	Dunnett	
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M7	7	36	1	A	
	G2M5	7	36	1	A	
	G2M2	7	36	1	A	
	G2M1	7	36	1	A	
	G2M10	7	36	1	A	
	G2M8	7	36	1	A	
	G2M6	7	36	1	A	
	G2M9	7	36	1	A	
	G2M11	7	41.2	1	A	
	G2M3	7	41.6	3	A	B
	G2M4	7	58.2	5		B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. lycopersicum* var. *Padano* vs Medios de Cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) en el 81.81 % de los medios, la respuesta baja (escala 3) se presentó en el 9 % de los medios y en el 9 % restante la respuesta fue de categoría media (escala 5).

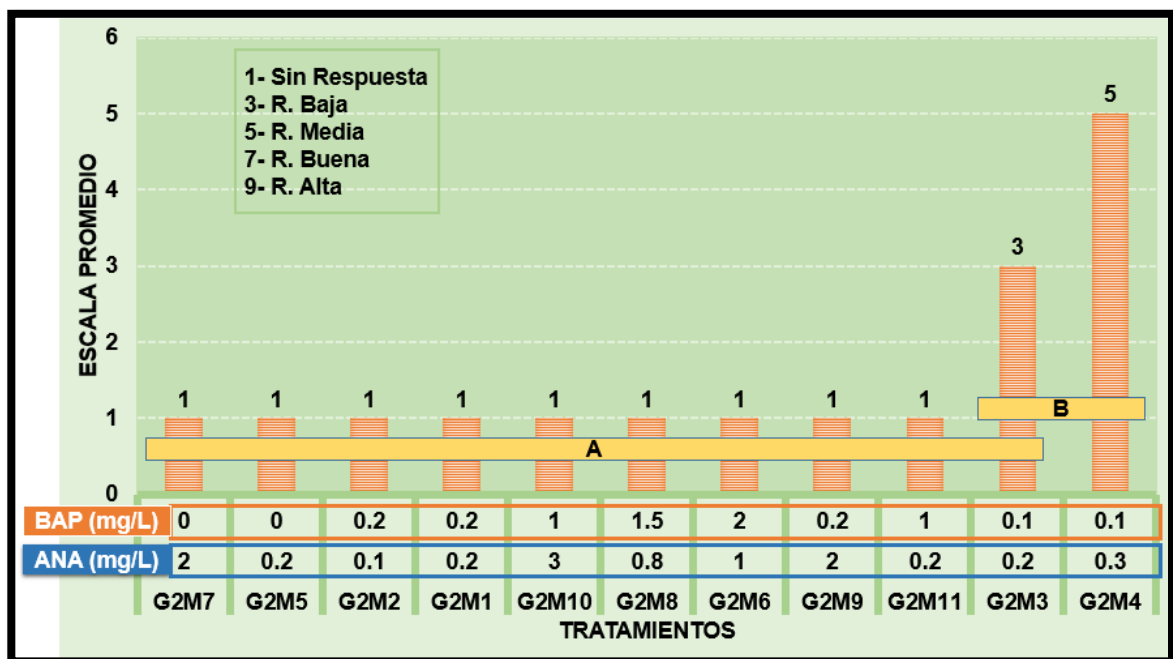


FIGURA 35. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XXXIV). En el grupo A, en cuatro medios de cultivos (M7, M5, M2, M1) no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias y en el medio M8 la respuesta fue de categoría baja. (ver figura 36)

En el segundo grupo (B), en el medio M8 se observó una baja respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 3) y en tres medios de cultivos (M10, M6, M9) se registró una respuesta de categoría media (escala 5). (ver figura 36)

En el grupo C, en tres medios de cultivos (M10, M6, M9) se registró una respuesta de categoría media (escala 5) y el medio M4 con una buena respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 7). En el último grupo (D), en el medio M4 presentó una buena y en dos medios (M11, M3) se observaron altas respuestas a la generación de raíces adventicias (escala 9). (ver figura 36)

CUADRO XXXIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA		Agrupamiento		
				MEDIA	Dunnett			
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M7	7	21.5	1	A			
	G3M5	7	21.5	1	A			
	G3M2	7	21.5	1	A			
	G3M1	7	24.9	1	A			
	G3M8	7	27.4	3	A	B		
	G3M10	7	44.6	5	B		C	
	G3M6	7	45.2	5	B	C	D	
	G3M9	7	45.2	5	B	C	D	
	G3M4	7	51.2	7	C		D	
	G3M11	7	63	9	D			
	G3M3	7	63	9	D			

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. sessiliflorum* vs Medios de Cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) en el 36.36 % de los medios, una respuesta baja (escala 3) en un 9 % de los medios, la respuesta de categoría media (escala 5) en un 27.27 % de los medios, la respuesta buena (escala 7) en un 9 % de los medios y en el 18.18 % restante de los medios la respuesta fue de categoría alta (escala 9).

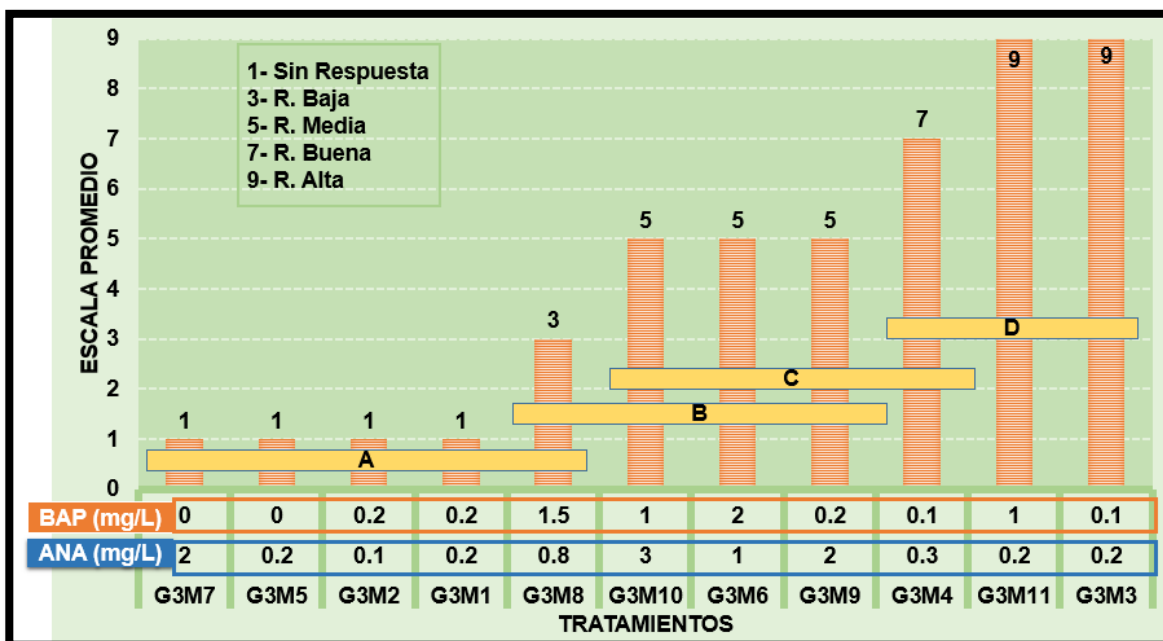


FIGURA 36. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum torvum* Sw. vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XXXV). El grupo A no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias en ocho medios de cultivos (escala 1). (ver figura 37)

En el grupo B, en el medio M11 la respuesta fue de categoría media y en dos medios de cultivos (M4, M3) se observaron buenas respuestas a la generación de raíces adventicias (escala 7). (ver figura 37)

CUADRO XXXV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS PARA VARIABLE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
				MEDIA	
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M7	7	32.5	1	A
	G4M5	7	32.5	1	A
	G4M2	7	32.5	1	A
	G4M1	7	32.5	1	A
	G4M10	7	32.5	1	A
	G4M8	7	32.5	1	A
	G4M6	7	32.5	1	A
	G4M9	7	32.5	1	A
	G4M11	7	49	5	B
	G4M4	7	60	7	B
	G4M3	7	60	7	B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. torvum* vs Medios de Cultivos no hubo respuesta a la generación de raíces adventicias (escala 1) en el 72.72 % de los medios, la respuesta de categoría media (escala 5) en un 9 % de los medios y la respuesta buena (escala 7) a la generación de raíces adventicias se registró en el 18.18 % de los medios.

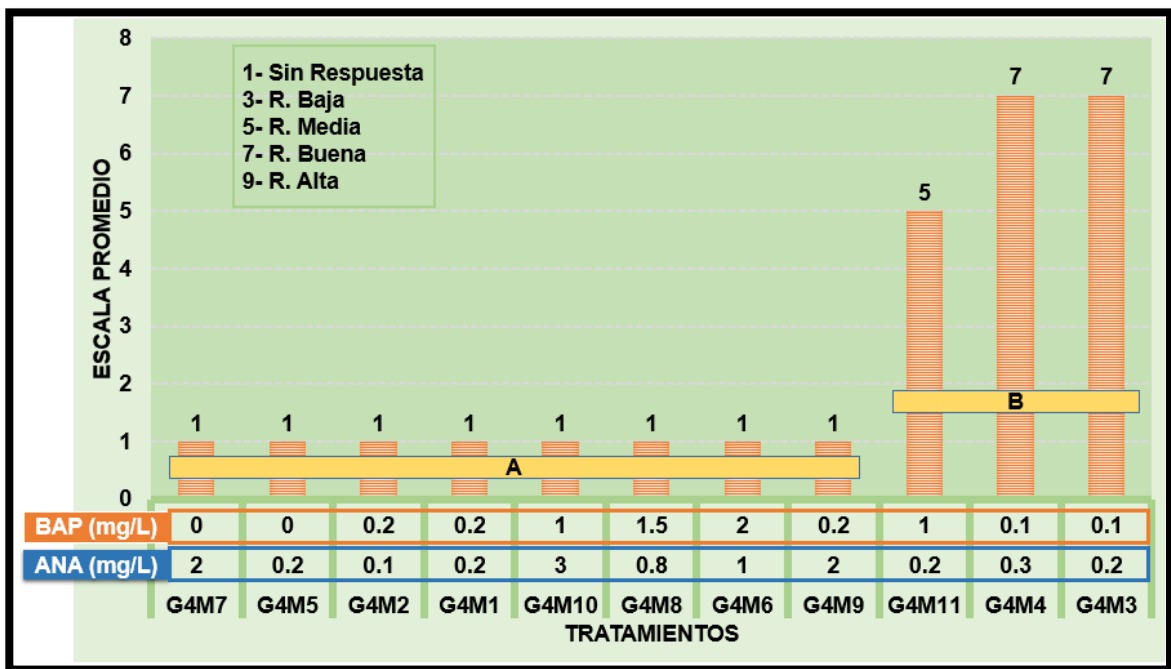


FIGURA 37. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE RESPUESTA A LA GENERACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS.

En la interacción de los Genotipos vs los Medios de Cultivos (44 tratamientos), en la respuesta a la generación de raíces adventicias se registró la escala 1 (Sin Respuesta) en todos los genotipos con un 65.9 % de los tratamientos, la escala 3 (Respuesta Baja) en tres genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano* y *S. sessiliflorum*), la escala 5 (Respuesta Media) en todos los genotipos con un 13.63 % de los tratamientos, la escala 7 (Respuesta Buena) en tres genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. sessiliflorum* y *S. torvum*) y la escala 9 (Respuesta Alta) solo en el Genotipo 3 (*S. sessiliflorum*).

4.5. Resultados de la Variable Tipo de Callo.

Los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis (ANOVA por Rangos) realizado a la variable Tipo de Callo (Cuadro XXXVI) demuestra que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos del factor Medios de Cultivos y la Interacción.

CUADRO XXXVI. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA TIPO DE CALLO.

FV	GL	SR	MR	Valor $X^2 c$	Pr > F	
GEN	3	47585.5	154.5	5.67	0.129	NS
MC	10	47585.5	154.5	58.183	<0.001	**
GEN*MC	43	47585.5	154.5	245.8	<0.0001	**
Total	308	47585.5	154.5			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS=*No hay diferencias significativas*

GEN=*Genotipos*; MC=*Medios de Cultivos*; R=*Rangos*

Como está plasmado en la metodología, en el cuadro VII, la evaluación de la variable Tipo de Callo se fundamentó en la tabla de categorías reportada por Capote *et al.*, (2003). La misma fue modificada para facilitar la evaluación de los resultados para esta investigación.

Para el caso del presente trabajo se establecieron escalas de 1, 3, 5 y 7; siendo la escala 1= Callo Tipo Friable, la escala 3= Callo Tipo Compacto, la escala 5= Callo Tipo Embriogénico y la escala 7= Ninguno de los anteriores (en muestras sin respuestas). (ver cuadro VII)

4.5.1. Medios de Cultivos

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XXXVII). En grupo A integrado por 5 medios de cultivos (M8, M6, M11, M10, M9) se presentó un callo compacto (escala 3). (ver figura 38)

En el grupo B, tres medios (M10, M9, M1) obtuvieron callos compactos y 2 medios (M3, M4) presentaron callos embriogénicos (escala 7). En el grupo C, dos medios (M9, M1) presentaron callos compactos y cuatro medios (M3, M4, M2, M5) con callos embriogénicos. En el grupo D (M2, M5, M7) se registraron callos embriogénicos. (ver figura 38)

CUADRO XXXVII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE TIPO DE CALLO.

MC	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett			
MEDIA							
M8	28	103.8	3	A			
M6	28	113.7	3	A			
M11	28	114.3	3	A			
M10	28	115.1	3	A	B		
M9	28	148.8	3	A	B	C	
M1	28	165.2	3		B	C	
M3	28	168	5		B	C	
M4	28	171.2	5		B	C	
M2	28	185.6	5			C	D
M5	28	185.6	5			C	D
M7	28	228.1	5				D

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 MC= Medios de Cultivos

En el factor Medios de Cultivos, el callo compacto (escala 3) se presentó en un 54.54 % de los medios y en el 45.45 % de los medios restantes se observó el callo embriogénico (escala 5).

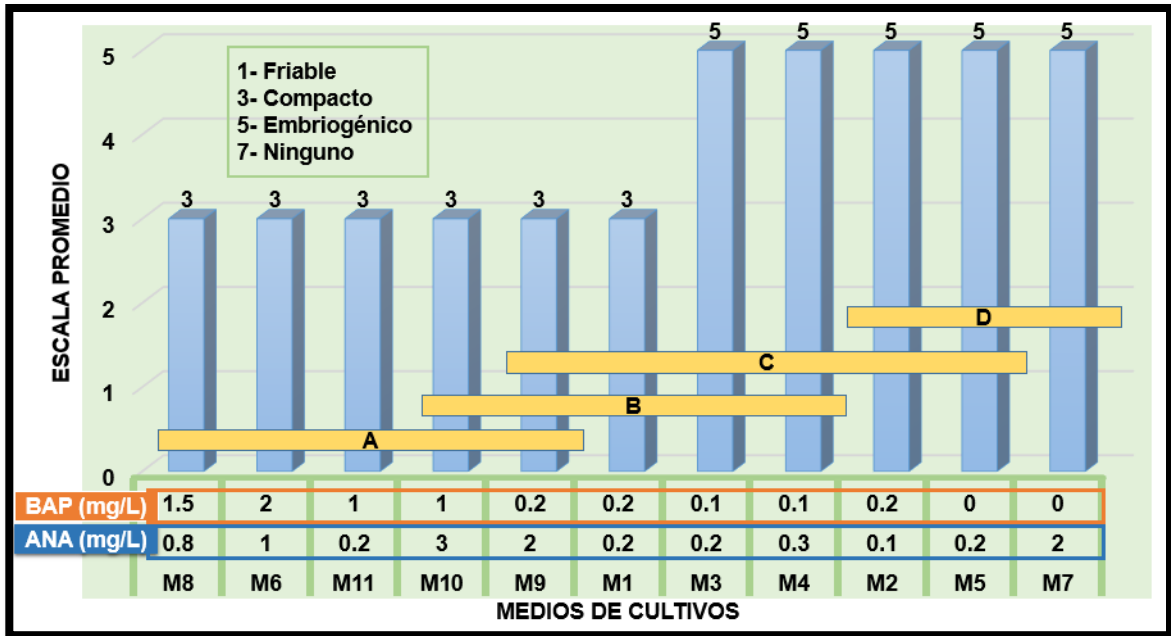


FIGURA 38. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.

4.5.2. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio grande* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XXXVIII). En grupo A (M6, M11) se presentaron callos friables (escala 1), el grupo B aglutinó los medios (M1, M2, M3, M5) con callos compactos (escala 3) y el grupo C estuvo representados por medios (M4, M8, M9, M10) con callos embriogénicos (escala 7). (ver figura 39)

En el grupo D (M7) no hubo respuesta a ningún tipo de callo debido a que *S. lycopersicum* var. *Río Grande* no respondió a la inducción de callo en el medio de cultivo M7. (ver figuras 28 y 39)

CUADRO XXXVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Río Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Río grande</i>	G1M6	7	7.5	1	A
	G1M11	7	7.5	1	A
	G1M1	7	28.5	3	B
	G1M2	7	28.5	3	B
	G1M3	7	28.5	3	B
	G1M5	7	28.5	3	B
	G1M4	7	56.5	5	C
	G1M8	7	56.5	5	C
	G1M9	7	56.5	5	C
	G1M10	7	56.5	5	C
	G1M7	7	74	7	D

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos se observó un callo friable (escala 1) en el 18.18 % de los medios evaluados, el callo compacto (escala 3) en el 36.36 % de los medios, el callo embriogénico (escala 5) en el 36.36 % de los medios y en el 9 % de los medios restantes no hubo respuesta (escala 7) debido a que no respondieron a la inducción de callos.

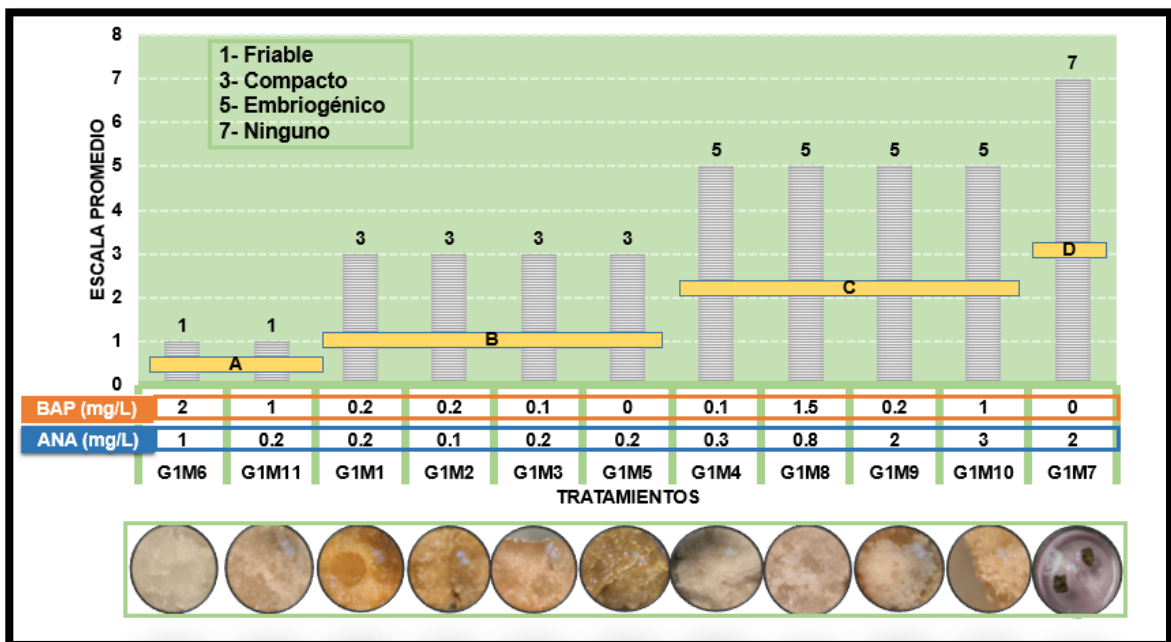


FIGURA 39. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XXXIX). En el grupo A (M11, M3, M4, M8) se presentaron callos tipo friable, en el grupo B (M1, M10) los callos fueron tipo compacto y en el grupo C (M6, M9) se presentaron callos embriogénicos. (ver figura 40)

En grupo D conformado tres medios (M2, M5 y M7) no hubo respuesta a ningún tipo de callo debido a que *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* no respondió a la inducción de callo en estos medios de cultivos antes mencionados. (ver figuras 29 y 40)

CUADRO XXXIX. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDI A	ESCALA MEDIA	Agrupamiento Dunnett
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M11	7	14.5	1	A
	G2M3	7	14.5	1	A
	G2M4	7	14.5	1	A
	G2M8	7	14.5	1	A
	G2M1	7	35.5	3	B
	G2M10	7	35.5	3	B
	G2M6	7	49.5	5	C
	G2M9	7	49.5	5	C
	G2M2	7	67	7	D
	G2M5	7	67	7	D
G2M7	7	67	7	D	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. lycopersicum* var. *Padano* vs Medios de Cultivos se observaron callos friables (escala 1) en el 36.36 % de los medios, un callo compacto (escala 3) en el 18.18 % de los medios, el callo embriogénico (escala 5) en el 18.18 % de los medios y en el 27.27 % de los medios no hubo respuesta a ningún tipo de callo (escala 7).

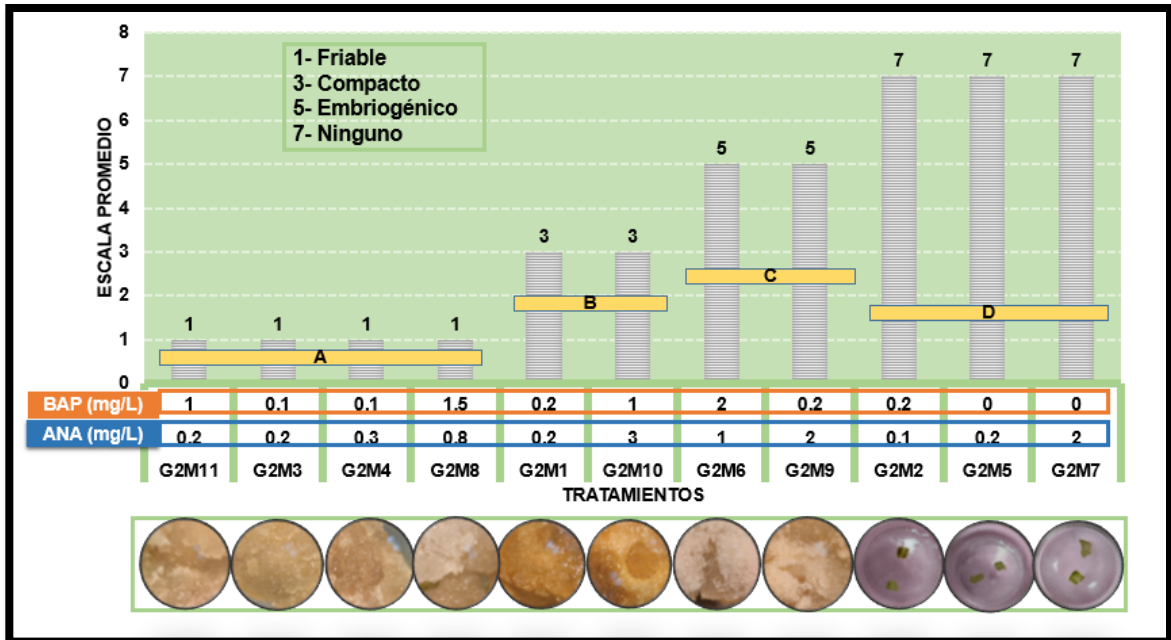


FIGURA 40. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XL). En el grupo A (M6, M9, M10, M8) las respuestas fueron callos friables, en el grupo B (M2, M5, M7, M1) los callos fueron tipo compacto y en el grupo C (M4, M3, M11) se presentaron callos embriogénicos. (ver figura 41)

CUADRO XL. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
					MEDIA
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M6	7	13.5	1	A
	G3M9	7	13.5	1	A
	G3M10	7	13.5	1	A
	G3M8	7	21.6	1	A
	G3M2	7	42	3	B
	G3M5	7	42	3	B
	G3M7	7	42	3	B
	G3M1	7	45.6	3	B
	G3M4	7	60.2	5	C
	G3M3	7	67.5	5	C
	G3M11	7	67.5	5	C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. sessiliflorum* vs Medios de Cultivos se presentaron callos friables (escala 1) en el 36.36 % de los medios, un callo compacto (escala 3) en el 36.36 % de los medios y un callo embriogénico (escala 5) en el 27.27 % de los medios restantes.

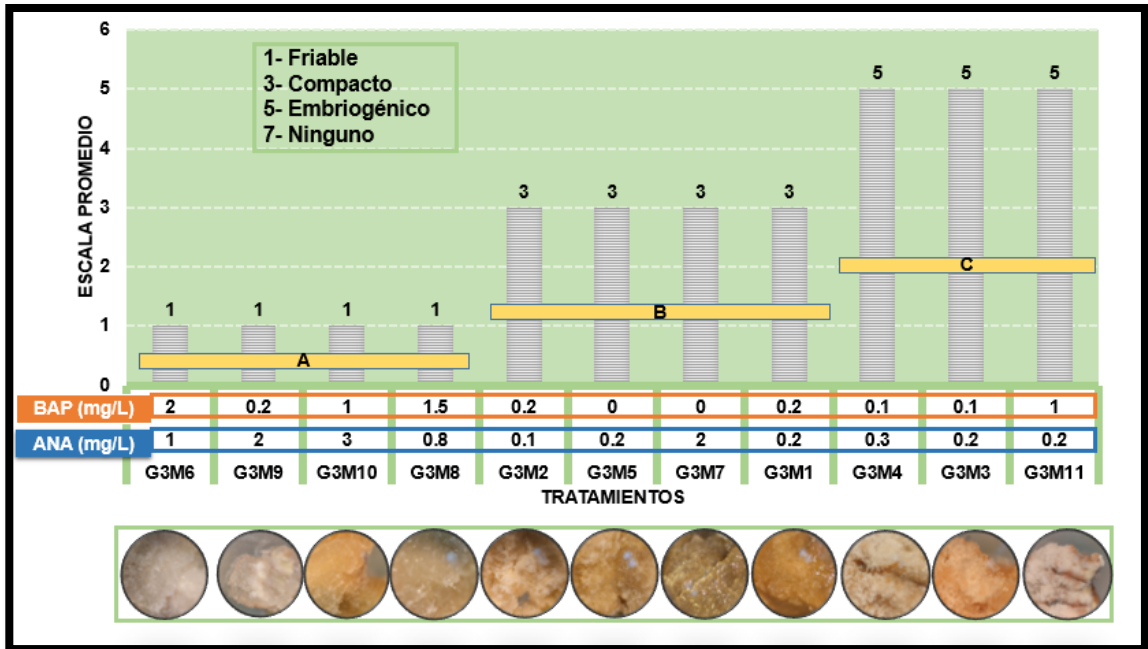


FIGURA 41. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum torvum* Sw. vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XLI). En el grupo A, el medio M10 se observó un callo friable (escala 1) y tres medios (M8, M11, M9, M6) se presentaron callos compactos (escala 3). (ver figura 42)

En el grupo B, tres medios (M11, M9, M6) obtuvieron un callos compactos y cuatro medios (M4, M3, M2, M5) presentaron callos embriogénicos. En el grupo C, los medios de cultivos (M4, M3, M2, M5, M1, M7) registraron los callos embriogénicos. (ver figura 42)

CUADRO XLI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TIPO DE CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett		
MEDIA							
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M10	7	18.9	1	A		
	G4M8	7	21.2	3	A		
	G4M11	7	21.2	3	A	B	
	G4M9	7	33.8	3	A	B	C
	G4M6	7	36.1	3	A	B	
	G4M4	7	42	5	B		C
	G4M3	7	48.2	5	B		C
	G4M2	7	48.6	5	B		C
	G4M5	7	48.6	5	B		C
	G4M1	7	54.3	5	C		
	G4M7	7	56.1	5	C		

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de *S. torvum* vs Medios de Cultivos se registraron callos friables (escala 1) en el 9 % de los medios, un callo compacto (escala 3) en el 36.36 % de los medios y un callo embriogénico (escala 5) en el 54.54 % de los medios.

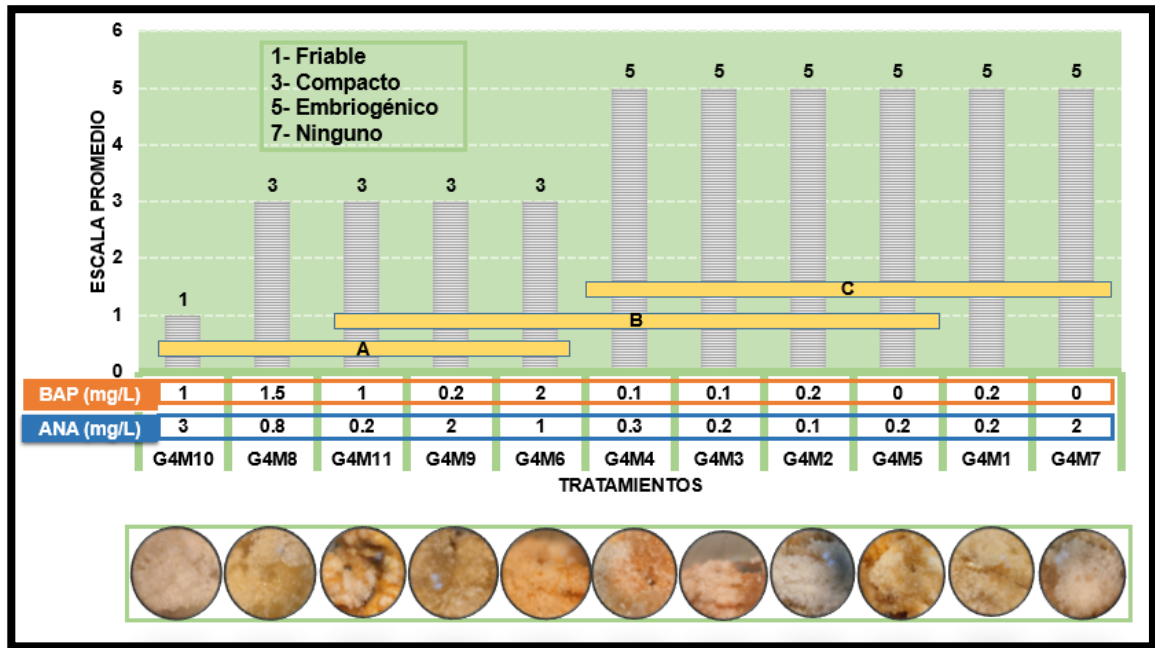


FIGURA 42. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DEL TIPO DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS.

En la interacción de los Genotipos vs los Medios de Cultivos (44 tratamientos), la escala 1 (Callo Friable) se observó en todos los genotipos con un 25 % de los casos (11 tratamientos), la escala 3 (Callo Compacto) se presentó en todos los genotipos con un 31.81 % de los casos, la escala 5 (Callo Embriogénico) se registró en todos los genotipos con un 34.09 % de los casos, y la escala 7 (Ninguno) se pudo observar en dos genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. lycopersicum* var. *Padano*) con un 9 % de los casos.

4.6. Resultados de la Variable Tonalidad del Callo.

Los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis (ANOVA por Rangos) realizado a la variable Tonalidad del Callo (Cuadro XLII) demuestra que hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados (efectos simples e interacciones).

CUADRO XLII. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS PARA LA VARIABLE CUALITATIVA TONALIDAD DEL CALLO.

FV	GL	SR	MR	Valor $X^2 c$	Pr > F	
GEN	3	47585.5	154.5	34.544	<.001	**
MC	10	47585.5	154.5	79.183	<.001	**
GEN*MC	43	47585.5	154.5	248.1	<0.0001	**
Total	308	47585.5	154.5			

* *Existen diferencias significativas*

** *Existen diferencias altamente significativas*

NS No hay diferencias significativas

GEN=Genotipos; MC= Medios de Cultivos; R=Rangos

Como está plasmado en la metodología, figura 8, la evaluación de la Tonalidad del Callo se fundamentó en la Carta de colores de Saavedra (2009) con sus categorías tonales. La misma fue modificada para facilitar la evaluación de los resultados para esta investigación (ver figura 8).

Para el caso del presente trabajo se establecieron escalas de 1, 3, 5 y 7; siendo la escala 1= Ninguna Tonalidad (muestras sin respuestas), escala 3= Tonalidad Clara, escala 5= Tonalidad de Sombra y la escala 7= Tonalidad Oscura. (ver figura 8)

4.6.1. Genotipos

La Prueba Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) para el factor Genotipos reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XLIII). El grupo A (*S. lycopersicum* var. *Padano*) y el grupo B (*S. torvum*) obtuvieron con callos de tonalidad clara (escala 3). El grupo C integrado por *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. sessiliflorum* presentaron callos con tonalidades de sombra.

CUADRO XLIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR GENOTIPOS PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

GEN	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
G2	77	118.5	3	A
G4	77	139.6	3	B
G1	77	175.2	5	C
G3	77	184.8	5	C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes

En la figura 43 se puede observar cómo están conformados los grupos, así como los valores de las escalas para los diferentes genotipos.

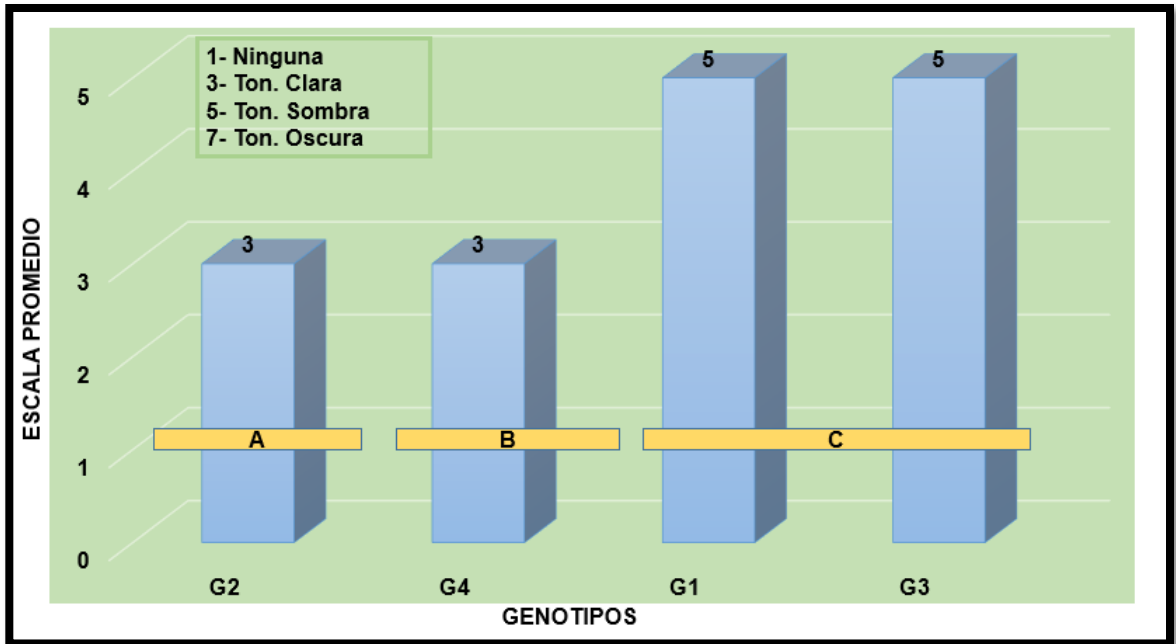


FIGURA 43. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO DEL FACTOR GENOTIPOS.

4.6.2. Medios de Cultivos

La Prueba Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XLIV). En el grupo A (M7) y B (M11, M4, M3, M8, M9) presentaron callos con tonalidad clara. (ver figura 44)

En el grupo B, 5 medios (M3, M8, M9, M10, M6) obtuvieron callos con tonalidad clara y 2 medios (M2, M5) con callos con tonalidad de sombra. En el cuarto grupo (C) con el medio M1 el callo fue de tonalidad oscura. (ver figura 44)

CUADRO XLIV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO PARA LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

MC	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett	
				MEDIA	
M7	28	79.7	3	A	
M11	28	118.8	3	B	
M4	28	126.1	3	B	C
M3	28	133.8	3	B	C
M8	28	154.3	3	B	C
M9	28	154.3	3	B	C
M10	28	161.7	3	C	
M6	28	161.7	3	C	
M2	28	181.4	5	C	
M5	28	181.4	5	C	
M1	28	246.1	7	D	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 MC= Medios de Cultivos

En el factor Medios de Cultivos, la tonalidad clara (escala 3) se presentó en el 72.72 % de los medios, la tonalidad de sombra (escala 5) se presentó un 27.27 % de los medios y el 9 % de los medios restante se observó una tonalidad oscura (escala 7).

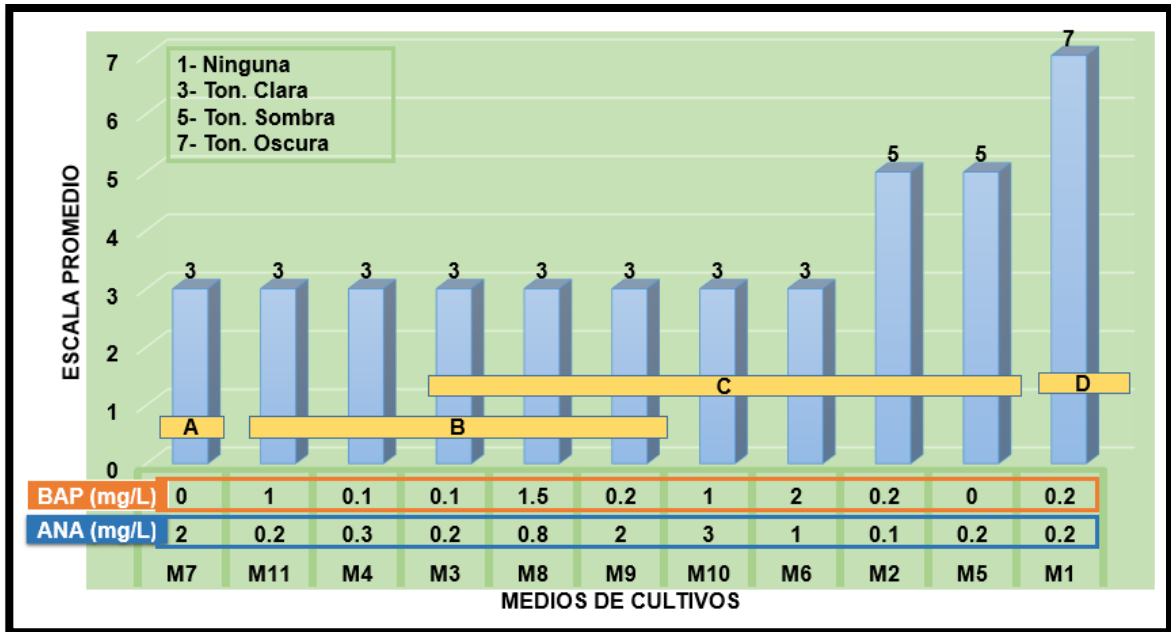


FIGURA 44. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO DEL FACTOR MEDIOS DE CULTIVOS.

4.6.3. Interacción Genotipos vs Medios de Cultivos

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio grande* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de cuatro grupos (Cuadro XLV). En el grupo A no presento tonalidad (escala 1) debido a que en el genotipo antes mencionado el medio M7 no hubo respuesta a la inducción de callos. (ver figuras 28 y 45)

En el grupo B (M4, M6, M8, M9, M10, M11) registró callos con tonalidad clara, el grupo C (M3) presentó callos con tonalidad de sombra, y en el grupo D (M1, M2, M5) con callos de tonalidad oscura. (ver figura 45)

CUADRO XLV. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento
				MEDIA	Dunnett
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Rio grande</i>	G1M7	7	4	1	A
	G1M4	7	28.5	3	B
	G1M6	7	28.5	3	B
	G1M8	7	28.5	3	B
	G1M9	7	28.5	3	B
	G1M10	7	28.5	3	B
	G1M11	7	28.5	3	B
	G1M3	7	53	5	C
	G1M1	7	67	7	D
	G1M2	7	67	7	D
G1M5	7	67	7	D	

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la figura 45 se puede observar las agrupaciones, así como los valores de las escalas para la interacción de *S. lycopersicum* var. *Rio Grande* vs Medios de Cultivos.

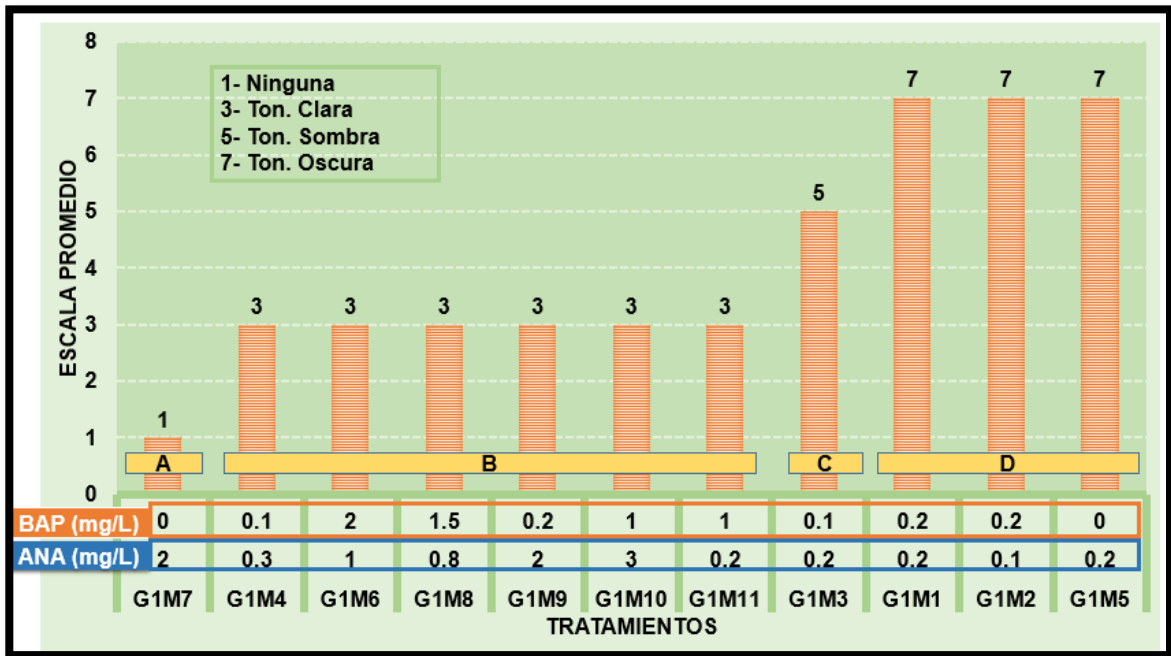


FIGURA 45. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Rio grande* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XLVI).

En el grupo A (M2, M5, M7) no presentó tonalidad debido a que en los medios antes mencionado no hubo respuesta a la inducción de callos. (ver figura 46)

En el grupo B, conformado por siete medios de cultivos registró callos con tonalidad clara. En el grupo C, el medio M1 presentó callo con una tonalidad oscura. (ver figura 46)

CUADRO XLVI. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDI	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
			A	MEDIA	
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>Padano</i>	G2M2	7	11	1	A
	G2M5	7	11	1	A
	G2M7	7	11	1	A
	G2M3	7	46	3	B
	G2M4	7	46	3	B
	G2M6	7	46	3	B
	G2M8	7	46	3	B
	G2M9	7	46	3	B
	G2M10	7	46	3	B
	G2M11	7	46	3	B
	G2M1	7	74	7	C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la figura 47 se puede observar las agrupaciones, así como los valores de las escalas para la interacción de *S. lycopersicum* var. *Padano* vs Medios de Cultivos.

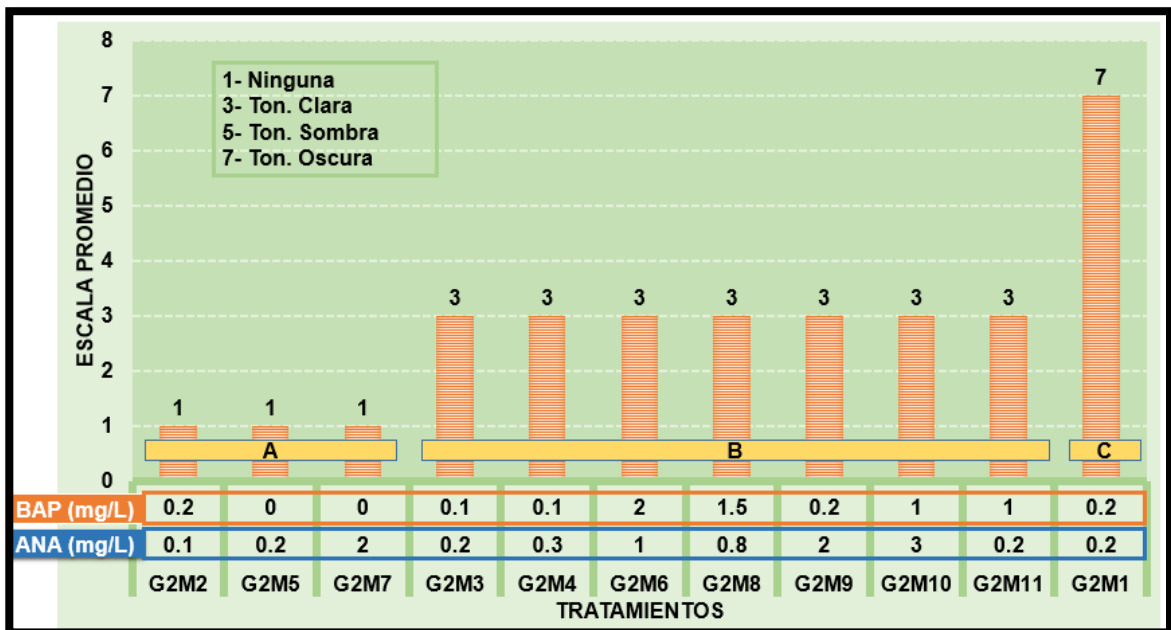


FIGURA 46. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. lycopersicum* L. var. *Padano* vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum sessiliflorum* Dunal vs Medios de Cultivos.

La Prueba de Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de tres grupos (Cuadro XLVII). En el grupo A (M3, M11, M4, M7) se presentaron callos con tonalidad clara (escala 3), en el grupo B (M8, M9, M6, M10) se registraron callos con tonalidad de sombra (escala 5) y en el grupo C se obtuvieron callos con tonalidad oscura (escala 9). (ver figura 47)

CUADRO XLVII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal. vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDI	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
			A	MEDIA	
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	G3M3	7	10	3	A
	G3M11	7	10	3	A
	G3M4	7	25	3	A
	G3M7	7	26	3	A
	G3M8	7	37.5	5	B
	G3M9	7	37.5	5	B
	G3M6	7	42	5	B
	G3M10	7	42	5	B
	G3M1	7	66	7	C
	G3M2	7	66	7	C
	G3M5	7	66	7	C

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la figura 47 se puede observar las agrupaciones, así como los valores de las escalas para la interacción de *S. sessiliflorum* vs Medios de Cultivos.

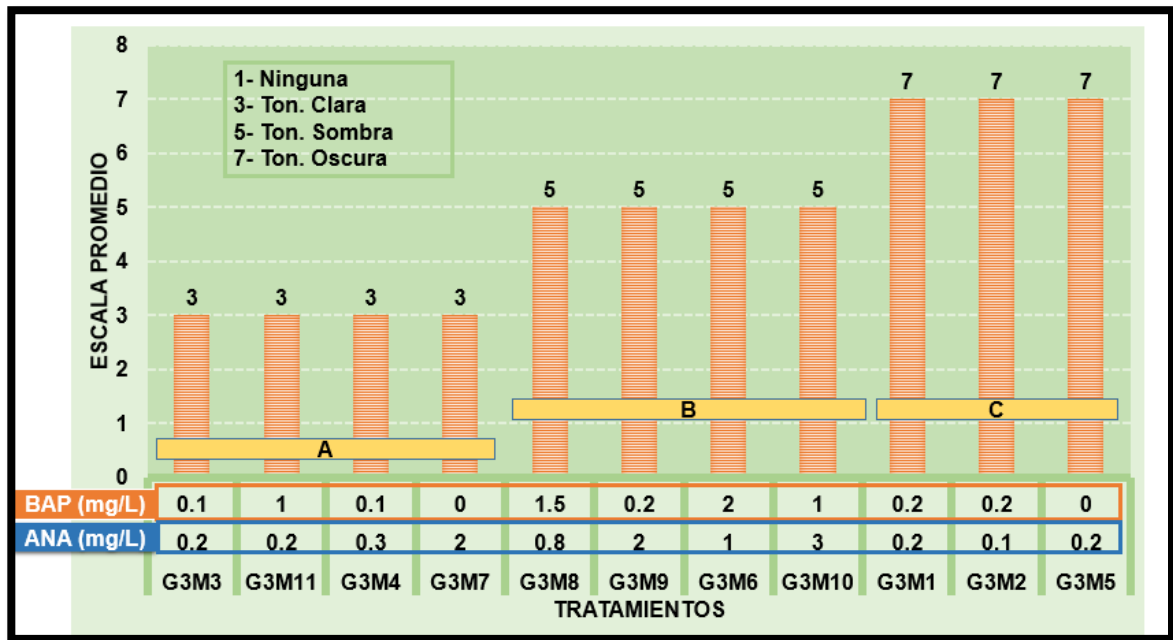


FIGURA 47. AGRUPAMIENTOS DE ACUERDO A LAS ESCALAS ESTABLECIDAS PARA ESTIMAR LA TONALIDAD DEL CALLO PARA LA INTERACCIÓN DE *S. sessiliflorum* Dunal vs MEDIOS DE CULTIVOS.

Interacción de *Solanum torvum* Sw. vs Medios de cultivos.

La Prueba Comparaciones Múltiples por Rangos (Dunnett) reflejó la conformación de dos grupos (Cuadro XLVIII). El grupo A con 10 medios de cultivos y el grupo B (M11) presentaron callos de tonalidad clara (escala 3).

CUADRO XLVIII. COMPARACIONES MÚLTIPLES POR RANGOS (DUNNETT) PARA LA INTERACCIÓN DE *S. torvum* Sw. vs MEDIOS DE CULTIVOS EN LA VARIABLE TONALIDAD DEL CALLO.

GENOTIPO	TRA	N	MEDIA	ESCALA	Agrupamiento Dunnett
<i>Solanum torvum</i> Sw.	G4M1	7	37.5	3	A
	G4M2	7	37.5	3	A
	G4M3	7	37.5	3	A
	G4M4	7	37.5	3	A
	G4M5	7	37.5	3	A
	G4M6	7	37.5	3	A
	G4M7	7	37.5	3	A
	G4M8	7	37.5	3	A
	G4M9	7	37.5	3	A
	G4M10	7	37.5	3	A
	G4M11	7	54	3	B

Medias que comparten la misma letra no son significativamente diferentes
 TRA= Tratamiento Factorial (Interacción)

En la interacción de los Genotipos vs los Medios de Cultivos (44 tratamientos), la escala 1 (Ninguna Tonalidad) se observó en dos genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. lycopersicum* var. *Padano*) con un 9 % de los casos (4 tratamientos) que corresponden a los medios de cultivos donde no hubo respuesta a la inducción de callos.

La escala 3 (Tonalidad Clara) se presentó en todos los genotipos con un 63.63 % de los casos (28 tratamientos) la escala 5 (Tonalidad de Sombra) se registró en dos genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande* y *S. sessiliflorum*) con un 11.36 % de los casos (5 tratamientos), y la escala 7 (Tonalidad Oscura) se pudo observar en tres genotipos (*S. lycopersicum* var. *Rio Grande*, *S. lycopersicum* var. *Padano* y *S. sessiliflorum*) con un 9 % de los casos.

V. CONCLUSIONES

1. Se logro evaluar la calidad de la respuesta a la inducción de callos de cuatro solanáceas *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, con diferentes combinaciones de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.
2. Se obtuvieron respuestas variables para la calidad a la inducción de callos en los genotipos, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, utilizando 11 combinaciones diferentes de ácido 1-naftalenacético y 6-bencilaminopurina en el medio de cultivo Murashige & Skoog.
3. Para la variable "Peso Fresco del Callo", se lograron obtener las mejores respuestas en las especies *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal, y en los medios de cultivo M6, M8 y M11, en los cuales el nivel de BAP fueron sustancialmente superiores al de ANA. (Efectos simples)

4. Se obtuvo el mayor “Peso Promedio del Callo” (1,590 mg) con la interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande* con el medio de cultivo M11, el cual contenía 0.2 mg/L de ANA y 1 mg/L de BAP.
5. Se lograron las mejores respuestas de los efectos simples en los factores Genotipos y Medios de Cultivos para la variable Diámetro del Callo, en las especies *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum torvum* Swartz y *Solanum sessiliflorum* Dunal., y en los medios de cultivo, M6, M8 y M11, en los cuales el nivel de BAP fueron superiores al de ANA.
6. El mayor Diámetro Promedio del Callo se obtuvo mediante la Interacción de *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande* vs el medio de cultivo M11 en el cual el nivel de BAP fue mayor que la concentración de ANA.
7. Se obtuvo respuestas mayores o iguales a la escala 7 en el 48 % de los tratamientos factoriales evaluados para la variable “Respuesta a la Inducción de Callos” distribuidos en los genotipos evaluados, *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum sessiliflorum* Dunal y *Solanum torvum* Swartz.

8. Se logró establecer para la variable “Respuesta a la Generación de Raíces Adventicias” valores bajos (escalas ≤ 3) en el 73 % de los medios evaluados cuando se utilizaron las especies *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* y *Solanum torvum* Swartz.
9. Se lograron obtener en un 25 % de los tratamientos factoriales “Callos Friables” distribuidos en los genotipos *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum sessiliflorum* Dunal y *Solanum torvum* Swartz.
10. Para la variable cualitativa “Tonalidad del Callo”, los resultados observados evidenciaron callos de tonalidades claras a tonalidades de sombras (escalas 3 y 5), la tonalidad clara se presentó en un 64 % los tratamientos factoriales distribuidos en los genotipos *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano*, *Solanum sessiliflorum* Dunal y *Solanum torvum* Swartz.
11. *Solanum lycopersicum* L. var. *Padano* obtuvo una pobre respuesta en la formación de callos evidenciado con bajos pesos frescos y diámetros de los callos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la utilización general de los medios M6 (MS más 2 mg/L de BAP-1 mg/L de ANA) y el medio M8 (MS más 1.5 mg/L de BAP-0.8 mg/L de ANA) para obtener una buena formación de callos friables con baja presencia de raíces adventicias independientemente del genotipo.
- Utilizar para *Solanum lycopersicum* L. var. *Rio Grande*, el medio de cultivo M11 (MS más 1 mg/L de BAP-0.2 mg/L de ANA) y el medio M6 (MS más 2 mg/L de BAP-1 mg/L de ANA).
- Usar el medio de cultivo M8 (MS más 1.5 mg/L de BAP-0.8 mg/L de ANA) y el medio M6 (MS más 2 mg/L de BAP-1 mg/L de ANA) para *Solanum sessiliflorum* Dunal.
- Hacer uso del medio de cultivo M10 (MS más 1 mg/L de BAP- 3 mg/L de ANA) para *Solanum torvum* Swartz.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul-Kareem K., A. A. (2008). Standardization of protoplast isolation, purification and fusion in tomato hybrids. B.Sc. in Biotechnology, Al-Nahrain University. Obtenido de <https://nahrainuniv.edu.iq/sites/default/files/azad%20thesis.pdf>
- Abhishek Kumar, S., & Rajinder, K. (2017). Establishment and Regeneration of Callus Cultures in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) from Various Explants. *Annual Research & Review in Biology*, 12(2), 1-6. doi:10.9734/ARRB/2017/32103
- Aguilera C., V., Batista, A., Castillo, A., Garcia , N., Guerra, J., & Him, P. (2013). Cultivar de Tomate IDIAP T-8. Panamá. Obtenido de
- Arredondo V., B. O, & Voltolina, D. (2011). CONCENTRACIÓN, RECUENTO CELULAR Y TASA DE CRECIMIENTO. Métodos y Herramientas Analíticas en la Evaluación de la Biomasa Microalgal. México. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Domenico-Voltolina/publication/253237563_CONCENTRACION_RECUESTO_CELULAR_Y_TASA_DE_CRECIMIENTO/links/00b4953c92711ed8fb000000/C ONCENTRACION-RECUENTO-CELULAR-Y-TASA-DE- CRECIMIENTO.pdf
- Arkan Setiaji, A. R., Semiarti, E., & Sismindari, R. (2020). Induction and Growth Kinetics Callus of Tomato (*Solanum lycopersicum*). *Biosaintifika* 12:

Journal of Biology & Biology Education, 12(1).
doi:<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v12i1.21704>

- Bastista, A., Castillo, A., Aguilera C., V., Garcia, N., Guerra, J., Him, P., . . . González, A. (2013). Cultivar de Tomate IDIAP T-9. Panamá. Obtenido de <http://www.idiap.gob.pa/download/cultivar-de-tomate-t-9/?wpdmdl=1355>
- Biota. (2022). *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022, de <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/especie/F01104>
- Botero-Giraldo, C., Restrepo-Osorio, C., & Urrea-Trujillo, A. I. (2011). RESPUESTA DE TRES GENOTIPOS DE TOMATE AL CULTIVO IN VITRO Y AISLAMIENTO DE PROTOPLASTOS. *Revista Actualidades Biológicas*, 33(94), 35-49. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/14088>
- Bustillo, A. E. (2010). METODOS PARA CAUNTIFICAR SUSPENSIONES DE ESPORAS DE HONGOS Y OTROS ORGANISMOS. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277870402_METODO_PARA_CUANTIFICAR_SUSPENSIONES_DE_ESPORAS_DE_HONGOS_Y_OTROS_ORGANISMOS
- Capote Rodríguez, A., Fundora Mayor, Z., González-Chávez D., M., & Pérez Díaz, O. (2003). Comportamiento in vitro de cultivares seleccionados de tomate *Lycopersicon esculentum*. II. Estudio de la callogénesis y

rizogénesis espontánea. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 24(1-2), 219-225. Obtenido de <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/394>

- Carbajal Toribio, C., & Balcazar De Ruíz, L. (2002). *Cultivo de Cocona*. Perú. Recuperado el 22 de Diciembre de 2022, de https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/109/3/Carbajal_libro_2002.pdf
- Castro Hinojosa, C. (2017). *OBTENCIÓN DE PROTOPLASTOS DEL MESÓFILO DE HOJAS DE TOMATE (Solanum lycopersicum Mill.) MEDIANTE DIGESTIÓN ENZIMÁTICA*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA. Sangolquí: Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13773>
- Dahanayake , N., Senanaya, S., & Manawadu, I. (2014). CALLUS FORMATION AND ORGANOGENESIS OF TOMATO (LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL VARIETY THILINA). *Tropical Agricultural Research & Extension*, 17(2), 86-94. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/336381220_Callus_formation_and_organogenesis_of_tomato_Lycopersicon_esculentum_mill_variety_Thilina

- FAO. (2013). *EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA*. Argentina: FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Feng , P., Wei-Bing , Z., Xiao-Chun, S., Ya-Long, Q., & Zhong, W. (2017). High Efficiency Callus Induction and Regeneration of *Solanum torvum* Plants. *HORTSCIENCE*, 52(12). doi:10.21273/HORTSCI12232-17
- Fita Fernández, A. M. (Productor). (2010). *Obtención de Protoplastos vegetales*. © UPV [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=tCl1WQfNJC>
- GBIF. (12 de Diciembre de 2022). *Taxonomy, GBIF Backbone*. Obtenido de <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Gerszberg , A., Hnatuszko-Konka, K., Kowalczyk, T., & K. Kononowicz, A. (2016). Efficient In Vitro Callus Induction and Plant Regeneration Protocol for Different Polish Tomato Cultivars. *Natulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 452-458. doi:10.15835/nbha44210530
- Ghan Singh , M., Rajinikanth , M., & Rama Swamy , N. (2022). High Frequency Callus Mediated Plantlet Regeneration from Different Explants of Ethno-medicinal Plant Turkey Berry (*Solanum torvum* Sw). *Journal of Scientific Research of The Banaras Hindu University*, 66(1), 121-128. doi:10.37398/JSR.2022.660113
- Guerra Murillo, J., Villarreal Núñez, J., Herrera Vásquez, J., Aguilera, V., & Osorio B., O. (2016). *Manual técnico MANEJO INTEGRADO DEL*

CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL. Panamá: Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). Obtenido de <http://www.idiap.gob.pa/download/manual-tecnico-manejo-integrado-del-cultivo-de-tomate-industrial/?wpdmdl=3309>

- Guri, A., Volokita, M., & Sink, K. (1987). Plant regeneration from leaf protoplasts of *Solanum torvum*. *Plant Cell Reports*(6), 302-304. doi:<https://doi.org/10.1007/bf00272004>
- Hanan Alipi, A., Mondragón Pichardo, J., Vibrans, H., & Tenorio Lezama, P. (2009). *Solanaceae, Solanum torvum Sw. Berenjenita cimarrona*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/solanum-torvum/fichas/ficha.htm>
- Ibarra López, A. (2020). Establecimiento *In vitro* de semillas. Video. Consultado el 17 de mayo 2022, en: https://youtube.com/watch?v=YuTOd1p_F0s&feature=share
- Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). (2022). Cierre Agrícola 2020-2021. Obtenido de <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/10/CIERREAGRICOLA2020-2021-modificado.pdf>
- Jaiswal, V., & Narayan, P. (1985). Plantlet Regeneration from Hypocotyl Callus of *Solanum torvum* Swartz. *j. Plant Physiol.*, 119, 381-383. doi:[https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(85\)80001-8](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(85)80001-8)

- Jiménez-Martínez, E., Gutiérrez, W., & González, C. (2010). EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE TOMATE INDUSTRIAL (*Lycopersicum esculentum*, Mill) EN EL RENDIMIENTO Y TOLERANCIA AL COMPLEJO MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius) – GEMINIVIRUS. *La Calera: Agronomía*, 10(15). Recuperado el 17 de Noviembre de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/279463774_EVALUACION_DE_CUATRO_VARIEDADES_DE_TOMATE_INDUSTRIAL_Lycopersicum_esculentum_Mill_EN_EL_RENDIMIENTO_Y_TOLERANCIA_AL_COMPLEJO_MOSCA_BLANCA_Bemisia_tabaci_Gennadius_-_GEMINIVIRUS
- Kumar, S., Patel, N., & Saravaiya, S. (2019). STUDIES ON SOLANUM TORVUM SWARTZ ROOTSTOCK ON CULTIVATED EGGPLANT UNDER EXCESS MOISTURE STRESS. *Bangladesh J. Bot.*, 48(2), 297-306. Obtenido de <https://www.banglajol.info/index.php/BJB/article/view/47671/34439>
- Levitus, Dra. G., Echenique, Dra. V., Rubinstein, Dra. C., Hopp, Dr. E., & Mroginski, Dr. L. (2009). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. *ArgenBio*. Argentina. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/BiotecnologiayMejoramientovegetalII.pdf>
- Medina Rivas, M. A., & Sepúlveda Asprilla, N. I. (2008). Regeneración in vitro de plantas a partir de explantes foliares del lulo chocoano, *Solanum*

sessiliflorum Dunal vía organogénesis. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 27(1), 92-95.

- Melgar, Ph. D. J. C.; Rivera, Ph. D. J. M.; Brown, Ph. D. J.; & Weller, Ph. D. S. (2012). MARCHITEZ BACTERIANA EN SOLANÁCEAS: RECONOCIMIENTO Y MANEJO INTEGRADO. FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, LIMA. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/descargas/Departamento_de_Proteccion_Vegetal/manual_marchitez_bacteriana.pdf
- Musa, I., Rafii, M., Magaji, U., Ahmad, K., Ramlee, S., Md Hatta, M., . . . Mat Sulaiman, N. (2021). Influence of Wild Relative Rootstocks on Eggplant Growth,. *Agriculture*, 11(943), 1-16. doi:<https://doi.org/10.3390/agriculture11100943>
- Najam-us-Sahar , D., Ahmad, D., Jalal,, Jalal, A., Rajab, H., & Khan, M. (2017). THE EFFECT OF EXPLANT SOURCES AND GROWTH REGULATORS ON CALLUS INDUCTION AND REGENERATION IN DIFFERENT TOMATO CULTIVARS. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(2), 481-489. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/317222924_The_effect_of_explant_sources_and_growth_regulators_on_callus_induction_and_regeneration_in_different_tomato_cultivars

- Orozco , C., Beltrán , G., Porras, N., & Nee, M. (2008). Listado de especies espinosas de *Solanum* L. (*Leptostemonum*, Solanaceae). *Biota Colombiana*, 9(2), 239-249. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/491/49120960002.pdf>
- Perea, M. (2009). *Cultivo de Tejidos Vegetales In Vitro*. Bogota, Colombia. Obtenido de http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Cultivo_de_Tejidos_Vegetales_In_Vitro/Cultivo_de_Tejidos_Vegetales_In_Vitro.pdf?fbclid=IwAR2xLhdtU-7yKztpAvuWQjdZYh-ltzpcYT6PnzpAErkw__Zozfqc
- Prodac. (1992). *Mayoristas de Productos Animales*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2022, de <https://www.prodac.es/hort%C3%ADcolas/4064-tomate-rio-grande-sobre-8414934067411.html>
- Saavedra De Real, G. (2012). *Tomate (Solanum lycopersicum L.)*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Recuperado el 17 de Noviembre de 2022, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6818/Capitulo%201.%20Tomate.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Sánchez, C. (31 de enero de 2020). *Normas APA*. Obtenido de <https://normas-apa.org/introduccion/>
- Zsabados, L. (1991). Protoplastos: aislamiento, cultivo y regeneración de plantas. En *Cultivos de Tejidos en la Agricultura* (págs. 239-254). Cali,

Colombia.

Obtenido

de

https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Cultivo%20de%20Tejidos%20en%20la%20Agricultura/capitulo10_parte1.pdf

VIII. ANEXOS.

MEDIO BASAL MURASHIGE & SKOOG	
COMPUESTOS	mg/L=ppm
Macroelementos	
NH₄NO₃	1650
KNO₃	1900
CaCl₂ .2H₂O	440
MgSO₂ .7H₂O	370
KH₄PO₃	170
Microelementos	
H₃BO₃	6.2
MnSO₄ .H₂O	22.3
ZnSO₂ .7H₂O	8.6
KI	0.83
Na₂MoO₄ .2H₂O	0.25
CuSO₂ .5H₂O	0.025
CoCl₂ .6H₂O	0.025
Hierro	
Na₂EDTA	37.3
FeSO₄ .7H₂O	27.8

mg/L= miligramos por litro; ppm= partes por millón

ANEXO 1. Composición del medio basal Murashige & Skoog utilizado en la presente investigación.

1. Prepara tu agua destilada estéril y la cristalería a utilizar.
2. Preparar las soluciones: Solución de alcohol al 70%, solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 2.5% y solución de Hipoclorito de Sodio (cloro comercial 3.5 %) al 25%, en vasos químicos de 100 mL.
3. Introduce el agua destilada estéril, la cristalería y las soluciones preparadas a la cámara de flujo laminar.
4. Vierte la solución de alcohol al 70% en el vaso químico que contiene las semillas contenidas (en gasas o sueltas).
5. Agitar durante 2 minutos y hacer un triple lavado con agua destilada estéril con agitación por mínimo 45 segundos cada uno.
6. Seguido del último lavado y después de retirar el agua, vierte la solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 2.5% en el vaso químico que contiene las semillas contenidas (en gasas o sueltas).
7. Agitar durante 15 segundos máximo y hacer un triple lavado con agua destilada estéril con agitación por mínimo 1 minuto cada uno.
8. Después vierte la solución de Hipoclorito de Sodio (cloro comercial 3.5 %) al 25% en el vaso químico que contiene las semillas contenidas (en gasas o sueltas).
9. Agitar durante 2 minutos y cinco lavados con agua destilada estéril con agitación por mínimo 45 segundos cada uno.
10. Por último, mantener las semillas inmersas en agua destilada estéril (si están sueltas en el vaso químico) o en la gasa sobre un papel crespón húmedo durante la siembra para evitar la deshidratación del tejido.
11. Nota: utilizar alcohol, cloro comercial e hidróxido de sodio con buena pureza y preferiblemente en primer uso.

ANEXO 2. Protocolo de Castro, (2017), y Arkan Setiaji *et al.*, (2020), entre otros autores utilizado para la desinfección de semillas germinadas.

Chocolate	c85a17	Gray97	f6f6f5	PaleVioletRed4	7e354d
Coral	f76541	Gray98	f9f9fa	PapayaWhip	feeccf
Coral2	e55b3c	Gray99	fbfbfb	PeachPuff	fccd5b0
Coral3	c34a2c	Green	00ff00	PeachPuff2	eac5a3
Coral4	7e2817	green1	5ffb17	PeachPuff3	c6a688
CornflowerBlue	151b8d	green2	59e817	PeachPuff4	806752
Cornsilk	fff7d7	green3	4cc417	peru	c57726
Cornsilk2	ece5c6	green4	347c17	Pink	faafbe
Cornsilk3	c8c2a7	GreenYellow	b1fb17	pink2	e7a1b0
Cornsilk4	817a68	honeydew	f0feee	pink3	c48793
Cyan	00ffff	honeydew2	deebdc	pink4	7f525d
Cyan1	57feff	honeydew3	bcc7b9	Plum	b93b8f
Cyan2	50ebec	honeydew4	7a7d74	plum1	f9b7ff
Cyan3	46c7c7	HotPink	f660ab	plum2	e6a9ec
Cyan4	307d7e	HotPink1	f665ab	plum3	c38ec7
DarkGoldenrod	af7817	HotPink2	e45e9d	plum4	7e587e
DarkGoldenrod1	fb1117	HotPink3	c25283	PowderBlue	addce3
DarkGoldenrod2	e8a317	HotPink4	7d2252	purple	8e35ef
DarkGoldenrod3	c58917	IndianRed	5e2217	purple 1	893bff
DarkGoldenrod4	7f5217	IndianRed1	f75d59	purple 2	7f38ec
DarkGreen	254117	IndianRed2	e55451	purple 3	6c2dc7
DarkKhaki	b7ad59	IndianRed3	c24641	purple 4	461b7e
DarkOliveGreen	4a4117	IndianRed4	7e2217	Red	ff0000
DarkOliveGreen1	ccfb5d	ivory	ffffee	red1	f62217
DarkOliveGreen2	bce954	ivory2	eccecd	red2	e41b17
DarkOliveGreen3	a0c544	ivory3	c9c7b9	RosyBrown	b38481
DarkOliveGreen4	667c26	ivory4	817d74	RosyBrown1	fbbbb9
DarkOrange	f88017	Khaki	ada96e	RosyBrown2	e8adaa
DarkOrange1	f87217	khaki1	fff380	RosyBrown3	c5908e
DarkOrange2	e56717	khaki2	ede275	RosyBrown4	7f5a58
DarkOrange3	c35617	khaki3	c9be62	RoyalBlue	2b60de
DarkOrange4	7e3117	khaki4	827839	RoyalBlue1	306eff
DarkOrchid	7d1b7e	lavender	e3e4fa	RoyalBlue2	2b65ec
DarkOrchid1	b041ff	LavenderBlush	fdeef4	RoyalBlue3	2554c7
DarkOrchid2	a23bec	LavenderBlush2	ebdde2	RoyalBlue4	15317e
DarkOrchid3	8b31c7	LavenderBlush3	c8bbbe	salmon1	f88158
DarkOrchid4	571b7e	LavenderBlush4	817679	salmon2	e67451
DarkSalmon	e18b6b	LawnGreen	87f717	salmon3	c36241
DarkSeaGreen	8bb381	LemonChiffon	fff8c6	salmon4	7e3817
DarkSeaGreen1	c3fb8	LemonChiffon2	ece5b6	SandyBrown	ee9a4d
DarkSeaGreen2	b5eaaa	LemonChiffon3	c9c299	SeaGreen	4e8975
DarkSeaGreen3	99c68e	LemonChiffon4	827b60	SeaGreen1	6afb92
DarkSeaGreen4	617c58	LightBlue	addfff	SeaGreen2	64e986
DarkSlateBlue	2b3856	LightBlue1	bdedff	SeaGreen3	54c571
DarkSlateGray	25383c	LightBlue2	afdcec	SeaGreen4	387c44

ANEXO 3. CARTA DE COLORES CON SUS TONALIDADES SEGÚN SAAVEDRA.