

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

## PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONOMICA



“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA VAR. CASTILLA (*Rubus glaucus*  
Benth), SOMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AUXINAS EN  
INVERNADERO, AREQUIPA 2012”

Tesis presentada por el Bachiller:

**Johan Montufar Florez**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

AREQUIPA - PERÚ

2013

*Esta tesis se la dedico a Dios por permitirme tener la dicha de tener a mis abuelitos aún a mi lado, que me brindaron su sabiduría, es para ustedes está tesis en agradecimiento por todo su amor.*

*Gracias amados abuelos.*

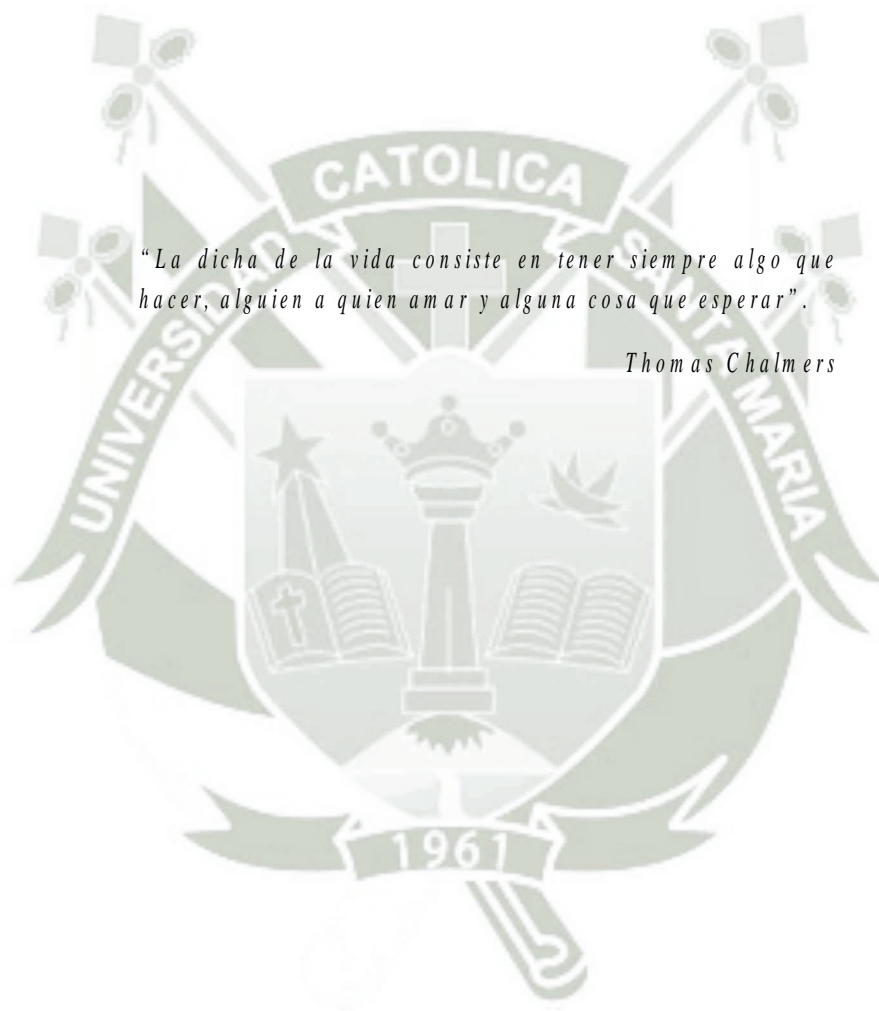
*Para mis padres Edison F. Montufar y Julia Florez, que fueron tan pacientes, por permitirme y apoyarme en la culminación de un objetivo más, la tan anhelada profesión.*

*A mi hermanita Kelly M. Montufar, por brindarme su eterno apoyo y comprensión.*

*A mi compañera, amiga y mi amor, por toda la motivación que me brindo.*

*A mis maestros Humberto Stretz, Jorge Zegarra, José Torres y Jorge Salinas por inculcarme y compartir su pasión por esta maravillosa profesión.*

*A mis grandes amigos y colegas Jesús, Adrian y Omar, por todos los buenos, sufridos y locos momentos que pasamos y compartir el gusto por esta profesión apasionante.*



*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.*

*Thomas Chalmers*

## INDICE

INDICE .....	I
INDICE DE CUADROS .....	V
INDICE DE GRÁFICAS .....	XI
INDICE DE FIGURAS .....	XV
INDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	XVI
ABREVIATURAS UTILIZADAS .....	XVII
RESUMEN .....	XVIII
SUMMARY .....	XX
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO II.....	5
REVISION DE LITERATURA .....	5
2.1 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SIMILARES .....	5
2.2 CULTIVO DE LA MORA .....	6
2.2.1 Origen de la mora castilla (Rubus glaucus B).....	6
2.2.2 Clasificación taxonómica .....	6
2.2.3 Botánica.....	7
2.2.4 Requerimiento de suelo.....	8
2.2.5 Agroecología.....	8
2.2.6 Propagación.....	9
2.3 AUXINAS .....	11
2.3.1 Acción fundamental de las fitohormonas.....	12
2.3.2 Síntesis y degradación del AIA .....	12
2.3.3 Transporte de auxinas .....	12
2.3.4 Efecto de la auxina sobre el desarrollo de las yemas laterales.....	13
2.3.5 Efecto de las auxinas sobre las raíces y la formación de raíces.....	14

2.3.6	Mecanismos de acción de las auxinas .....	15
2.3.7	Las auxinas en la formación de callos.....	16
2.3.8	Inducción del enraizamiento de estacas mediante auxinas .....	16
2.4	ASPECTOS FISIOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE RAÍCES	
	ADVENTICIAS .....	19
2.4.1	Totipotencia.....	20
2.4.2	La Rizogenesis .....	20
2.4.3	Desdiferenciación.....	21
2.4.4	Formación de raíces adventicias.....	21
2.4.5	Fases de la rizogenesis adventicia (organogénesis) .....	22
2.4.6	Influencia de la estructura del tallo (estaca).....	25
2.4.7	Propagación por estacas .....	26
	<b>CAPITULO III</b> .....	<b>33</b>
	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>33</b>
3.1	UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL .....	33
3.2	FECHA DE EJECUCIÓN .....	33
3.3	CONDICIONES AMBIENTALES .....	33
3.3.1	Temperatura dentro del invernadero.....	33
3.3.2	Temperatura del sustrato.....	33
3.4	SUSTRATO DE ENRAIZAMIENTO .....	34
3.5	SISTEMA DE RIEGO .....	35
3.6	PLANTAS MADRE .....	35
3.7	FITORREGULADORES AUXINICOS .....	35
3.8	MATERIALES .....	35
3.9	METODOLOGIA .....	36
3.9.1	Componentes en estudio .....	36
3.9.2	Factores y niveles.....	36
3.9.3	Diseño experimental.....	37
3.9.4	Preparación de la solución enraizante.....	39
3.9.5	Preparación de estacas.....	40
3.9.6	Aplicación de Fitorreguladores auxínicos e inserción de las estacas.....	41

3.9.7	Preparación de la cama de enraizamiento .....	43
3.9.8	Control de plagas y enfermedades .....	44
3.9.9	Manejo de las estacas durante el enraizamiento.....	44
3.10	EVALUACIONES REALIZADAS .....	45
3.10.1	Porcentaje de estacas con callo.....	45
3.10.2	Número de raíces por estaca.....	46
3.10.3	Longitud de raíz.....	46
3.10.4	Número de hojas.....	47
3.10.5	Porcentaje de prendimiento .....	47
3.10.6	Cronología de enraizamiento.....	47
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>49</b>
<b>RESULTADOS</b>	.....	<b>49</b>
4.1	EFFECTO DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTIRICO (AIB) EN LA FORMACION DE CALLOS DE ESTACAS DE MORA .....	49
4.1.1	Porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI.....	49
4.1.2	Porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI.....	53
4.1.3	Porcentaje de estacas con callo a los 60 DDI.....	56
4.2	EFFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL NÚMERO DE RAICES FORMADOS EL LAS ESTACAS DE MORA .....	61
4.2.1	Número de raíces por estaca a los 30 DDI.....	61
4.2.2	Número de raíces por estaca a los 45 DDI.....	65
4.2.3	Número de raíces por estaca a los 60 DDI.....	67
4.3	EFFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN LA LONGITUD DE RAICES FORMADAS EL LAS ESTACAS DE MORA .....	74
4.3.1	Longitud de raíz a los 45 DDI.....	74
4.3.2	Longitud de raíz a los 60 DDI.....	77

4.4	EFFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL NÚMERO DE HOJAS DESARROLLADAS EN LAS ESTACAS DE MORA .....	83
4.5	EFFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL PORCENTAJE DE ESTACAS DE MORA ENRAIZADAS .....	89
4.6	CRONOLOGÍA DE ENRAIZAMIENTO .....	95
<b>CAPITULO V</b>	.....	<b>96</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	.....	<b>96</b>
5.1	PORCENTAJE DE ESTACAS CON CALLO .....	96
5.2	NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA .....	98
5.3	LONGITUD DE RAÍZ .....	103
5.4	NUMERO DE HOJAS .....	108
5.5	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO .....	110
5.6	CRONOLOGÍA DE ENRAIZAMIENTO .....	113
<b>CAPITULO VI</b>	.....	<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>116</b>
<b>CAPITULO VII</b>	.....	<b>118</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>118</b>
<b>CAPITULO VIII</b>	.....	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	.....	<b>119</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>123</b>
ANEXO I	.....	124
ANEXO II	.....	145
ANEXO III	.....	161

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Análisis y caracterización del sustrato “piedra pómez” usada en el experimento.....	34
CUADRO N° 2 Claves para los factores, tratamientos, y repeticiones.....	37
CUADRO N° 3 Análisis de varianza del porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	49
CUADRO N° 4 Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	50
CUADRO N° 5 Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI, para el estudio de enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	51
CUADRO N° 6 Análisis de varianza de los porcentajes de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	53
CUADRO N° 7 Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje estacas con callo 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	53
CUADRO N° 8 Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	54

CUADRO N° 9	Análisis de varianza del porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	56
CUADRO N° 10	Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	56
CUADRO N° 11	Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	57
CUADRO N° 12	Medias del porcentaje de estacas con callo de los diferentes tratamientos a los 30, 45 y 60 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus Glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	60
CUADRO N° 13	Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	62
CUADRO N° 14	Análisis de varianza de los efectos simples del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	62
CUADRO N° 15	Prueba de Tuckey del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	63

CUADRO N° 16	Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	65
CUADRO N° 17	Análisis de varianza de los efectos simples del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	65
CUADRO N° 18	Prueba de Tuckey del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	66
CUADRO N° 19	Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	68
CUADRO N° 20	Análisis de varianza de los efectos simples para el número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	68
CUADRO N° 21	Prueba de Tuckey para el número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	69
CUADRO N° 22	Medias para el número de raíces de los diferentes tratamientos a los 30, 45 y 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	71

CUADRO N° 23	Análisis de varianza de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	74
CUADRO N° 24	Análisis de varianza de los efectos simples de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	75
CUADRO N° 25	Prueba de Tuckey de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	75
CUADRO N° 26	ANVA de la longitud de raíces a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	77
CUADRO N° 27	ANVA de los efectos simples de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	78
CUADRO N° 28	Prueba de Tuckey de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	79
CUADRO N° 29	Medias para la longitud de raíces de los diferentes tratamientos a los 45 y 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	81

CUADRO N° 30	Análisis de varianza del número de hojas formadas por las estacas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	83
CUADRO N° 31	Análisis de varianza de los efectos simples del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	84
CUADRO N° 32	Prueba de Tuckey del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	85
CUADRO N° 33	Medias para el número de hojas de los diferentes tratamientos a 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	87
CUADRO N° 34	Análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	89
CUADRO N° 35	Análisis de varianza de los efectos simples del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	90
CUADRO N° 36	Prueba de Tuckey del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	91

CUADRO N° 37 Medias para el porcentaje de estacas con raíz de los diferentes tratamientos a 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....93

CUADRO N° 38 Cronología de enraizamiento por semanas determinando las fases de organogénesis, estado de tejidos, desarrollo de yemas mas hojas y actividades realizadas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de MoraVar.Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero.....95



INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA N° 1	CROQUIS DE LA CAMA EXPERIMENTAL.....	38
GRÁFICA N° 2	CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	39
GRÁFICA N° 3	Interacciones N (ANA) en B (AIB) para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	52
GRÁFICA N° 4	Interacciones B en N para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	52
GRÁFICA N° 5	Interacciones N en B para porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	55
GRÁFICA N° 6	Interacciones B en N para porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	55
GRÁFICA N° 7	Interacciones N en B para el porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	59
GRÁFICA N° 8	interacciones B en N para porcentaje estacas con callo 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	59
GRÁFICA N° 9	Porcentaje de callos a los 30, 45 y 60 DDI, de los tratamientos para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla	

	( <i>Rubus Glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	60
GRÁFICA N° 10	Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	64
GRÁFICA N° 11	Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	64
GRÁFICA N° 12	Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	67
GRÁFICA N° 13	Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	67
GRÁFICA N° 14	Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	70
GRÁFICA N° 15	Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	71
GRÁFICA N° 16	Número de raíces a los 30, 45 y 60 DDI, de los tratamientos para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	72

GRÁFICA N° 17 Interacciones N en B de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	76
GRÁFICA N° 18 Interacciones B en N de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	77
GRÁFICA N° 19 Interacciones N en B de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	80
GRÁFICA N° 20 Interacciones B en N de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	81
GRÁFICA N° 21 Longitud de raíz a los 45 y 60 DDI, de los tratamientos, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	82
GRÁFICA N° 22 Interacciones N en B del número de hojas a los 60 ddi, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	86
GRÁFICA N° 23 Interacciones B en N del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	87
GRÁFICA N° 24 Número de hojas de los tratamientos a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i>	

Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	88
GRÁFICA N° 25 Interacciones N en B del porcentaje de enraizamiento, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	92
GRÁFICA N° 26 Interacciones B en N del porcentaje de enraizamiento, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	93
GRÁFICA N° 27 Porcentaje de enraizamiento de los tratamientos, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla ( <i>Rubus glaucus</i> Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.....	94



INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Niveles de lignificación de los callos en estacas de mora en el tratamiento T3, en diferentes tiempos. 1 y 2, callos a los 30 DDI; 3 y 4, callos a los 45 DDI; 5 y 6, callos a los 60 DDI..... 61

Figura N° 2 Raíces de las estacas de mora en diferentes momentos: imágenes 1, 2 y 3 formación del primordios radicular a los 30 DDI en los tratamientos T3, T7 y T9 respectivamente; imágenes 4 y 5 desarrollo de raíces a los 45 DDI en los tratamientos T7 y T3 respectivamente; imágenes 6 y 7 raíces a los 60 DDI, de los tratamientos T7 y T3 respectivamente..... 73

Figura N° 3 Raíces de las estacas de mora: imagen de la izquierda, medición de raíz del tratamiento T4 a los 45 DDI; imagen derecha, medición de raíz del tratamiento T7 a los 60 DDI..... 82

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA N° 1 Insumos para preparación de las soluciones concentradas;  
Ácido Indol - 3 Butírico (AIB), Ácido 1 - Naftalenacético  
(ANA) al 97% , alcohol etílico al 97% , agua destilada..... 40

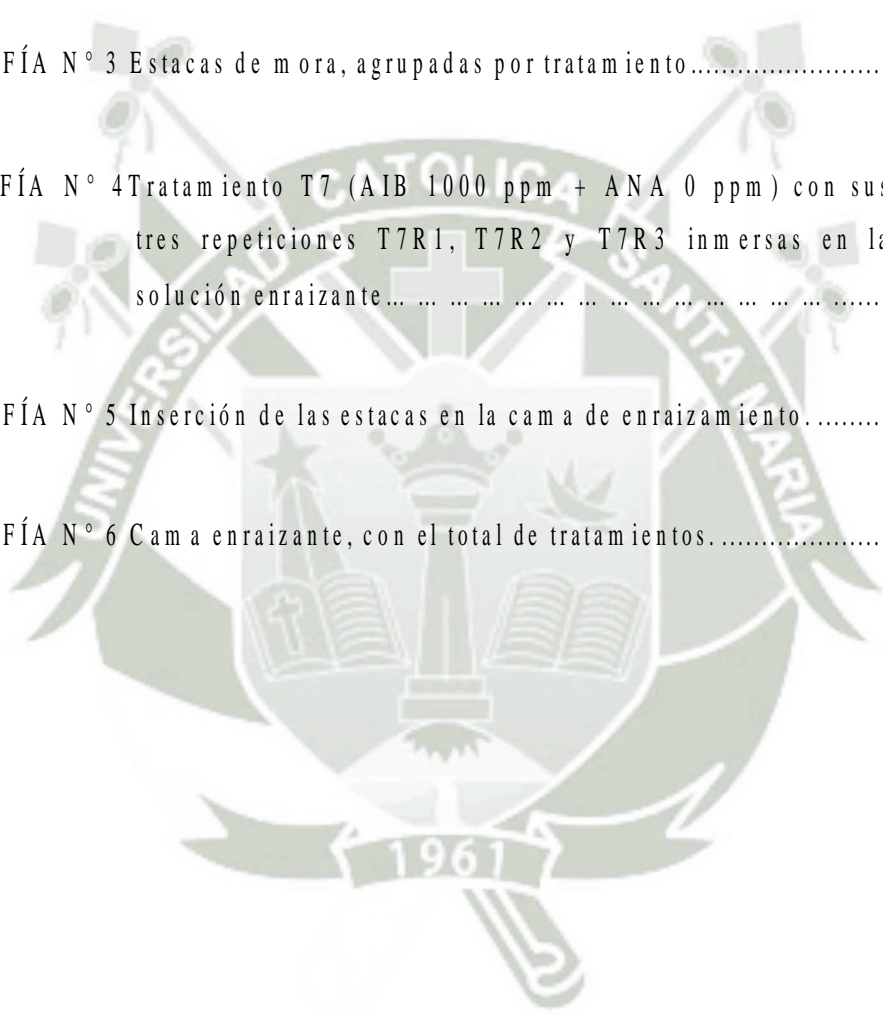
FOTOGRAFÍA N° 2 Estacas cortadas a 20cm , tratadas con parafina y agrupadas en  
atados de 20 unidades..... 41

FOTOGRAFÍA N° 3 Estacas de mora, agrupadas por tratamiento..... 41

FOTOGRAFÍA N° 4 Tratamiento T7 (AIB 1000 ppm + ANA 0 ppm) con sus  
tres repeticiones T7R1, T7R2 y T7R3 inmersas en la  
solución enraizante... .. 42

FOTOGRAFÍA N° 5 Inserción de las estacas en la cama de enraizamiento..... 42

FOTOGRAFÍA N° 6 Cama enraizante, con el total de tratamientos..... 43



## ABREVIATURAS UTILIZADAS

AIA	Ácido Indolacético.
AIB	Ácido indolbutírico.
ANA	Ácido Naftalenacético.
B0	0ppm de AIB
B1	500ppm de AIB.
B2	1000ppm de AIB.
C.M.	Cuadrados Medios.
C.V	Coeficiente de Variabilidad
CE	Conductibilidad Eléctrica
DDI	Días Después de la Inserción.
Factor B	Factor concentración de AIB.
Factor N	Factor concentración de ANA.
Fc	F calculado.
Ft	F de tabla.
G.L.	Grados de Libertad.
N0	0ppm de ANA.
N1	250ppm de ANA.
N2	500ppm de ANA.
pH	Potencial hidrogeno.
ppm	Partes por millón.
S.C.	Suma de Cuadrados.
T(1... 9)	Tratamiento.

## RESUMEN

El trabajo de investigación se llevo a cabo, en el invernadero “Zemanat” de la Agencia Agraria de Arequipa, en el distrito de Cayma, Provincia y departamento de Arequipa, entre Octubre y Diciembre del 2012.

En trabajo se centra en el estudio de los efectos de las Auxinas como la fitohormona AIB y el regulador de crecimiento ANA con el objeto de lograr un óptimo enraizamiento en el cultivo de Mora de Castilla (*Rubus Glaucus Benth*), en el cual se consideró los efectos individuales de ANA y AIB así como también el de interacción (ANA x AIB), Donde los Factores son dos: Factor N (ANA) y Factor B (AIB), el Factor N (Ácido 1 - Naftalenacético) presentó tres niveles N0 (0 ppm), N1 (250 ppm) y N2 (500ppm), para el Factor B (Ácido Indol - 3 Butírico) presentó también tres niveles B0 (0ppm), B1 (500ppm) y B2 (1000ppm), siendo la combinación T1(N0 + B0), T2(N1 + B0), T3(N2 + B0), T4(N0 + B1), T5(N1 + B1), T6(N2 + B1), T7(N0 + B2), T8(N1 + B2) y T9(N2 + B2). El tiempo de inmersión de las estacas en la solución fue de 10 minutos.

El diseño estadístico utilizado fue Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial, con dos factores en estudio, tres niveles en cada factor, con un total de nueve combinaciones y tres repeticiones.

Se evaluó el efecto de las Auxinas en el enraizamiento, como el porcentaje de callo, número de raíces, longitud de raíces, número de hojas, porcentaje de prendimiento y la cronología de enrizamiento, por tres meses. Los resultados obtenidos para los efectos de ANA y AIB en el enraizamiento de estacas de mora fueron: para el porcentaje de estacas con callo no hubo diferencias significativas, para el número de raíces el tratamiento T8 (1000 ppm de AIB + 250 ppm de ANA) fue el que presento el valor más alto con un promedio de 22,38 raíces por estaca muy superior al testigo con un valor de 0,91 raíces por estaca, para la longitud de raíces el tratamiento T7 fue el que produjo las raíces más largas con un valor de 6.03 cm, en cuanto al número de hojas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, para el porcentaje de prendimiento los tratamientos T7, T8, T9, T6 y T4 presentan un porcentaje de perdimiento superior al 86.66% de estacas enraizadas.

La concentración de ANA a 500 ppm y en menor grado el de 250 ppm, presenta efectos inhibitorios y lignificantes en los primordios de raíces, así como también efectos tóxicos en las raíces que pudieron desarrollarse, siendo atrofiados y amorfos con abundante raicillas, no siendo así para el AIB, que presenta raíces fuertes y fibrosas sin ramificaciones, generando un tipo de raíz en los tratamientos que interactúan (ANA + AIB), fuertes, fibrosas, largas y con abundante pelo radicular.



## SUMMARY

The research was carried out in Zemanat Green house, part of the Agencia Agraria from Arequipa, Cayma district, Arequipa city, between October and December of the 2012.

The following research work studied the effects of Auxins like Indol-butiric acid (IBA) in spanish (AIB) and plant growth regulator Naphthalene acetic acid (NAA) in spanish (ANA) in order to achieve best rooting capacity in the Castilla Berries (*Rubus Glaucus Benth*) crops, in the research it was considered individual effects of ANA and AIB and the interaction between each other (ANA x AIB), The research got two factors: Factor N (ANA) y Factor B (AIB), el Factor N (Ácido 1 - Naftalenacético) present three levels N0 (0 ppm), N1 (250 ppm) y N2 (500ppm), for Factor B (Ácido Indol - 3 Butírico) presents three levels to B0 (0ppm), B1 (500ppm) y B2 (1000ppm), and the treatments are T1(N0 + B0), T2(N1 + B0), T3(N2 + B0), T4(N0 + B1), T5(N1 + B1), T6(N2 + B1), T7(N0 + B2), T8(N1 + B2) y T9(N2 + B2). The stake immersion time in the solution is was 10 minutes.

The work was designed in Complete randomized and arranged in a factorial design, with two factors and three levels each factor, a total of nine combinations and three repetitions.

The effect of Auxins was evaluated in the rooting of stakes, callus percentage, roots number, roots longest, leafs number, apprehension percentage and rooting chronology for three months. The results for ANA and AIB in the stake rooting was: for the percent of stakes with callus there was no significant difference, for roots number the treatment T8 (1000ppm AIB + 250ppm ANA) was the best and highest percentage with an average of 22,38 roots for stake. For the longest root the best treatment was T7, this produce the longest roots with an average of 6.03 cm, in the case of leafs number there is not significance between the treatments, the treatments T7, T8, T9, T6 and T4 presents an apprehension percentage higher than 86.66% of rooted stakes.

The concentration of ANA in 500 ppm and less 250 ppm, presents inhibitory and lignificant effects on the prim ordial roots, and toxic effects in the normal growing roots, could be atrophied or with a abundant rootlets, using AIB presents strong roots, fibrous and free from branching roots, in (ANA x AIB) treatment results strong, fibrous, long and abundant root hair roots.



## CAPITULO I

## INTRODUCCION

El cultivo de Mora (*Rubus glaucus* B. Var. Castilla) pertenece al grupo denominado “Berries” que se caracterizan por presentar frutos ricos en antioxidantes como la Fresa, Arándano y Frambuesa. De este grupo, el cultivo de Mora es una de las que presenta una buena adaptación y tolerancia al clima y terrenos de la región, siendo una alternativa sostenible para los agricultores, por su creciente demanda en los mercados internacionales como EEUU, Inglaterra, Francia y Japón, así como también en los mercados locales, siendo necesario manejar todos los procesos de producción de este cultivo lo más eficientemente posible, desde su propagación, hasta su procesamiento para su comercialización local o exportación. (Gonzales, Q. 2012)

En todo proceso de producción frutícola, la propagación, ya sea sexual o asexual es una etapa determinante para garantizar el éxito agronómico y económico de una futura plantación (Napoleón y Cruz, 2005)

En el cultivo de Mora, la técnica más empleada para su propagación es la asexual, utilizando como material de propagación las estacas de tallo, que consiste en obtener segmentos de tallos, que contengan yemas laterales, e inducirlo al enraizamiento previo tratamiento con sustancias que propician el enraizamiento (auxinas). (Isaac, C. 2000)

La propagación asexual consiste en la multiplicación de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas; basado en que cualquier célula viva de una planta, tiene toda la información genética necesaria para regenerar al organismo completo, resultando en clones (Harmann y Kester, 1987; Trigiano y Beyl, 2008)

Existen técnicas de propagación, que incrementan el porcentaje de éxito, siendo el uso de auxinas ya sea de origen natural (fitohormonas) o de origen sintético (reguladores de crecimiento vegetal), que es una técnica ya fundamentada, comprobada y necesaria, para cualquier proyecto de propagación a gran escala de un determinado cultivo; siendo específicos en: su uso en propagación de la especie, que en este caso particular, es el cultivo de mora, siendo diferentes sus respuestas fisiológicas y morfológicas a la aplicación de auxinas, frente a otras especies, así como también dentro de la misma especie en cuanto a las variedades.

En el uso de auxinas ya sea natural o sintético que son promotoras de raíces, se tiene las auxinas ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA), y ácido indolbutírico (AIB), que tienden a incentivar la formación de primordios de raíces, por ello incrementan el porcentaje de enraizamiento. (Weaver, R. 1976)

Para uso general en el enraizamiento de estacas de tallo, en la mayoría de especies vegetales, se recomienda la aplicación exógena de las auxinas ANA y AIB. Pero, para determinar el mejor tipo y la concentración óptima para el enraizamiento de una especie determinada, bajo condiciones dadas, es necesario hacer pruebas empíricas (Salisbury y Ross, 1994)

Es por ello, que debe destacarse que el estudio está dirigido al manejo de diferentes concentraciones y combinaciones, dentro de la solución enraizante de ANA y AIB. Para detectar e identificar los efectos de la aplicación de las mismas en estacas de mora, con un valor regional.

Este trabajo ofrece promover esta especie, que no degrada el medio ambiente, que es técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable en la región, mediante el uso de auxinas para el incremento del porcentaje de estacas enraizadas con las mejores cualidades radicales de las estacas de Mora Var. Castilla, como un primer paso para el establecimiento de un protocolo de propagación.

## HIPÓTESIS

El incremento de las concentraciones en la solución enraizante, de las auxinas, ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA), ácido indolbutírico (AIB) y su combinación (ANA +AIB) favorece el desarrollo de raíces al ser aplicadas en las estacas de mora Var. Castilla; por lo que es muy probable, se incremente el porcentaje de números de estacas enraizadas, la formación de callos, tamaño de raíces, número de raíces y número de hojas en las estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var. Castilla)

## OBJETIVOS

### General

Evaluar el efecto inhibitor o promotor de diferentes concentraciones crecientes y sus combinaciones de las auxinas ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de Mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla).

### Objetivos específicos

- Determinar el efecto de diferentes concentraciones crecientes y sus combinaciones de ANA y AIB, en la formación de callo en estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla) a los 30, 45 y 60 DDI.
- Determinar el efecto de diferentes concentraciones y sus combinaciones de ANA y AIB en el crecimiento (longitud) y número de raíces formadas por las estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla) a los 30, 45 y 60 DDI.
- Determinar el efecto de diferentes concentraciones crecientes y sus combinaciones de ANA y AIB en el número de hojas desarrolladas en las estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla.)

- Determinar el efecto de diferentes concentraciones crecientes y sus combinaciones de ANA y AIB en el porcentaje de prendimiento de las estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla.)
- Establecer una cronología de enraizamiento de las estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var Castilla) para cada concentración y combinación ANA y AIB.



## CAPITULO II

## REVISION DE LITERATURA

## 2.1 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SIMILARES

- o **Castro, T; y Gaviria, G. (1995)** realizó estudios de enraizamiento en diferentes especies de *Rubus*, bajo la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) en diferentes concentraciones, donde se encontró, que en concentraciones de AIB, entre 1 y 3 mg/l indujo un porcentaje de enraizamiento del 100% .
- o **Cabello, A. (2006)** Muestra, que al aumentar la concentración de AIB de 0,5 al 1,5% también lo hace la tasa de arraigamiento sin que se observe diferencias significativas, consiguiendo de esta manera el máximo resultado con una dosis al 1% en un tiempo de dos meses ,consiguiendo así un 70% de plántulas en estacas de *Rubus spp.*
- o **Monterroso, D. (1998)** menciona que para la producción masiva de platonos de mora, se aplicó hormonas reguladoras de crecimiento del grupo de las auxinas, esta aplicación incremento y homogenizó el número de estacas de Mora enraizadas en 40% por lote.
- o **Quijano, J. (2010)** menciona, que el mejor tratamiento con 100 % de plantas enraizadas y 6.98 raíces por planta fue 1 mg/l de IBA , contrario al ANA que produjo menos del 50 % de plantas enraizadas de mora de castilla.
- o **Mebus, I. (1995)**, afirma que con 0.4% de ácido indolbutírico obtuvo el mejor promedio de estaca de un ecotipo de mora (*Rubus sp*), presentando un 94% de prendimiento y raíces de 1,8 cm de longitud en un lapso de tres meses a campo abierto.

- o **REDALYC (2009)**, afirman que, el enraizamiento de estacas de mora (*Rubus glaucus Benth*) presenta un porcentaje de enraizamiento del 60 - 70 % sin ningún tipo de hormona, aumentando este porcentaje al 92 - 95% aplicando Auxinas.
- o **Rodríguez, C. (2002)**, menciona que, las estacas del frambuesa (*Rubus idaeus*) al enraizar, tardan 30 a 45 días en emitir raíces, tratadas con un proceso de fitohormonas el porcentaje de enraizamiento incrementa de 50 a 97% .

## 2.2 CULTIVO DE LA MORA

### 2.2.1 Origen de la mora castilla (*Rubus glaucus B*)

La mora (*Rubus glaucus B. Var. Castilla*) fue descubierta por Hartw y descrita por Benth. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador. El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas (**Angulo, 2003**)

### 2.2.2 Clasificación taxonómica

La clasificación científica de la mora de castilla según **Bentham (1846)**

Reino	:	Plantae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Rosales
Familia	:	Rosaceae
Subfamilia	:	Rosoideae
Tribu	:	Rubeae
Género	:	Rubus
Subgénero	:	Lampobatus
Especie	:	Rubus glaucus
Nombre vulgar:	:	Mora de Castilla

### 2.2.3 Botánica

Es una planta dicotiledónea, perenne, de porte arbustivo, semi-erecta, perteneciente a la familia de las rosáceas. Está conformada por uno a tres tallos que se forman en corona en la base de la planta y son redondeados (Martínez et al, 2005)

- **Tallo**

Son redondos, semileñosos y rectos, de color pardo blanco que está cubierta por un polvo blanquecino, la planta está conformada por uno o varios tallos principales. (Martínez et al 2005)

- **Raíz**

Posee una raíz principal pivotante, se puede considerar como una raíz típica, las raíces secundarias no profundizan y se encuentran entre los 10 y 20 centímetros en suelos francos. (Martínez et al, 2005)

- **Hojas**

Son elípticas, oblongas enteras, puntiagudas, de color verde opaco en el envés y más claro y brillante en el haz, dispuestas en forma alterna con bordes discretamente acerrados. (Martínez et al, 2005)

- **Flores**

Las inflorescencias se presentan en racimos axiales y terminales características propias de la variedad. Son blancas, pequeñas, pedúnculos cortos, cáliz con cinco partes, lanceoladas, lineales, corola de cinco segmentos lobulares y estambres desiguales. (Martínez et al, 2005)

- **Fruto**

El fruto, es una baya formada por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo que al madurar es blanco y carnosos y hace parte del mismo, es esférica o elipsoidal de tamaño variable, 1.5 a 3 centímetros, en su diámetro más ancho, el color verde

cuando está tierno, pasando a un color rojo vino cuando alcanza su maduración. .  
(M artínez et al, 2005)

- **Sem illa**

Son dim inutas, de colores café claro, pubescentes, cuyo diám etro polar oscila 1,2 a 1,3 m m , el diám etro ecuatorial de 1,0 a 1,1 m m . La sem illa está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. (M artínez et al, 2005)

#### 2.2.4 **Requerim iento de suelo.**

La mora de castilla se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos y franco arenosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua, con buen drenaje, con alto contenido de materia orgánica, pH entre 6.5 a 7.5. (C astro, 1995)

La mora de Castilla se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio. Se debe mantener una relación calcio, magnesio, potasio Ca:Mg:K 2:1:1 ya que junto con el boro son responsables de una mayor o menor resistencia a las enfermedades. Deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es un planta altamente susceptible al encharcamiento, se adapta bien a pH entre 6,2 y 7,7 siendo 7,0 el óptim o (F ranco y G iraldo, 1999).

#### 2.2.5 **Agroecología.**

Se desarrolló mejor en altitudes que abarcan desde los 1000 hasta los 3500 m .s.n.m . siendo su mejor desarrollo ente los 1500 a 2000 m .s.n.m . La planta crece mejor a temperaturas que varían entre 12 y 21 °C, con humedad relativa del 70 al 90% , alto brillo solar, precipitaciones entre 800 y 2.500 m m al año, bien distribuidas. La mora es susceptible a las heladas (C astro, 1995)

Se halla desde altitudes que abarca desde los 1200 hasta los 3500 m .s.n.m . para un óptim o desarrollo la mora se debe cultivas entre los 1800 y 2000 m .s.n.m . clim a frio

moderado con temperaturas que varíen entre 12 y 21 C°, humedad relativa de 80 y 90%, elevado brillo solar, y precipitaciones anuales de 1500 y 2500 mm bien distribuidas (Angulo, 2003).

### 2.2.6 Propagación

La necesidad de mantener los cultivos ha encontrado métodos de multiplicar plantas, lo usual es definir la técnica para cubrir nuestra necesidad, el cultivo de mora ofrece diferentes formas para su propagación, independientemente del sistema a utilizar, el objetivo central es reproducir plantas, con el fin de aprovechar las mejores características agronómicas. Los principales métodos utilizados presentan ventajas y desventajas, como la propagación sexual, asexual (Angulo, 2003)

Se recomienda la propagación asexual, dentro de ellos, el método que destaca es el de estacas. La propagación sexual no se utiliza principalmente a que su germinación y desarrollo es lento y los frutos con poca semilla viable (Gonzales, 2012)

- **Propagación por semilla.**

La producción sexual no se emplea sino solo experimentalmente porque las semillas tienen un bajo poder germinativo. Las plántulas que logran emerger y crecer lo hacen en forma muy lenta (Angulo, 2003)

- **Propagación asexual**

- o **Estacas**

La propagación por estacas consiste en cortar trozos de 35 cm. de tallos vigorosos y de buenas características. El diámetro de los tallos debe ser de 1 cm. y cada estaca debe tener tres a cuatro yemas. Con el fin de tener un buen enraizamiento es necesario aplicar fitohormonas en la parte inferior de las estacas, y parafina en la parte superior para reducir la deshidratación y el ingreso de patógenos. La siembra de las estacas tratadas se realiza directamente en fundas con tierra preparada o en platabandas. Este sistema es más costoso que los anteriores, pero proporciona mayor cantidad de

m aterial. La propagación por estacas presenta algunas características como un rápido brotamiento de las yemas, formándose ramitas sin que exista aún el sistema radicular, por lo que este crecimiento se detiene pronto. (Isaac, 2000)

Las estacas se producen por alargamiento de meristemo, con una longitud de 15 a 20 cm tomando en cuenta que tenga dos yemas por lo general, el diámetro de los tallos debe ser de 1cm, este método presenta algunas características de competencia entre ramas y raíces. (Angulo, 2003)

Se debe realizar una selección adecuada de la planta madre, que tenga las cualidades y características deseadas. Las ramas seleccionadas deben de ser vigorosas, el diámetro debe ser superior al de un lápiz como mínimo, tener tres yemas y provenir de áreas no muy tiernas. Las ramas se cortan en trozos de 30 centímetros de largo; se realiza un corte diagonal en la parte basal y superior. (Gonzales, 2012)

o **El acodo**

El mejor método para obtener plantas vigorosas consiste en el enraizamiento de una zona del tallo mientras la rama continúa adherida a la planta madre (Gonzales, 2012)

- **Acodo rastrero**

Se realiza en matas de tallos largos, para lo cual se escogen ramas de buenas características, se tiende en el suelo sin arrancar de la planta madre, se tapa con tierra cada 25 cm. hasta cubrir toda la rama. De una rama se pueden obtener de tres a cuatro acodos e igual número de plantas. De la sección de la rama tapada con tierra nacen raíces, y a los tres meses están listas las nuevas plantas (Gonzales, 2012)

- **Acodo de punta**

Se realiza arqueando una rama y enterrando la punta 10 cm. en el suelo o en fundas con tierra. De la punta enterrada nacen las raíces y al cabo de un mes se corta a 50 cm. del suelo a la rama, obteniéndose una planta lista para el trasplante en el lugar definitivo (Gonzales, 2012)

• **In vitro**

La propagación in vitro del cultivo de mora se realiza a partir de ápices meristemáticos. (Castro, 1995)

Este sistema de propagación garantiza una mayor uniformidad del cultivo y permiten llevar al campo clon seleccionado de los mejores materiales. La mayoría de cultivos establecidos que utilizan propagación asexual por acodos, estacas y yemas pueden presentar problemas fitosanitarios. (Hartmann, H y Kester, D 1994)

### 2.3 AUXINAS

El término **auxina** fue utilizado por primera vez por Frits Wenten en 1926. Que descubrió un compuesto no identificado que era probablemente el causante de la curvatura de los coleóptilos de avena. (Salisbury y Ross, 2000)

Hoy en día, sabemos que la auxina de Went es el ácido indolacético (AIA) algunos expertos en fisiología siguen considerando que el AIA y las auxina son sinónimos. A pesar de todo, las plantas contienen tres compuestos más que son estructuralmente similares al AIA y provocan muchas respuestas idénticas, como el ácido indolbutírico (AIB) que está muy difundida en el reino vegetal, siendo estas sintetizadas por las plantas y se les denomina "Fitohormonas". Existen ciertos compuestos sintetizados únicamente en laboratorio, que también pueden causar muchas respuestas fisiológicas comunes al AIA y, en general se les considera auxinas. De ellos el ácido naftalenacético (ANA), que no es

sintetizada por las plantas, no se le considera fitohormona. Se les considera “reguladores de crecimiento vegetal” y hay muchas otras clases de compuestos que pertenecen también a esta categoría. (Salisbury y Ross, 2000)

### 2.3.1 Acción fundamental de las fitohormonas.

Existen evidencias suficientes para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las fitohormonas. (Rojas y Ramírez, 1993)

- o Las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo, sino de la célula como la mitosis, de modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos fisiológicos que se basan en los fenómenos citológicos afectados.
- o La acción básica de las fitohormonas ocurre sobre los ácidos nucleares a nivel del a transcripción del mensaje (DNA - RNA) o se su traducción (RNA → aminoácido).

### 2.3.2 Síntesis y degradación del AIA

Existen dos procesos degradantes de eliminación de AIA. El primero implica oxidación por  $O_2$  y la pérdida del grupo carboxilo en forma de  $CO_2$ . Los productos son variables, pero casi siempre el 3-metilenoxindol. La segunda ruta para la degradación de AIA en las dicotiledóneas y las monocotiledóneas, el grupo carboxilo del AIA no se eliminan, sino que se oxida el carbono 2 del anillo heterocíclico formando ácido -3-acético oxindol-3-acético (Rojas y Ramírez, 1993)

### 2.3.3 Transporte de auxinas

El AIA se desplaza a través de los tubos cribosos si se aplica a la superficie de la hoja bastante madura como para exportar azúcares, pero el transporte normal en tallos y peciolo comienza en las hojas jóvenes y siguen hacia abajo, a lo largo de los haces vasculares. También las auxinas sintéticas aplicadas a las plantas se mueven de esta manera. Este transporte tiene algunas características que lo diferencian el transporte en el floema. (Salisbury y Ross, 2000)

- o En primer lugar, *el movimiento de auxinas es lento*, aproximadamente 1cm por hora en raíces y tallos, aunque sigue siendo 10 veces más rápido de lo que podría esperarse por difusión.
- o En segundo lugar, *el transporte de auxinas es polar*; siempre ocurre de manera preferencial en sentido basipétalo (hacia la base), sin importar si la base está abajo o si se pone la planta en revés, con la base arriba. El transporte en las raíces también es polar, pero normalmente en sentido acropétalo (hacia los ápices).
- o Tercero, *el movimiento de la auxina requiere energía metabólica*, como evidencia la capacidad que tiene para bloquearlo los inhibidores de la síntesis del ATP, o la carencia de oxígeno.

Las auxinas, endógenas o exógenas, tienen un transporte unidireccional basipétalo en la parte aérea de la planta y acropétalo en la raíz, por lo cual es llamado transporte polar, existiendo un gradiente de concentración auxinicas desde los brotes hacia la raíz (Barceló et al., 2001)

En los tejidos de tallo, el flujo de auxina natural y exógena es basipétalo; sin embargo, como punto práctico se encontró que las aplicaciones basales daban mejores resultados (Hartmann, H y Kester, D 1994).

El AIA, además puede ser transportado por células no vasculares, como las células del cambium y células parcialmente diferenciadas asociadas al floema, mediante transporte polar. Las auxinas sintéticas también experimentan este transporte polar cuando se aplican a la planta (Azcón-Bieto y Talón, 2000)

#### **2.3.4 Efecto de la auxina sobre el desarrollo de las yemas laterales.**

En los tallos de la mayoría de especies, la yema apical ejerce una influencia inhibidora (dominancia apical) sobre las yemas laterales (axilares), evitando o retardando su desarrollo. Esta producción adicional de yemas subdesarrolladas tiene como objetivo la supervivencia. (Salisbury y Ross, 2000)

Si después de quitar el ápice del tallo se aplica una auxina en el punto de corte, el desarrollo de la yema lateral y la orientación vertical de las ramas existentes se ven retardados de nuevo. Esta sustitución de las yemas o las hojas jóvenes con una auxina sugiere que el compuesto inhibitorio que producen es AIA u otra auxina. (Salisbury y Ross, 2000)

### 2.3.5 Efecto de las auxinas sobre las raíces y la formación de raíces.

En las raíces, el AIA está presente en concentraciones similares a las que tiene en muchas otras partes de la planta. Como se demostró por primera vez en la década de los 30, la administración de auxinas promueve la elongación de secciones escindidas de raíces e incluso de raíces intactas de muchas especies, pero solo en concentraciones extremadamente bajas ( $10^{-7}$  a  $10^{-13}$  M, dependiendo de la especie y la edad de la raíces) con concentraciones mayores (pero aun bajas de 1 a  $10\mu\text{M}$ ), casi siempre se inhibe la elongación (Salisbury y Ross, 2000)

La suposición es que las células de la raíz suelen contener auxinas suficientes o casi suficientes para la elongación normal. Muchas raíces cortadas crecen *in vitro* durante muchos días sin necesidad de agregar auxinas. Los experimentos realizados hasta la fecha sobre niveles auxinas en raíces han investigado si tan sólo si las raíces contienen AIA, y si el nivel existente de AIA promueven el crecimiento de la raíz, basándonos en lo que sabemos acerca de la presencia de cuatro auxinas en el reino vegetal (Salisbury y Ross, 2000)

La capacidad que tiene las raíces escindidas para crecer en cultivos tisulares durante meses significa que el crecimiento de esas raíces no depende de ninguna auxina producida en la parte aérea. (Taiz y Zeiger, 2002).

En el proceso normal de formación de raíces que ayuda a equilibrar el crecimiento de la raíz y la parte aérea. Hay evidencias que las auxinas de los tallos influyen de forma acusada en la iniciación de la raíz. La eliminación de yemas y hojas jóvenes, ambas ricas en auxinas, inhibe el número de raíces laterales formadas. La sustitución de las

auxinas de estos órganos a menudo restituye la capacidad de la planta en formar raíces. (Taiz y Zeiger, 2002).

Hay una diferencia importante en los efectos de auxinas exógenas sobre la elongación de la raíz, que producen fenómenos de inhibición, y en la iniciación y temprano desarrollo de la raíz, donde se observa procesos de estimulación. (Wightman et al., 1991)

Las auxinas también estimulan el desarrollo de raíces secundarias en los tallos. Muchas especies leñosas (manzanos, sauces, etc.) tienen preformados en sus tallos primordios de raíces secundarias, que permanecen latentes durante algún tiempo o a menos que sean estimulados por una auxina. (Haissig, 1974)

Los tallos que carecen de primordios preformados producen raíces secundarias, como consecuencia de la división de una capa externa de floema. (Salisbury y Ross, 2000)

Las hojas jóvenes y las yemas activas promueven la iniciación de raíces, confirmando la existencia de una sustancia transmisible (una hormona) (Haissig, 1974)

La auxina sintética ANA suele ser más eficaz que el AIA, al parecer porque no la destruye la AIA oxidasa ni otras enzimas y por consiguiente persiste más tiempo. El IBA se utiliza para causar la formación de raíces aun más a menudo que el ANA o cualquier otra auxina. El AIB es activo pese a que metaboliza con rapidez a IBA-aspartato, la formación de conjugado almacena el AIB y su liberación gradual mantiene niveles adecuados de concentración de AIB (Wightman et al., 1991)

#### 2.3.6 Mecanismos de acción de las auxinas

Uno de los efectos de las auxinas más investigado es el aumento de la elongación de secciones de coleóptilos de avena y maíz, y de tallos de varias dicotiledóneas, con estas investigaciones se trata de averiguar la rapidez con que una auxina (u otra hormona) puede ocasionar alguna respuesta detectable, ya que *cuando más temprana sea la respuesta, mayor es la probabilidad de que esté relacionada con el efecto principal de la hormona.* (Salisbury y Ross, 2000)

La auxina actúa en forma combinada con una proteína, pues la forma libre de la auxina no es activa en el crecimiento. De la misma manera actúa todas las auxinas sintéticas, es decir, que para que una molécula de auxina natural o sintética tenga actividad debe establecer una unión por dos puntos con una zona reactiva (proteína). Los puntos de unión deben ser el anillo insaturado y el grupo carboxílico de la cadena lateral ácida (Vazques y Torres 1990)

### **2.3.7 Las auxinas en la formación de callos.**

Las auxinas son ampliamente usadas en micro propagación, promueve el crecimiento del callo, de las suspensiones celulares, de órganos (meristemas y ápices). La auxina se usa para inducir la formación de callo, el 2,4 D y el Pricloram son las más frecuentes. (CATIE, 2003)

### **2.3.8 Inducción del enraizamiento de estacas mediante auxinas**

El descubrimiento efectuado en 1934 y 1935 de que algunas auxinas, como el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB) tenían un valor real para estimular la producción de raíces adventicias en estacas de tallo y de hoja constituye un evento miliar en la historia de la propagación. Sin embargo, la respuesta no es universal; las estacas de algunas especies de enraizamiento difícil todavía tienen una mala producción de raíces después del tratamiento con auxinas. Se piensa que en tales casos ciertos materiales de ocurrencia natural (cofactores del enraizamiento) limita el enraizamiento. (Salisbury y Ross, 2000)

En tiempos pasados una práctica seguida por algunos jardineros de Europa y del Medio Oriente era introducir semillas de grano en los extremos partidos de las estacas para estimular con ello el enraizamiento. Este procedimiento al parecer extraño tenía una base fisiológica correcta, ya que ahora se sabe que las semillas en germinación son buenas productoras de auxinas, las cuales, desde luego, ayudan materialmente en la formación de raíces en las estacas.

La demostración de que la auxina (endógena o exógena), era la sustancia formadora de raíces condujo a su utilización para la inducción de formación de raíces a partir de esquejes y estacas con el objeto de aumentar el porcentaje de enraizamiento, acelerar la formación de raíces, aumentar el número y calidad de raíces formadas, así como la uniformidad en el enraizado; dado que, la división de las primeras células iniciadoras de la raíz, depende de la auxina (**Hartmann y Kester, 1994; Salisbury y Ross, 2000**)

En muchos casos el enraizamiento, es decir la formación de raíces adventicias en la base de la estaca, es un proceso espontáneo, mientras que en especies recalcitrantes se ha comprobado que la aplicación de AIA, AIB y auxinas sintéticas como ANA, es necesaria para estimular el enraizamiento (**Azcón - Bieto y Talón, 2000**).

A menudo, las mezclas de sustancias estimuladoras del enraizamiento son más efectivas que cualquiera de sus componentes aislados. Cuando en cierto número de especies muy diferentes se usó una mezcla de partes iguales de ácido indolbutírico (AIB) y de ácido naftalenacético (ANA), se encontró que inducía un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas y la producción de más raíces por estacas que cada material por separado. (**Rojas y Ramírez, 1993**)

En ciertos casos, añadiendo un pequeño porcentaje de ciertos compuestos fenólicos al AIB o al ANA, se ha obtenido una excelente raíz y han obtenido sistemas radiculares cualitativamente mejores que aquellos logrados con los solos compuestos fenólicos. De manera similar, otras pruebas han mostrado que con que la combinación de AIB, ANA y 2,4-D se obtuvo un enraizamiento mucho mejor que con cualquiera de estas auxinas por separado. (**Salisbury y Ross, 2000**)

La aplicación de auxinas sintéticas a las estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas, en ocasiones al grado de que no se obtiene formación de tallos aunque la formación de raíces sea adecuada. También la aplicación de sustancias para el enraizamiento a estacas de raíz puede inhibir el desarrollo de tallos en esos trozos de raíz. (**Salisbury y Ross, 2000**)

En los tejidos de tallo, el flujo de la auxina natural ocurre en dirección basipétalo (del ápice a la base). En los primeros trabajos, las aplicaciones de auxinas sintéticas se hicieron en los extremos superiores de las estacas para seguir el flujo natural hacia abajo. Sin embargo, pronto se encontró que se obtenían mejores resultados con las aplicaciones basales. Aparentemente se registraba suficiente movimientos para llevar la auxina aplicada a las partes de la estaca donde estimulaba la producción de raíces. En pruebas con AIA a 4000 ppm durante 5 segundos, las estacas sin hojas de ciruelo absorbieron la misma cantidad de AIA que las estacas con hojas, indicando con ello que la tracción de la transpiración no fue la causa principal de absorción y translocación. (Salisbury y Ross, 2000)

En estudios de respiración de los tejidos de los extremos basales de estacas tratadas con AIB, así como de los controles, se encontró que para el tiempo en que se había formado las raíces en las estacas tratadas, su tasa de respiración era cuatro veces mayor que aquella de las no tratadas. Además, las estacas tratadas con AIB después de 48 horas del tratamiento tenían en sus bases una concentración de aminoácidos cuatro veces mayor que las de no tratadas. Este patrón continuó con la acumulación de las sustancias nitrogenadas en la parte basal de las hojas tratadas, aparentemente movilizadas en la parte superior y traslocadas como asparagina. (Hartmann y Kester, 1994).

El AIB y el ANA resultan ser más efectivos en la inducción del enraizamiento que el AIA. El AIA es muy inestable en las plantas y se descompone rápidamente en soluciones no esterilizadas. En soluciones estériles duran varios meses pero los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de AIA (Hartmann y Kester, 1994).

El AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas, mientras que los ácidos fenoxiacéticos a menudo producen un sistema de raíces atrofiado y matoso, compuesto de raíces dobladas y gruesas. Sin embargo, las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación; partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizado por separado, y las raíces

formadas presentan algunas características de los sistemas radicales tratados ya sea con AIB o con ANA (Weaver, 1976)

En general, el AIB se utiliza para causar la formación de raíces aun más a menudo que el ANA o cualquier otra auxina, debido a que es activo pese a que se metaboliza con rapidez a AIB – aspartato, sugiriendo que este conjugado almacena el AIB liberándolo después gradualmente para mantener la concentración de esta hormona en un nivel adecuado para iniciar la formación de la raíz (Salisbury y Ross, 2000).

El AIB es probablemente el mejor material para uso general, debido a que no es tóxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento en un gran número de especies de plantas (Hartmann y Kester, 1994).

El ácido naftalenacético (ANA), es una auxina sintética, se usa normalmente para inducir la formación de raíces adventicias en esquejes. Las Auxinas sintéticas, a diferencia del AIA, no son fácilmente degradadas por las enzimas naturales de las plantas ni por los microorganismos, y por lo tanto persisten más tiempo, y son más apropiadas para el uso comercial. (Peter, H. et al, 1992)

Al igual que muchos otros compuestos fisiológicamente activos, las auxinas son tóxicas en concentraciones elevadas.

#### 2.4 ASPECTOS FISIOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS

El desarrollo de raíces adventicias es un fenómeno muy importante en muchos sistemas de propagación asexual como son la propagación por estacas y por acodos. La generación de estos órganos (raíces adventicias) *de novo* a partir de otras partes de la planta diferentes a las raíces del embrión (tallos y hojas principalmente) se debe a dos características particulares de las células vegetales: totipotencia y dediferenciación. (Vargas et al., 1997).

Las raíces adventicias tienen un origen endógeno cerca de los tejidos vasculares y crecen a través de tejidos situados por fuera del punto de origen. En los tallos jóvenes de las dicotiledóneas y las gimnospermas, las raíces adventicias nacen generalmente en el

parénquima interfascicular, y en los tallos más viejos en el radio vascular cerca del cambium. (Vargas et al., 1997).

#### 2.4.1 Totipotencia.

Es la capacidad o el potencial que tiene una célula no embrionaria de diferenciarse en una célula embrionaria y después desarrollar y convertirse en una planta nueva y completa si las condiciones ambientales son favorables. Por ejemplo, una célula de parénquima de raíz puede comenzar a dividirse y producir una yema adventicia para finalmente generar una planta madura con todos sus órganos, vegetativos y reproductivos. De igual manera sucede con la generación de raíces adventicias a partir de células de tallo o de hojas. Todos estos cambios que implica la formación de nuevas estructuras vegetativas se pueden producir gracias a la información genética que se halla en cada célula vegetal (Vargas et al., 1997).

#### 2.4.2 La Rizogenesis

Tanto los vegetales superiores como los animales, proceden de una única célula huevo o cigoto que se irá dividiendo para formar el embrión. En los vegetales superiores ocurre una especialización de las células en tejidos, pero al mismo tiempo, y a diferencia de los animales, se conservan las zonas denominadas **meristemas**, que están formados por células que conservan su capacidad de dividirse (Paniagua et al., 2002).

Según el momento de aparición, estos meristemas pueden clasificarse en primarios y secundarios. Los meristemas primarios se localizan en los extremos apicales de los brotes caulinares y radicales, mientras que los secundarios se localizan en los extremos laterales del tallo y raíces para permitir el crecimiento en espesor (Paniagua et al., 2002).

Estos meristemas secundarios son el  **cambium suberoso o felógeno**, que forma la corteza protectora de la planta; y el  **cambium vascular**, que forma el xilema y floema secundarios que en conjunto forman el tejido vascular a partir del cual se inicia la formación de las raíces adventicias (Paniagua et al., 2002).

#### 2.4.3 Desdiferenciación.

Es la capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un nuevo punto de crecimiento. Esta característica es más acentuada en algunas células y partes de la planta que en otras, hecho que deja a criterio del propagador la manipulación de los factores que proporcionen las mejores condiciones para el enraizamiento. (Vargas et al., 1997).

#### 2.4.4 Formación de raíces adventicias.

La formación de raíces adventicias es un fenómeno que ocurre naturalmente en varias especies de plantas. Un ejemplo sencillo son las raíces de “zanco” que se forman en el maíz, así como las numerosas raíces aéreas que se originan en los ficus como *Ficus benjamina* y *Ficus benghalensis*. (Salisbury y Ross, 2000).

Las raíces adventicias, son aquellas que salen de partes aéreas de la planta o de cualquier parte del vegetal que no sea el eje embrionario o sus ramificaciones (Trigiano y Beyl, 2008).

En plantas leñosas perennes, las raíces adventicias se originan en el floema secundario joven, los radios vasculares, el cambium o la médula. En general, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca y hacia fuera de cilindro central del tejido vascular (Hartmann y Kester, 1994).

En la propagación por estacas de tallo, es necesario que se formen las raíces adventicias a partir de muchas células que tienen la capacidad de retornar a la

condición meristemática (desdiferenciación) y producir nuevos sistemas radicales (Hartmann y Kester, 1994)

La formación de raíces adventicias en estacas, es una respuesta a la lesión ocasionada con la preparación de la misma. Durante el corte realizado para la obtención de la estaca se lesiona las células de la superficie cortada quedando expuestos los haces del xilema. Consecuentemente se produce la cicatrización y regeneración en las siguientes fases: (Salisbury y Ross, 2000).

- o Al morir las células externa lesionada se realiza un proceso de suberificación y taponamiento del xilema con goma, a fin de evitar la desecación.
- o Al cabo de unos días, las células vivas ubicadas debajo de esta placa de corcho empieza a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima conocida como callo.
- o La formación de raíces adventicias empieza a ocurrir en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema.

#### 2.4.5 Fases de la rizogénesis adventicia (organogénesis)

La capacidad de los tejidos vegetales para formar órganos de *novo* se denomina **organogénesis**, y provee las bases para la propagación asexual de plantas a partir de tejidos somáticos no meristemáticos (Trigiano y Beyl, 2008).

Mediante la organogénesis, las células vegetales diferenciadas estructuralmente y funcionalmente, retienen su capacidad de desdiferenciarse y después de un número de rápidas divisiones lleva a la formación de un **meristemóide**, que se caracteriza por la agregación de células parecidas a las meristemáticas capaces de desarrollarse en diferentes primordios (Taíz y Zeiger, 2002; Trigiano y Beyl, 2008).

Cuando una estaca se coloca en condiciones adecuadas para el enraizamiento, se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal. El callo es una masa irregular de células de parénquima en varios estados de lignificación que se han desdiferenciado

a formas morfológicamente más flexibles y sirven de punto de partida para la organogénesis de *novo* (Hartmann y Kester, 1994; Trigiano y Beyl, 2008).

El callo es un tejido desorganizado formado por una masa de células vegetales tumorales debido a que éstas crecen de manera descontrolada. La mayoría de estas células están en estado diferenciado salvo algunas que revierten al estado indiferenciado. (Salisbury y Ross, 2000).

El callo prolifera de células jóvenes que se encuentran en la base de la estaca en la región del cambium vascular, aunque también pueden contribuir las células de la corteza y de la médula. Este es un lugar adecuado para que se inicie una nueva raíz, ya que debe tener una conexión vascular con el tallo principal que le permita recibir agua y nutrientes para crecer (Hartmann y Kester, 1987; Trigiano y Beyl, 2008).

En la base de la estaca y esencialmente a partir del cambium, una proliferación celular intensa termina con la formación de callo. En el interior de este callo, ciertas células se especializan en células meristemáticas de tipo primario y después se organizan en meristemas de tipo radical. (Salisbury y Ross, 2000).

El sitio para la formación de raíces adventicias en los tallos en la mayoría de las especies es la posición basal opuesta al ápice del tallo, donde es de esperar que las auxinas se hayan acumulado mediante su movimiento polar. En la superficie inferior de los tallos colocados en posición horizontal y que se mantienen húmedos, también es posible que se formen raíces adventicias (Salisbury y Ross, 1994).

Para una mejor comprensión, el proceso de la organogénesis ha sido dividido en tres fases, y la culminación de cada fase lleva al tejido a diferentes estados (Trigiano y Beyl, 2008).

- **Fase 1: Desdiferenciación.-** Involucra la reversión de un estado fisiológico y morfológicamente diferenciado a un estado de desarrollo más flexible o plástico, que lleva a la formación del tejido de callo. El resultado al completar esta primera fase, es que el explante primario (estaca) adquiere el estado de **competencia**, es decir, está capacitado para responder a un estímulo organogénico.

- **Fase 2: Inducción.-** O curre entre el tiempo en que el tejido llega a ser competente y el tiempo en que llega a estar completamente **determinado** para la producción del primordio del órgano. El final del proceso de inducción es definido como el punto en el que una célula o grupo de células llega a estar completamente conminado a la producción de raíces.
- **Fase 3: Diferenciación:** Aquí se inicia la diferenciación morfológica y el desarrollo del órgano naciente. Es decir, la elongación de las células en la parte basal del meristemoide en desarrollo, resultando en la eventual emergencia de la raíz recientemente formada.

La iniciación de las raíces laterales y adventicias es iniciada por elevados niveles de auxinas, es decir, tanto para la fase de desdiferenciación como de inducción, el nivel de fitorreguladores juega un rol muy importante, sobre todo la concentración de auxina/citoquinina en el tejido a enraizar (Taíz y Zeiger, 2002; Trigiano y Beyl, 2008).

Así, la presencia de agentes que estimulan el enraizamiento como el AIB, es requerido hasta la aparición del meristemoide (fase 2), después de este punto, el AIB no es requerido para completar la producción de raíces adventicias, más aún, los niveles elevados de auxina en este punto parecen inhibir la elongación de la raíz (Trigiano y Beyl, 2008).

En resumen, una parte cualquiera de una planta colocada en condiciones favorables, tiende a regenerar los órganos que le faltan, un corte, un traumatismo de cualquier naturaleza, es seguido de un proceso regenerativo del tejido celular. En el caso de las estacas cuando éstas han sido debidamente tratadas, lo primero que se observa es la formación de tejido cicatrizal en el corte basal, que se inicia inmediatamente debajo de la corteza y felógeno, esta cicatriz o callosidad a la cual muchos llaman rodete, tiene como finalidad inmediata proteger los tejidos adyacentes para culminar con la formación de las nuevas raíces (Hartmann y Kester, 1994).

Sin embargo, la formación de callo y la formación de raíces, son dos eventos independientes, es decir, la formación de raíces en estacas es precedida por la formación de callo, pero la formación de callo no siempre culmina con la formación de raíces debido a muchos factores como los nutricionales, hormonales y/o de pH del medio de enraizamiento. (Hartmann y Kester, 1994; Trigiano y Beyl, 2008).

Dentro del proceso de formación de raíces adventicias se ha creído que éste es dependiente de la formación previa de una masa irregular conformada por células de parénquima denominada callo. Pero se ha probado que en la mayoría de plantas la formación de callo es independiente de la formación de raíces adventicias y si ocurren simultáneamente es debido a que ambos están condicionados por los mismos factores ambientales que los rodean. (Pérez G, 1994).

#### 2.4.6 Influencia de la estructura del tallo (estaca)

En algunos casos de estacas de tallos maduros se observa que la presencia de una capa de esclerénquima continuo constituye una barrera mecánica para la emergencia de las raíces adventicias ya que dicha capa se ubica exteriormente al punto de origen de las raíces.

Pero aunque en dichos casos esta barrera anatómica sea un impedimento para el enraizamiento, existen muchas excepciones a este hecho, entre los que se puede citar la forma de enraizamiento en estacas de clavel, en las cuales el desarrollo y la emergencia de los primordios de raíces se efectúa por la base, es decir que el crecimiento de éstos es hacia abajo. (Saavedra. A, 2007)

La posición dentro de la planta de donde se obtiene la estaca, bien sea apical o basal, también ocasiona variación en la producción de raíces; en muchos casos, el mayor porcentaje de enraizamiento se logra con estacas procedentes de la porción basal de la rama; en los tallos leñosos de uno o más años de edad se acumulan carbohidratos en la base de las ramas, lo que puede conllevar a la formación de algunos iniciales de raíces, quizás bajo la influencia de sustancias promotoras de las yemas y hojas (Veierskov, 1988; Hartmann y Kester, 1994).

#### 2.4.7 Propagación por estacas

Es un método preferido en la propagación vegetativa, para árboles y arbustos tanto forestales como ornamentales. Este es rápido y económico, se puede obtener gran número de individuos a partir de una única planta madre, sin cambios genéticos (Hartmann y Kester, 1994).

Este es uno de los métodos de propagación más utilizados y consiste en la separación de un trozo de planta con yemas activas, capaces de regenerar una nueva planta. Frecuentemente se utilizan estacas de tallo, en las cuales ya existe un sistema aéreo y sólo se necesita la formación del sistema radical, lo cual se logra colocando las estacas en ciertas condiciones ambientales favorables para inducir la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1994).

Muchas son las plantas que se propagan por medio de estacas de tallo, dependiendo su tipo de la condición de la madera y época del año (Saavedra, A., 2007).

##### 2.4.7.1 Factores que afectan la rizogénesis en estacas

El éxito en el enraizamiento de las estacas depende de una serie de factores tanto internos como externos, los que varían según la especie, un adecuado conocimiento de ellos permitirá alcanzar mejores resultados en la propagación. Entre los principales factores se encuentran la edad de la planta madre y condición fisiológica, tipo de estaca de tallo, época de recolección de las estacas, reguladores de crecimiento, condiciones ambientales (temperatura y humedad), sustrato de enraizamiento y condición sanitaria del material (Hartmann y Kester, 1994)

- **Edad de la planta madre y condición fisiológica**

Algunos autores han demostrado que las estacas de plantas jóvenes enraízan con mayor facilidad que las que provienen de plantas adultas, debido al aumento de productos inhibidores y fenólicos al aumentar la edad de la planta madre. No obstante esto se ha superado por medio de etiolación previo a la cosecha, uso de

brotos de tocón, almacenamiento en frío posterior a la colecta o por medio del rejuvenecimiento con estaquillados sucesivos. (Hartmann y Kester, 1994)

El estado fisiológico puede estar asociado con la relación carbono/nitrógeno, jugando un papel fundamental en la iniciación de raíces. En general, el estado nutricional de la planta madre es importante para el enraizamiento de las estacas (Hartmann y Kester, 1994).

Varios investigadores han correlacionado positivamente los niveles de carbohidratos en las estacas con su capacidad para iniciar primordios radicales, reconociendo que una adecuada reserva de hidratos de carbono, en combinación con una relación carbono nitrógeno alta, favorece el enraizamiento (Gutiérrez y Chung, 1995).

La selección de un material adecuado para la obtención de estacas, en cuanto al contenido de carbohidratos, puede determinarse por la robustez del tallo. Los que están pobres en carbohidratos se presentan suaves y flexibles, en tanto los ricos en carbohidratos son macizos y rígidos y se rompen tronando antes de doblarse. Sin embargo, esta condición puede confundirse con la robustez debido a la maduración de los tejidos, causada por el engrosamiento y la lignificación de las paredes celulares (Hartmann y Kester, 1994).

- **Tipos de estacas de tallo**

Se puede trabajar con material para estaca proveniente de ramas terminales suculentas, de crecimiento en curso, hasta ramas lignificadas de varios años. Además es importante la posición de la estaca dentro del brote, en general no existe un material que resulte exitoso para todas las especies, siendo necesario el estudio de cada especie en particular para evaluar si es más adecuado el uso de estacas de madera dura, semidura o suave (Hartmann y Kester, 1994).

Otra consideración de importancia es la presencia de hojas y yemas que influyen favorablemente en el enraizamiento de las estacas. Las hojas son las principales áreas fotosintéticas de la planta y de aquí que debiera esperarse que la respuesta de

enraizamiento sea proporcional al área de estas. Además los efectos estimulantes de las hojas y las yemas en el enraizamiento se deben principalmente a la producción de auxinas, y se sabe que estos órganos son poderosos productores de auxinas y otros materiales esenciales para el crecimiento. Al respecto Awad (1993), encontró que al enraizar estacas de *Lomatia ferruginea* (Cav.) R.Br. el número de raíces aumenta significativamente con el incremento de yemas por nudo presentes en la estaca. Sin embargo, en relación a la presencia de hojas en la estaca, se recomienda reducir el área foliar cuando esta es muy grande, ya que así se reduce la pérdida de humedad y se facilita su plantación (Hartmann y Kester, 1994).

- **Época de recolección de estacas.**

La cantidad de reservas alimenticias y de sustancias cofactores del enraizamiento de estacas, depende también de la época del año en la cual se colecten y del tipo de planta, perenne o caduca, ya que el contenido de carbohidratos almacenado muestra una mayor variación en las plantas caducas que en las perennes. (Hartmann y Kester, 1994)

En algunos casos, la época del año en la cual se toman las estacas puede ejercer una influencia en el enraizamiento, ya que se relaciona con los balances hormonales internos de la planta madre y a la relación de cofactores e inhibidores endógenos presentes en las estacas cuando son recolectadas (Hartmann y Kester, 1994).

- **Reguladores de crecimiento**

Para la iniciación de raíces adventicias en estacas, es evidente que ciertos niveles de sustancias naturales vegetales de crecimiento son más favorables que otros. Se ha dedicado mucho estudio a esas relaciones. Hay varios grupos de tales sustancias, entre ellos las auxinas, las citoquininas y las giberelinas. De éstas, las auxinas son las de mayor interés respecto a la formación de raíces en las estacas. (Hartmann y Kester, 1994)

Existen tres formas de aplicar auxinas en la base de las estacas de tallo. Uso de soluciones con concentración superior a 1000 ppm por unos minutos diluida en alcohol, concentraciones entre 10 a 500 ppm por sobre 24 horas y uso de soluciones en polvo con concentraciones de la parte activa entre 500 a 1000 ppm. Por lo general concentraciones relativamente bajas de auxinas estimulan el crecimiento, en cambio las muy altas lo inhiben, aunque la concentración óptima depende de la especie y del tipo de tejido (Hartmann y Kester, 1994)

- **Condiciones ambientales.**

Hartmann y Kester (1994), en su extraordinario libro sobre propagación de plantas, establecen una serie de condiciones ambientales que se deben tener en cuenta para lograr el enraizamiento de estacas:

- o Un adecuado enraizamiento se logra entre otras cosas, controlando la temperatura, humedad e incluso en algunos casos la luminosidad.
- o La temperatura ambiental debe ser controlada según muchos autores entre 20 a 27°C para el caso de la diurna y alrededor de los 15°C la nocturna.
- o Para reducir la pérdida de humedad de las estacas, se recomienda la utilización de niebla, que se logra asperjando niebla de agua sobre las hojas de las estacas logrando disminuir la temperatura de las hojas y lograr una alta humedad relativa entre 80 a 100%.
- o Producto de la alta humedad, temperatura y al material vegetal existente, es de importancia la limpieza de las camas de enraizamiento para evitar la aparición de hongos. Se recomienda la aplicación de productos fungicidas para la prevención de éstos.
- o En las camas de propagación la aplicación de alguna forma de calentamiento a las estacas es benéfico, para mantener la temperatura en la base de las mismas más alta que en las yemas. Esta técnica de calentamiento basal, acelera la formación de raíces, gracias a la

constitución de un gradiente térmico, las raíces pueden desarrollarse antes que los brotes.

- o La luz es fuente primordial de energía para la fotosíntesis, en el enraizamiento de estacas los productos de esta son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. Los efectos de luz en él pueden deberse a la intensidad, fotoperiodo y a la cantidad de luz. Estos efectos pueden ser ejercidos tanto en las plantas madres de las que se obtiene el material para estacas, como de las mismas estacas durante el proceso de enraizamiento

- **Sustrato de enraizamiento**

El sustrato empleado para el enraizamiento puede ser de muchos tipos, pero este debe cumplir tres funciones: mantener a la estaca en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar la humedad necesaria y permitir la penetración de aire, además debe estar libre de patógenos que puedan afectar el éxito en la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1999).

#### 2.4.7.2 Tratamientos de las estacas con reguladores de crecimiento

El objetivo de tratar estacas con sustancias reguladoras del crecimiento de tipo auxina “hormona” es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, aceleran la iniciación de ellas, aumentan el número y la calidad de las raíces producidas por estacas y aumentar la uniformidad del enraizamiento. (Hartmann y Kester, 1999)

Las sustancias que se han encontrado como más efectivas para estimular la producción de raíces adventicias en estacas son el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), estas soluciones están disponibles en preparaciones comerciales, dispersas en tal o formulaciones líquidas que se pueden diluir en agua a la concentración adecuada y las concentraciones puras. (Gutiérrez y Chung, 1995).

### 2.4.7.3 Métodos de aplicación

Existen tres formas de aplicar auxinas en la base de las estacas de tallo. Uso de soluciones con concentración superior a 1000 ppm por unos minutos diluida en alcohol, concentraciones entre 10 a 500 ppm por sobre 24 horas y uso de soluciones en polvo con concentraciones de la parte activa entre 500 a 1000 ppm. Por lo general concentraciones relativamente bajas de auxinas estimulan el crecimiento, en cambio las muy altas lo inhiben, aunque la concentración óptima depende de la especie y del tipo de tejido (Hartmann y Kester, 1994)

La preparación en talco tiene la ventaja de que se pueden obtener con facilidad y ser de empleo fácil. Es posible que con ellas resulte difícil obtener resultados uniformes debido a la variación en la cantidad de material que se adhiere a las estacas, el lo cual influye la cantidad de humedad que exista en su base y la textura de tallo (velluda o lisa) (Hartmann y Kester, 1994)

Es un procedimiento más viejo, la parte basal de la estaca (unos 2.5cm), se remoja durante 24 h. es una solución diluida del material justo antes que se inserte en el medio de enraizamiento. Las concentraciones que se usan varían de unas 20 ppm para especies de enraizamiento fácil a unas 200 ppm para aquellas difíciles de hacer enraizar. (Hartmann y Kester, 1994)

Durante el periodo de remojo, las estacas se deben mantener a una temperatura de alrededor de 20° C, pero no se les debe colocar al sol. La cantidad de sustancia absorbida para las estacas depende en cierta parte de las condiciones que la circunden en este periodo, cual puede conducir a que se presente cierta variación en los resultados obtenidos. (Hartmann y Kester, 1994)

#### 2.4.7.4 Tratamiento de estacas con fungicidas

Como una precaución contra las infecciones fungosas puede ser aconsejable dar al material de estacas una inmersión en una preparación, como Benomyl (0.5 gr/lit) ya sea antes o después de hacer las estacas. (Rodríguez, C. 2002)



## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del invernadero “Zemanat” perteneciente a la Agencia Agraria de Arequipa, ubicado en el Distrito de Cayma, Provincia y Departamento de Arequipa.

Geográficamente el invernadero se encuentra ubicado a una altitud de 2335 m.s.n.m. con una Latitud Sur de  $16^{\circ}23'40''$  y una Longitud Oeste de  $71^{\circ}32'06''$ .

#### 3.2 FECHA DE EJECUCIÓN

**Inicio:** el 22 de Octubre del 2012.

**Término:** el 20 de diciembre del 2012.

#### 3.3 CONDICIONES AMBIENTALES

##### 3.3.1 Temperatura dentro del invernadero.

La máxima temperatura registrada en invernadero de acuerdo a la toma de datos que se presentan en el ANEXO III – 3, fue de  $30^{\circ}\text{C}$ , en las horas de mayor insolación, y la mínima registrada fue de  $12.5^{\circ}\text{C}$ .

##### 3.3.2 Temperatura del sustrato.

Las temperaturas del sustrato que se registraron durante el experimento, se mantuvo entre los  $13^{\circ}\text{C}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ .

### 3.4 SUSTRATO DE ENRAIZAMIENTO

Se utilizó piedra pómez de las canteras de Cerro Colorado.

Se optó por la piedra pómez como sustrato de enraizamiento por su buena retención de humedad, buena estabilidad física y durabilidad, y desde el punto de vista biológico es completamente libre de microorganismos debido a su origen volcánico.

La piedra pómez se sometió a un zarandeo, para eliminar las piedras superiores a 5 mm de diámetro, para luego ser lavadas en tres ocasiones con agua de canal, con el fin de reducir el nivel de salinidad y alcalinidad natural que presenta la piedra pómez.

**CUADRO N° 1 Análisis y caracterización del sustrato “piedra pómez” usada en el experimento.**

Parámetros evaluados	Resultados
pH	7.2
CE	0.36 dS/cm
Porosidad	44.2 %
Capacidad de campo	30.20 %
Punto de marchitez	17.70 %
Granulometría	Entre 2 a 3 mm 41.2 %
	De 3 a 5 mm 52.4 %
	Otros 6.4 %

Observaciones: resultados basados en una muestra representativa de 1kg.

Fuente: Laboratorio de la Escuela Profesional de Química, UNSA

El análisis nos indica que la piedra pómez presenta las características químicas adecuadas, con un pH próximo a neutro y una reacción ligeramente salina muy baja.

En cuanto a las características físicas presenta una buena retención con un valor de 12.5% de agua disponible (Capacidad de campo - Punto de marchitez), así como

también una buena aireación por su porosidad alta y un adecuado drenaje por presentar una buena proporción de partículas pequeñas y grandes.

### 3.5 SISTEMA DE RIEGO

El riego se realizó de manera manual, mediante el uso de una regadora de 5 litros.

### 3.6 PLANTAS MADRE

Las plantas madres, de donde se extrajeron las estacas, pertenecen al fundo “Caporal” ubicada en la Provincia de Cercado- Bolivia, las cuales tenían cuatro años desde que fueron plantadas en campo definido, y con dos años de producción.

De las plantas madres, las ramas escogidas para la extracción de estacas, deberían tener una edad aproximadamente entre un año y año y medio, que hayan producido al menos una vez frutos y con un diámetro de tallo no menor a 1cm ni mayor a 1.5 cm .

### 3.7 FITORREGULADORES AUXINICOS

Se empleó:

- Ácido Indol - 3 Butírico (AIB) Q.P.
- Ácido 1 - Naftalenacético (ANA) al 97% .

### 3.8 MATERIALES

#### Invernadero

Tijera podadora  
Balde  
Guantes  
Bomba de fumigar  
Palita de jardín  
Parafina  
Benomil  
Benlate  
Piedra pómez  
Regadora

### Laboratorio

Microscopio  
Estereoscopio  
Bisturí  
Balanza precisión  
Vernier  
Regla milimétrica  
Lupa  
Alcohol etílico  
Vaso precipitado  
Ácido naftalenacético (ANA)  
Ácido indolbutírico (AIB)

### Biológico

Estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var. Castilla)

### Otros

Lapicero  
Cámara fotográfica  
Cuaderno de datos

## 3.9 METODOLOGIA

### 3.9.1 Componentes en estudio

- Fitorreguladores del grupo Auxinas.
- Estacas de mora (*Rubus glaucus* B. Var. Castilla)

### 3.9.2 Factores y niveles

Factor B: Acido indolbutírico (AIB)

Tres niveles de concentración, 0 ppm (B0), 500 ppm (B1) y 1000 ppm (B2).

Factor N: Acido naftalenacético (ANA)

Tres niveles de concentración, 0 ppm (N0), 250 ppm (N1) y 500 ppm (N2).

CUADRO N° 2 Claves para los factores, tratamientos, y repeticiones.

Factor B	Factor N	Tratamiento	R 1	R 2	R 3
0 ppm de AIB (B 0)	0 ppm de ANA (N 0)	T 1	T 1 R 1	T 1 R 2	T 1 R 3
	250 ppm de ANA (N 1)	T 2	T 2 R 1	T 2 R 2	T 2 R 3
	500 ppm de ANA (N 2)	T 3	T 3 R 1	T 3 R 2	T 3 R 3
500 ppm de AIB (B 1)	0 ppm de ANA (N 0)	T 4	T 4 R 1	T 4 R 2	T 4 R 3
	250 ppm de ANA (N 1)	T 5	T 5 R 1	T 5 R 2	T 5 R 3
	500 ppm de ANA (N 2)	T 6	T 6 R 1	T 6 R 2	T 6 R 3
1000 ppm de AIB (B 2)	0 ppm de ANA (N 0)	T 7	T 7 R 1	T 7 R 2	T 7 R 3
	250 ppm de ANA (N 1)	T 8	T 8 R 1	T 8 R 2	T 8 R 3
	500 ppm de ANA (N 2)	T 9	T 9 R 1	T 9 R 2	T 9 R 3

Observaciones: el tratamiento T 1 (0 ppm de AIB + 0 ppm de ANA) representa al testigo.

### 3.9.3 Diseño experimental

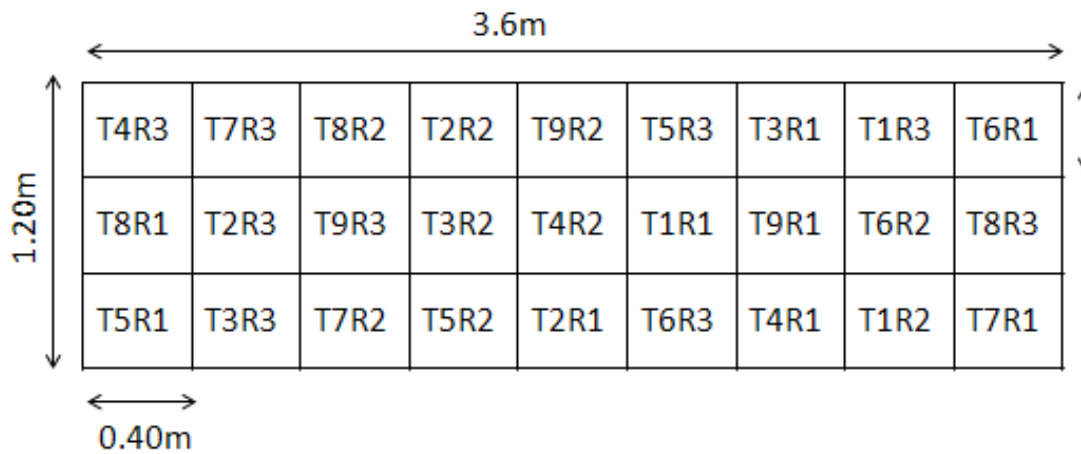
El diseño estadístico utilizado fue el de Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3x3, con dos factores en estudio, con un total de nueve combinaciones y tres repeticiones, haciendo un total de veinte siete unidades experimentales.

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) en el paquete estadístico INFOSTAT, así como también para el ANVA de los efectos simples y la prueba de Tuckey al 5% para las diferentes evaluaciones.

- **Cam a experimental**

- Largo: 3.6 m
- Ancho: 1.20 m
- Área neta: 4.32 m<sup>2</sup>

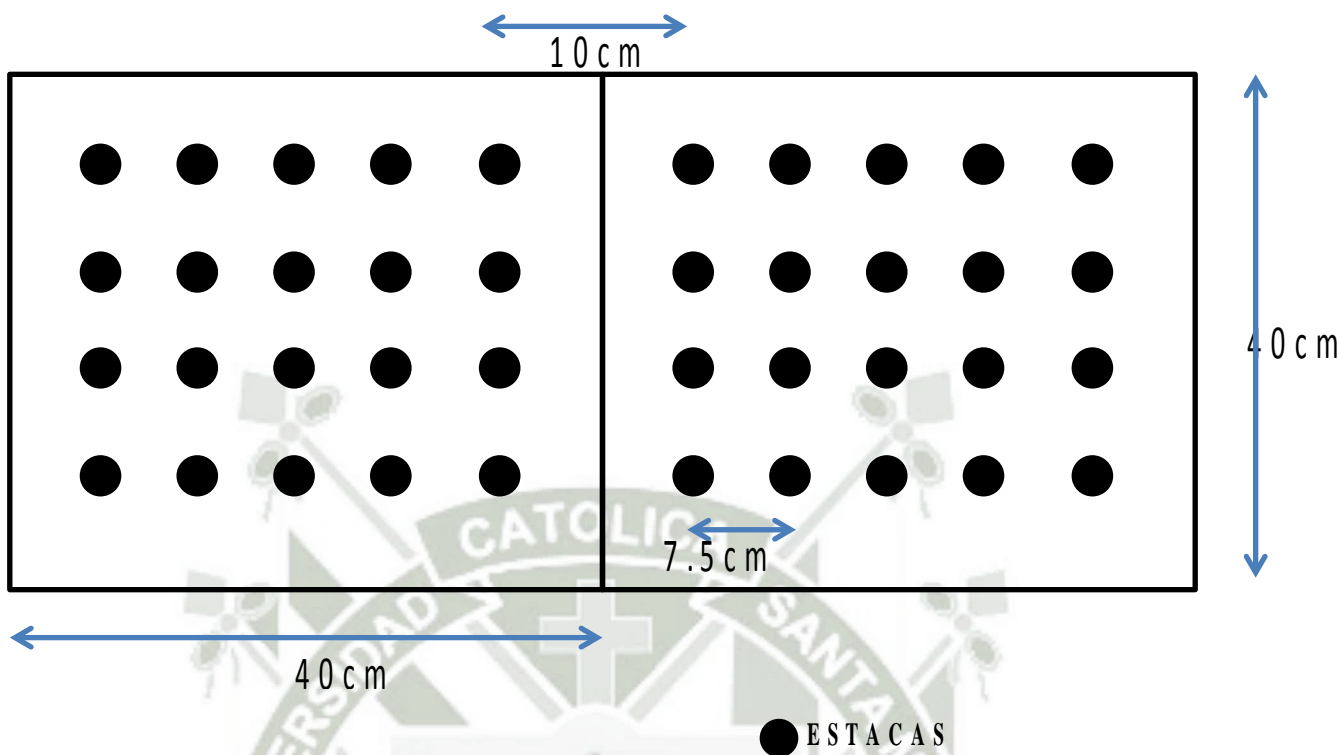
GRÁFICA N° 1 CROQUIS DE LA CAMA EXPERIMENTAL.



- **Unidad experimental**

- Número de unidades experimentales: 27
- Largo: 0.4 m
- Ancho: 0.4 m
- Área:  $0.12 m^2$
- N° de estacas por U.E: 20
- N° total de estacas : 540

GRÁFICA N° 2 CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.



#### 3.9.4 Preparación de la solución enraizante.

Inicialmente se preparó 2 soluciones stock:

- o 4000 ppm ANA (2 gr de ANA en 500 ml de solución)
- o 8000 ppm de AIB (4 gr de AIB en 500 ml de solución)

Las auxinas se diluyen en alcohol etílico (20 ml), con el fin de que se disuelva, por unos 5 minutos, para luego añadir agua destilada en cantidad suficiente para 500 ml, de estas soluciones stock se extraen diferentes cantidades para preparar las dosis de diferentes concentraciones. Según corresponda se agrega agua destilada en cantidad suficiente para 250 ml.

Se aplica la fórmula  $V_1 C_1 = V_2 C_2$

Ejemplo: para ANA a 250 ppm

$$V_1 = \frac{V_2 C_2}{C_1} = \frac{250 \text{ ppm} \times 250 \text{ ml}}{4000 \text{ ppm}} = 15.6 \text{ ml}$$

Se utiliza 15.6 ml de solución ANA 4000ppm y se agrega 234.4 ml de agua destilada, total 250ml.

Se prepararon las soluciones según las proporciones del Anexo III - 1, titulado: Dosis Empleadas en la Preparación de los Tratamientos de ANA + AIB.

**FOTOGRAFÍA N° 1** Insumos para preparación de las soluciones concentradas; Ácido Indol - 3 Butírico (AIB), Ácido 1 - Naftalenacético (ANA) al 97% , alcohol etílico al 97% , agua destilada.



### 3.9.5 Preparación de estacas

La preparación de las estacas se realizó en un ambiente sombreado y fresco para evitar que se dessequen, los cortes que se realizaron fueron de tipo bisel, en la parte basal y superior de la estaca, procurando que sea a 1cm del nudo más próximo de la parte basal, y solo aplicando parafina en el corte superior.

La longitud de cada estaca fue de 20cm, con presencia de 3 a 4 nudos.

**FOTOGRAFÍA N° 2 Estacas cortadas a 20cm , tratadas con parafina y agrupadas en atados de 20 unidades.**



### **3.9.6 Aplicación de Fitorreguladores auxínicos e inserción de las estacas**

Tanto el tratamiento de las estacas con las soluciones enraizante y la inserción de las mismas en la cama de enraizamiento, se realizó el 22 de Octubre del 2012.

Las estacas preparadas, se agruparon por tratamiento de tres atados por tratamientos y veinte estacas por atado.

**FOTOGRAFÍA N° 3 Estacas de mora, agrupadas por tratamiento.**



Luego se procedió a sumergirlas en la solución durante 10 minutos, sumergiendo 4 cm de la parte basal de las estacas.

Se preparó tres soluciones enraizadoras de 250 ml para cada tratamiento, con el fin de colocar las tres repeticiones del tratamiento al mismo tiempo.

**FOTOGRAFÍA N° 4 Tratamiento T7 (AIB 1000 ppm + ANA 0 ppm) con sus tres repeticiones T7R1, T7R2 y T7R3 inmersas en la solución enraizante.**



Luego de la inmersión respectiva de cada tratamiento, se procedió a embolsar los atados de estacas por tratamiento, para evitar su desecación y para su posterior traslado de las mismas al invernadero que se encuentra a 50 minutos del lugar.

**FOTOGRAFÍA N° 5 Inserción de las estacas en la cama de enraizamiento.**



Una vez en el invernadero, se procedió a la inserción de las estacas en sus respectivas ubicaciones en la cama de enraizamiento.

Antes e inmediatamente después de la inserción de las estacas se aplicó un riego, para promover la alta humedad y permitir que el medio sustrato se siente alrededor de los esquejes.

**FOTOGRAFÍA N° 6 Cama enraizante, con el total de tratamientos.**



### **3.9.7 Preparación de la cama de enraizamiento**

#### **3.9.7.1 Descripción de la cama de enraizamiento**

La cama es de material noble, siendo sus medidas de 3.8 m x 1.2 m de superficie disponible. La profundidad de la cavidad para el sustrato es de 20 cm, donde se incorporó el sustrato de enraizamiento piedra pómez.

#### **3.9.7.2 Desinfección del sustrato**

Se realizó lavados sucesivos del sustrato con agua, luego se desinfectó con formol, cubriéndolo por una semana con plástico. Posteriormente se dejó ventilar por una

semana, para luego realizar la inserción de las estacas. La altura que alcanzó la capa del sustrato fue de 17cm .

### **3.9.7.3 Riego**

Se tomó en cuenta la característica del sustrato y las máximas y mínimas de temperatura en el invernadero, para determinar el lapso de tiempo entre riego y riego. Se determinó dos riegos por día, uno a las 8 am y el otro a las 5 pm, tres litros por riego, doblando el volumen de riego de 3 a 6 litros en las dos últimas dos semanas antes del repique.

### **3.9.8 Control de plagas y enfermedades**

#### **3.9.8.1 Control de plagas.**

No se presentó incidencia alguna de plaga.

#### **3.9.8.2 Control de enfermedades**

Se realizaron las siguientes aplicaciones:

- o Benomyl, fungicida sistémico en polvo mojable. Dosis: 3gr/lt.
- o Benlate, en una concentración de 3 gr/lt.

Las aplicaciones de los fungicidas mencionados, sólo fueron preventivas; ya que no se registraron enfermedades.

### **3.9.9 Manejo de las estacas durante el enraizamiento**

El riego se realizó 2 veces por día, a las 8 am y el otro a las 5 pm, tres litros por riego, doblando el volumen de riego de 3 a 6 litros en las dos últimas semanas antes del repique.

Como control preventivo para evitar pérdidas por enfermedades fungosas causantes de pudrición, se aplicó Benlate en una concentración de 3% (3gr/l), se realizó 48 horas después de la inserción de las estacas y la otra a los 30 días después.

Se realizó un control de temperatura por semana, determinando una ventilación en las horas de mayor insolación, horas en las cuales la temperatura ascendía hasta 30 °C. Cada 7 días se realizaba un control de las posibles apariciones de enfermedades fungosas, así como también la aparición y desarrollo de las raíces.

El tiempo de enraizamiento fue de 60 días, del 22 de octubre al 20 de diciembre, fecha en que se realizó el repique y traslado a las bolsas.

### **3.10 EVALUACIONES REALIZADAS**

#### **3.10.1 Porcentaje de estacas con callo**

La evaluación de callo radicular se realizó mediante la observación al estereoscopio y lupa en tres oportunidades: 30, 45, y 60 DDI.

En la evaluación a los 30 DDI, se tomó 5 estacas al azar por unidad experimental, siendo retornadas al sustrato enraizante después de las evaluaciones. Para esta evaluación se utilizó el estereoscopio para visualizar la formación de callos, y para la toma de fotografías.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomó 5 estacas al azar por unidad experimental, en esta oportunidad se decidió no retornarlos al sustrato de enraizamiento, porque podrían alterar el resultado de la investigación, esto debido a los trastornos causados a las estacas ya sea por deshidratación o daños mecánicos. En esta evaluación se utilizó una lupa para observar la presencia de callos en las estacas.

En la evaluación a los 60 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, quince estacas por unidad experimental. En esta evaluación se utilizó una lupa.

Se verificó la evolución del proceso valorada por el número de estacas con callo, que iniciaron la evolución del rizodermis. Considerando las estacas con raíz como plantas que formaron callo.

### 3.10.2 Número de raíces por estaca

Se realizó a los 30, 45 y 60 DDI, mediante observaciones y conteo de número de raíces ya desarrolladas por cada estaca con ayuda de estereoscopio en las primeras evaluaciones, y en la última evaluación con ayuda de una lupa.

En la evaluación a los 30 DDI, se tomó 5 estacas al azar por unidad experimental, siendo retornadas al sustrato enraizante después de las evaluaciones. En esta evaluación se consideró el primordio de raíz como una unidad de raíz para el conteo. Se procuró que la evaluación sea lo más rápidamente posible, para evitar la deshidratación del material vegetativo en estudio.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomó 5 estacas al azar por unidad experimental, en esta oportunidad se decidió no retornarlos al sustrato de enraizamiento, porque podrían alterar el resultado de la investigación, esto debidos a los trastornos causados a las estacas ya sea por deshidratación o daños mecánicos. En esta evaluación se consideró a los primordios de raíces y raíces ya diferenciadas, con ayuda de una lupa.

En la evaluación a los 60 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, quince estacas por unidad experimental. Solo se consideró a las raíces fuertes y fibrosas, que nacen de la base del tallo.

### 3.10.3 Longitud de raíz

Este parámetro se verificó a los 45 y 60 DDI, siendo la unidad de medida el centímetros (cm), tomando la medida desde su origen en la estaca hasta la punta con un vernier para las raíces cortas y regla milimétrica para las raíces largas.

En la evaluación a los 45 DDI, se tomó 5 estacas al azar por unidad experimental, en esta oportunidad se decidió no retornarlos al sustrato de enraizamiento, por los trastornos causados a las estacas ya sea por deshidratación o daños mecánicos, en esta

evaluación se tomaron las medidas de las raíces extendiéndolas lo mas rectas posibles en una base plana para su posterior medición.

En la evaluación a los 60 DDI, se evaluó el total de cada unidad experimental, quince estacas por unidad experimental. Para este parámetro solo se evaluó las raíces que fueron consideradas en la evaluación de número de raíces. Para esta evaluación se utilizo la regla milimétrica

#### 3.10.4 Número de hojas

Se contó a los 60 DDI, observando el número de hojas totalmente desarrolladas y funcionales, para luego sacar una relación media de hojas por estaca brotadas.

#### 3.10.5 Porcentaje de prendimiento

Se realizó contando el número de estacas por tratamiento prendido, con raíces y hojas bien definidas, a las que se le aplica la formula siguiente.

$$PP = \frac{\text{Total estacas prendidas}}{\text{total plantas al inicio}} \times 100$$

#### 3.10.6 Cronología de enrizamiento

Esta evaluación se realizo mediante la observación del proceso de formación de raíz de las estacas en estudio, identificándolas y clasificándolas en las siguientes fases y etapas:

- **Fases de organogénesis:**
  - **Desdiferenciación:** esta fase se identificó por la formación de callo, presentando las siguientes sub-fases (suberizacion de corte, desdiferenciación celular, formación de callo, crecimiento del callo).
  - **Inducción:** esta fase se identificó por la presencia de primordios de raíz, presentando las siguientes sub-fases (tejido completamente determinado y formación del primordio de raíz).

- o Diferenciación: se identificó por la emergencia y crecimiento de la raíz, presenta las siguientes sub-fases (emergencia de raíz y elongación de raíz)

- **Estado de tejido:**

- o Competencia: se caracteriza por presencia de callos en crecimiento.
- o Determinación: se caracteriza por la células diferenciadas (primordios del órgano)

- **Desarrollo de yemas y hojas.**

- o Hinchamiento de yemas.
- o Brotamiento de yemas.
- o 1 y 2 hojas: las hojas deben de estar bien desarrolladas.
- o 3 a 4 hojas: las hojas deben estar bien desarrolladas.

El parámetro de tiempo utilizado fue de semanas, y las evaluaciones se relazo con ayuda de un estereoscopio y lupas.

Para las evaluaciones de las seis primeras semanas se extrajo una estaca completamente al azar por unidad experimental para su evaluación, a acepción de la semana cinco que coincide con la evaluaciones de 30 DDI, siendo devueltas a la cama de enraizamiento inmediatamente después de terminar las evaluaciones respectivas, a partir de la semana siete las evaluaciones coincidieron con las otras evaluaciones programadas de 45 y 60 DDI.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 EFECTO DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTIRICO (AIB) EN LA FORMACION DE CALLOS DE ESTACAS DE MORA.

Los resultados encontrados y la ficha de datos para el número de estacas con callo, se presentan en el Anexo I - 1, 2, 3, 11, 12 y 13.

##### 4.1.1 Porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI.

El Cuadro N° 03 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5%. Para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI.

**CUADRO N° 3 Análisis de varianza del porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	2696.296	1348.148	45.500	3.555	*
ANA	2	8562.963	4281.481	144.500	3.555	*
AIB * ANA	4	4681.481	1170.370	39.500	2.829	*
Error	18	533.333	29.630			
Total	26	16474.074				

C.V = 6.39%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para interacción (AIB \* ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 4** Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	11822.222	5911.111	199.500	3.555	*
N en B1	2	622.222	311.111	10.500	3.555	*
N en B2	2	800.000	400.000	13.500	3.555	*
B en N0	2	7200.000	3600.000	121.500	3.555	*
B en N1	2	88.889	44.444	1.500	3.555	NS
B en N2	2	88.889	44.444	1.500	3.555	NS
error	18	533.333	29.630			

El ANVA de los efectos simples, indica que hay diferencias significativas para todos los efectos simples del factor N (ANA) en combinación con las concentraciones del factor B (AIB), siendo la correlación más fuerte para la concentración B0 (0 ppm de AIB). Para los efectos simples del factor B solo hay diferencias significativas en la concentración N0 (0 ppm de ANA). En el Cuadro N° 05 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey.

**CUADRO N° 5 Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI, para el estudio de enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

**i. Efecto de interacción**

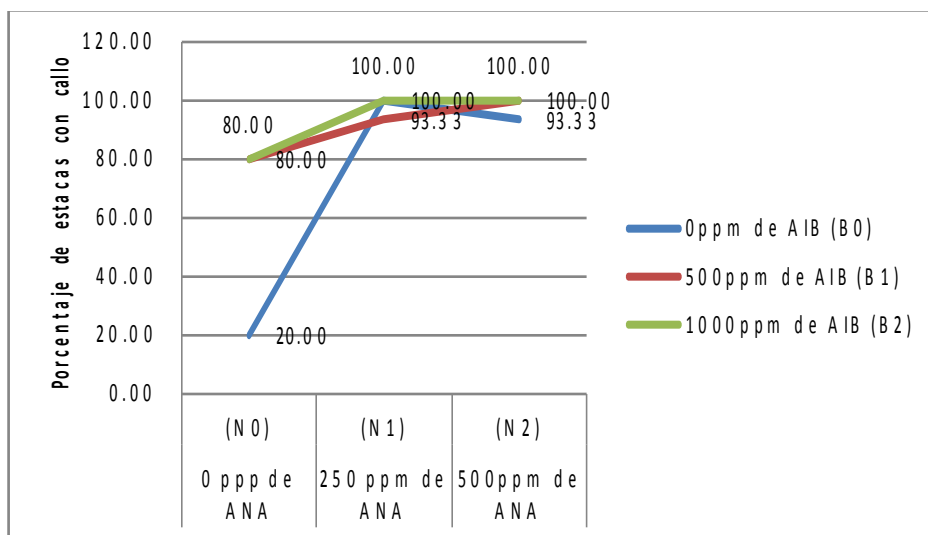
N en B				B en N			
B	N	MEDIAS		N	B	MEDIAS	
B 0	N 2	100.00	a	N 0	B 2	80.00	a
	N 1	93.33	a		B 1	80.00	a
	N 0	20.00	b		B 0	20.00	b
B 1	N 2	100.00	a	N 1	B 2	100.00	a
	N 1	93.33	a b		B 0	100.00	a
	N 0	80.00	b		B 1	93.33	a
B 2	N 2	100.00	a	N 2	B 2	100.00	a
	N 1	100.00	a		B 1	100.00	a
	N 0	80.00	b		B 0	93.33	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

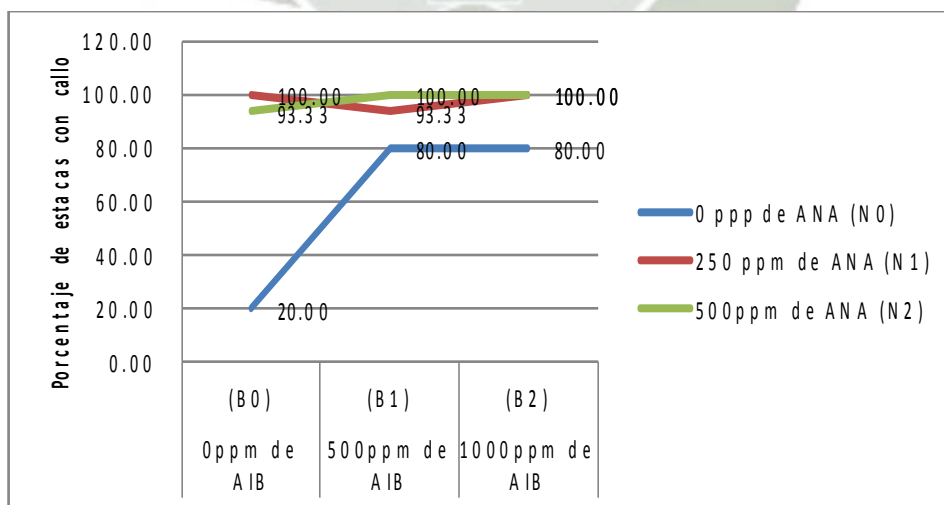
Para los efectos simples de N en B, se presenta diferencia significativa en todos los efectos del factor N en el factor B, siendo en la concentración B0 donde hay mayor interacción, donde N1(250 ppm de ANA) y N2 (500 ppm de ANA) son estadísticamente similares y superiores a N0.

Así como también para los efectos simples de factor B en el factor N, solo se presenta diferencias significativas en la interacción con N0, donde B1 (500 ppm de AIB) y B2 (1000 ppm de AIB) son similares y superiores a B0.

**GRÁFICA N° 3** Interacciones N (ANA) en B (AIB) para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**GRÁFICA N° 4** Interacciones B en N para el porcentaje de estacas con callo a los 30 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



#### 4.1.2 Porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI.

En el Cuadro N° 06 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% . Para el porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI.

**CUADRO N° 6 Análisis de varianza de los porcentajes de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	3466.667	1733.333	29.250	3.555	*
ANA	2	5422.222	2711.111	45.750	3.555	*
AIB*ANA	4	4444.444	1111.111	18.750	2.829	*
Error	18	1066.667	59.259			
Total	26	14400				

C.V. = 8.88%

El ANVA nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB\*ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 7 Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje estacas con callo 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	9155.556	4577.778	77.250	3.56	*
N en B1	2	622.222	311.111	5.250	3.56	*
N en B2	2	88.889	44.444	0.750	3.56	NS
B en N0	2	7466.667	3733.333	63.000	3.56	*
B en N1	2	355.556	177.778	3.000	3.56	NS
B en N2	2	88.889	44.444	0.750	3.56	NS
Error	18	1066.667	59.259			

El ANVA de los efectos simples, indica que hay diferencias significativas para el factor N interactuando solo con los niveles B0 y B1, siendo la correlación más fuerte para la concentración B0. Para los efectos simples del factor B solo hay diferencias significativas cuando interactúa con la concentración N0

En el Cuadro N° 08 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples.

**CUADRO N° 8 Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

**i. Efectos simples**

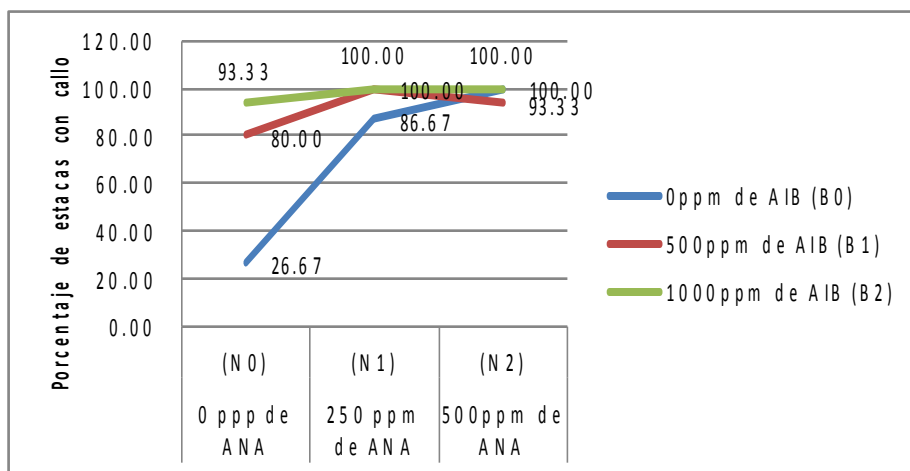
N en B				B en N			
B	N	Promedio %		N	B	Promedio %	
B 0	N 2	80.00	a	N 0	B 2	93.33	a
	N 1	86.67	a		B 1	80.00	a
	N 0	26.67	b		B 0	26.67	b
B 1	N 1	100.00	a	N 1	B 2	100.00	a
	N 2	93.33	a b		B 1	100.00	a
	N 0	80.00	b		B 0	86.67	a
B 2	N 2	100.00	a	N 2	B 0	100.00	a
	N 1	100.00	a		B 2	100.00	a
	N 0	93.33	a		B 1	93.33	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

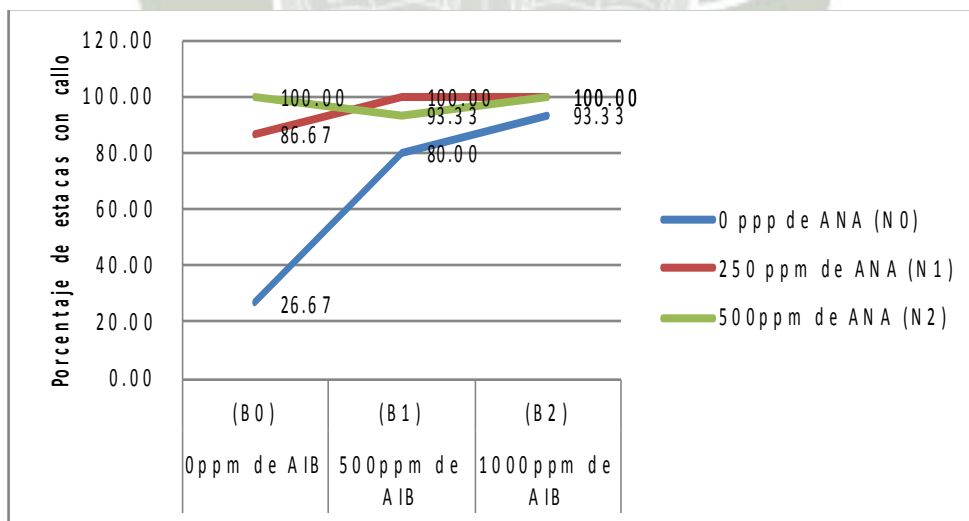
Para los efectos simples de N en B, se presenta diferencia significativa en la interacción con B0 y B1, donde N1 y N2 son estadísticamente similares y superiores a N0.

Así como también para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas solo en interacción con N0, donde B2 y B1 son superiores a B0.

**GRÁFICA N° 5** Interacciones N en B para porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**GRÁFICA N° 6** Interacciones B en N para porcentaje de estacas con callo a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



#### 4.1.3 Porcentaje de estacas con callo a los 60 DDI.

En el Cuadro N° 09 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% . Para el porcentaje de estacas con callo a los 60 DDI.

**CUADRO N° 9 Análisis de varianza del porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	2972.553	1486.28	69.417	3.555	*
ANA	2	1669.012	834.506	38.976	3.555	*
AIB*ANA	4	3594.909	898.727	41.976	2.928	*
Error	18	385.393	21.411			
Total	26	8621.867				

C.V. = 5.31%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB\*ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 10 Análisis de varianza de los efectos simples para el porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT	SG
N en B0	2	5254.321	2627.160	122.703	3.56	*
N en B1	2	0.000	0.000	0.000	3.56	NS
N en B2	2	9.877	4.938	0.231	3.56	NS
B en N0	2	6429.630	3214.815	150.150	3.56	*
B en N1	2	128.395	64.198	3.998	3.56	*
B en N2	2	9.877	4.938	0.231	3.56	NS
error	18	385.393	21.411			

El ANVA de los efectos simples, indican que hay diferencias significativas para el efecto de N en B solo con la concentración B0, y para el efecto de B en N hay interacción con las concentraciones N0 y N1.

En el Cuadro N° 11 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples y tratamientos.

**CUADRO N° 11 Prueba de Tuckey para el porcentaje de estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

i. Efectos simples.

N en B				B en N			
B	N	Medias %		B	N	Medias %	
B 0	N 2	95.55	a	N 0	B 2	100.00	a
	N 1	91.11	b		B 1	97.78	a
	N 0	42.22	c		B 0	42.22	b
B 1	N 0	97.78	a	N 1	B 2	100.00	a
	N 2	97.78	a		B 1	97.78	a
	N 1	97.78	a		B 0	91.11	b
B 2	N 1	100.00	a	N 2	B 2	97.78	a
	N 0	100.00	a		B 1	97.78	a
	N 2	97.78	a		B 0	95.56	a

ii. **Tratamientos**

B	N	TRATAMIENTOS	MEDIAS %	
B 2	N 0	T 7	100.00	a
B 2	N 1	T 8	100.00	a
B 1	N 1	T 9	97.78	a
B 1	N 2	T 4	97.78	a
B 1	N 0	T 6	97.78	a
B 2	N 2	T 5	97.78	a
B 0	N 2	T 3	95.55	a
B 0	N 1	T 2	91.11	a
B 0	N 0	T 1	42.22	b

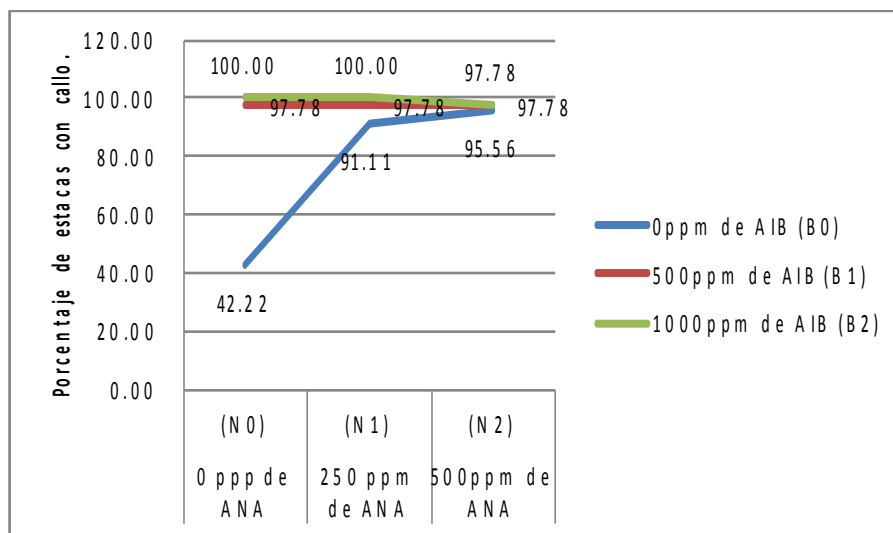
Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey  $\alpha = 0.05$

En el caso de efectos simples de N en B, se presenta efectos en la interacción con B 0, donde la concentración N 2 es estadísticamente superior a N 1 y este a su vez es superior a la interacción con N 0.

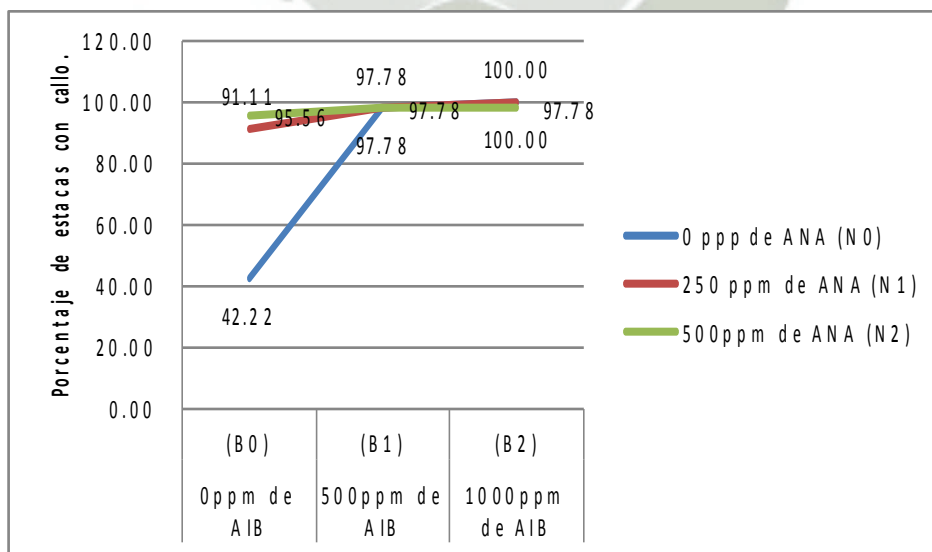
Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en N 0 y N 1, siendo las interacciones con B 2 y B 1 estadísticamente similares y superiores a la interacción con B 0.

Para los tratamientos, Todos los tratamientos son estadísticamente similares y superiores al tratamiento T 1 (testigo).

**GRÁFICA N° 7** Interacciones N en B para el porcentaje estacas con callo a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**GRÁFICA N° 8** interacciones B en N para porcentaje estacas con callo 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**CUADRO N° 12** Medias del porcentaje de estacas con callo de los diferentes tratamientos a los 30, 45 y 60 DDI para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus Glaucus Benth*), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

	B 0			B 1			B 2		
	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
% de estacas con callos a los 30 DDI	20.00	100.00	93.33	80.00	93.33	100.00	80.00	100.00	100.00
% de estacas con callos a los 45 DDI	26.67	86.67	100.00	80.00	100.00	93.333	93.33	100.00	100.00
% de estacas con callos a los 60 DDI	42.22	91.11	95.55	97.78	97.78	97.78	100.00	100.00	97.78

**GRÁFICA N° 9** Porcentaje de callos a los 30, 45 y 60 DDI, de los tratamientos para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus Glaucus Benth*), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012

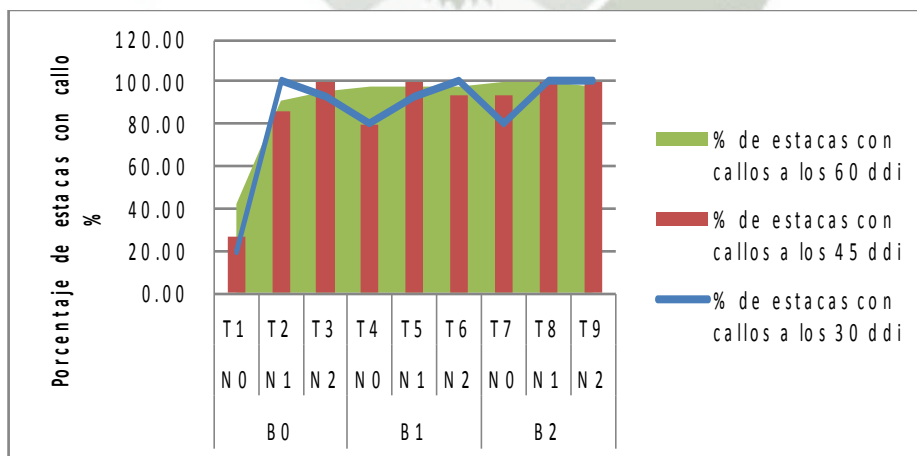


Figura N° 1 Niveles de lignificación de los callos en estacas de mora en el tratamiento T3, en diferentes tiempos. 1 y 2, callos a los 30 DDI; 3 y 4, callos a los 45 DDI; 5 y 6, callos a los 60 DDI.



Fuente: propia del autor Montufar, J.

#### 4.2 EFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL NÚMERO DE RAICES FORMADOS EL LAS ESTACAS DE MORA.

Los resultados encontrados y la ficha de datos para el número de raíces por estaca, se presentan en el Anexo I - 4, 5, 6, 14, 15 y 16.

##### 4.2.1 Número de raíces por estaca a los 30 DDI.

El cuadro N° 12 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% .

**CUADRO N° 13** Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	9.612	4.806	92.686	3.555	*
ANA	2	12.732	6.366	122.771	3.555	*
AIB*ANA	4	2.104	0.526	10.143	2.928	*
Error	18	0.933	0.052			
Total	26	25.381				

C.V 10.94%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 14** Análisis de varianza de los efectos simples del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	9.707	4.853	93.633	3.56	*
N en B1	2	3.387	1.693	32.669	3.56	*
N en B2	2	1.742	0.871	16.806	3.56	*
B en N0	2	7.849	3.924	75.713	3.56	*
B en N1	2	2.880	1.440	27.781	3.56	*
B en N2	2	0.987	0.493	9.518	3.56	*
Error	18	0.933	0.052			

El ANVA de los efectos simples indican que hay diferencias significativas para los efectos de N en B en todas las interacciones siendo la más intensa con la correlación con la

concentración B0 y para los efectos de B en N existen diferencias significativas también en todas las interacciones, siendo con la concentración N0 el más intensa.

En el cuadro N° 14 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples

**CUADRO N° 15 Prueba de Tuckey del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012**

i. Efectos simples

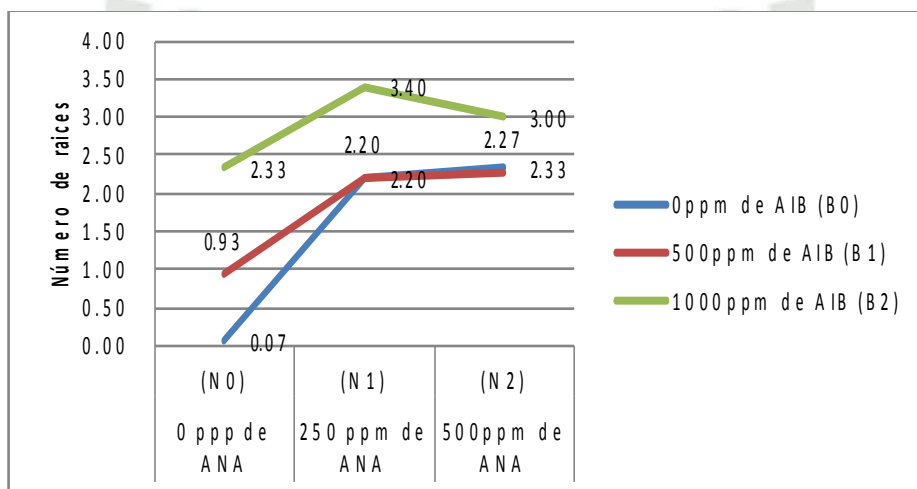
N en B				B en N			
B	N	MEDIA		N	B	MEDIA	
B 0	N 2	2.33	a	N 0	B 2	2.33	a
	N 1	2.20	a		B 1	0.93	b
	N 0	0.07	b		B 0	0.07	c
B 1	N 2	2.27	a	N 1	B 2	3.40	a
	N 1	2.20	a		B 0	2.20	b
	N 0	0.93	b		B 1	2.20	b
B 2	N 1	3.60	a	N 2	B 2	3.60	a
	N 2	3.40	a		B 1	2.47	b
	N 0	2.00	b		B 0	1.67	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

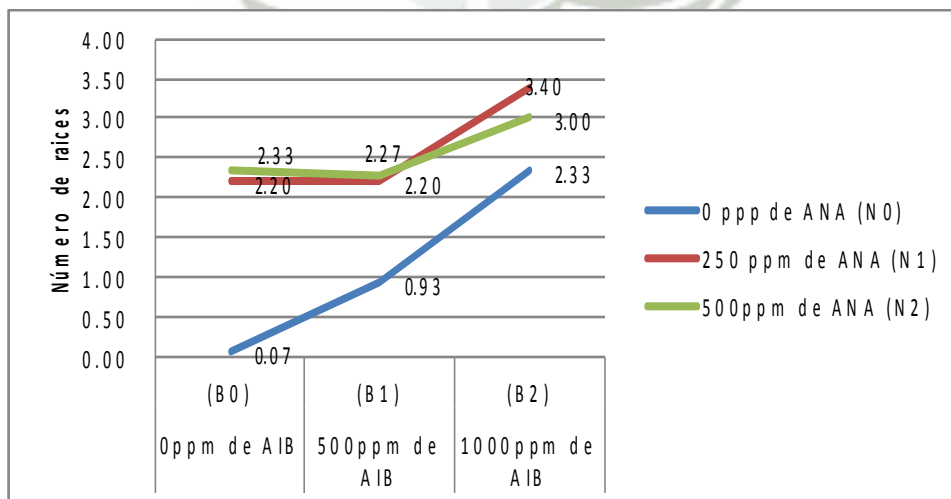
Para los efectos simples de N en B, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo las concentraciones N2 y N1 para todas las interacciones con el factor B, estadísticamente similares y superiores a la concentración N0.

Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo estadísticamente superior la concentración B2 en todas las interacciones con el factor N.

**GRÁFICA N° 10** Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012



**GRÁFICA N° 11** Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 30 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



#### 4.2.2 Número de raíces por estaca a los 45 DDI.

El Cuadro N° 15 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% .

**CUADRO N° 16 Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	25.550	12.775	215.575	3.555	*
ANA	2	24.003	12.001	202.525	3.555	*
AIB*ANA	4	5.268	1.317	22.225	2.928	*
Error	18	1.067	0.059			
Total	26	55.887				

C.V. 6.86%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 17 Análisis de varianza de los efectos simples del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT	SG
N en B0	2	18.667	9.333	157.451	3.56	*
N en B1	2	6.436	3.218	54.283	3.56	*
N en B2	2	4.169	2.084	35.164	3.56	*
B en N0	2	19.369	9.684	163.374	3.56	*
B en N1	2	9.947	4.973	83.899	3.56	*
B en N2	2	1.502	0.751	12.671	3.56	*
Error	18	1.067	0.059			

El ANVA de los efectos simples indica que hay diferencias significativas para todos los efectos simples de N en B, siendo más intensas con las concentraciones B0 y B1.

Para los efectos simples de B en N, hay diferencias significativas para todas las interacciones, siendo más intensa en las concentraciones N0 y N1.

En el cuadro N° 17 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples.

**CUADRO N° 18 Prueba de Tuckey del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

• Efectos Simples

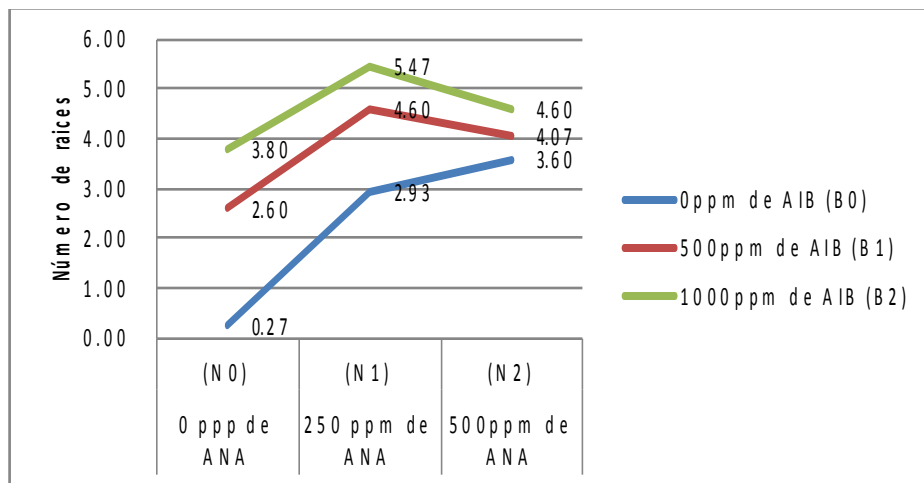
N en B				B en N			
B	N	MEDIA		N	B	MEDIA	
B 0	N 2	3.60	a	N 0	B 2	3.80	a
	N 1	2.93	b		B 1	2.60	b
	N 0	0.27	c		B 0	0.27	c
B 1	N 1	4.60	a	N 1	B 2	5.47	a
	N 2	4.07	a		B 1	4.60	b
	N 0	2.60	b		B 0	2.93	c
B 2	N 1	5.47	a	N 2	B 2	4.60	a
	N 2	4.60	b		B 1	4.07	b
	N 0	3.80	c		B 0	3.60	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

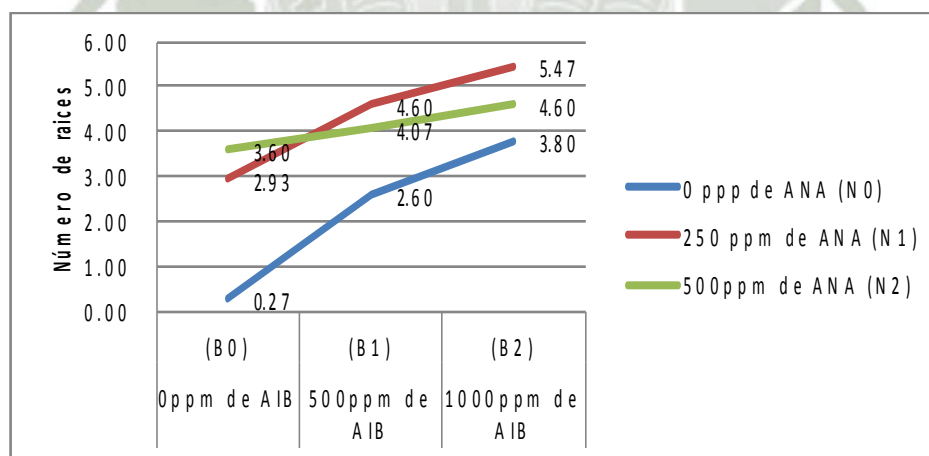
Para efectos simples de N en B, se presenta diferencia significativa para todas las interacciones, la interacción de la concentración N2 solo es superior en combinación con la concentración B0, por otro lado, la concentración N1 es superior cuando interactúa con las concentraciones B1 y B2.

Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo las interacciones con la concentración B2 la que mejores resultados dio para todas la combinaciones con el factor N.

**GRÁFICA N° 12** Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**GRÁFICA N° 13** Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



#### 4.2.3 Número de raíces por estaca a los 60 DDI.

El Cuadro N° 18 nos presenta el Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% .

**CUADRO N° 19** Análisis de varianza del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	817.044	408.522	2967.631	3.555	*
ANA	2	104.385	52.193	379.144	3.555	*
AIB*ANA	4	56.518	14.129	102.641	2.928	*
Error	18	2.478	0.138			
Total	26	980.425				

C.V. 3.15%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 20** Análisis de varianza de los efectos simples para el número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	75.150	37.575	272.941	3.56	*
N en B1	2	0.905	0.452	3.286	3.56	NS
N en B2	2	84.750	42.375	307.807	3.56	*
B en N0	2	331.154	165.577	1202.737	3.56	*
B en N1	2	337.514	168.757	1225.838	3.56	*
B en N2	2	205.087	102.544	744.870	3.56	*
Error	18	2.478	0.138			

El ANVA de los efectos simples nos indican que hay diferencias significativas para todos los efectos simples, menos en la interacción N en B1.

En el Cuadro N° 20 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples y tratamientos.

**CUADRO N° 21 Prueba de Tuckey para el número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

**i. Efectos Simples**

N en B				B en N			
B	N	MEDIA		N	B	MEDIA	
B 0	N 1	7.69	a	N 0	B 2	14.93	a
	N 2	6.07	b		B 1	12.18	b
	N 0	0.91	c		B 0	0.91	c
B 1	N 1	12.40	a	N 1	B 2	22.38	a
	N 0	12.18	a		B 1	12.40	b
	N 2	11.64	a		B 0	7.69	c
B 2	N 1	22.38	a	N 2	B 2	17.75	a
	N 2	17.75	b		B 1	11.64	b
	N 0	14.93	c		B 0	6.07	c

**ii. Tratamientos**

B	N	TRATAMIENTOS	MEDIAS	
B 2	N 1	T 8	22.38	a
B 2	N 2	T 9	17.75	b
B 2	N 0	T 7	14.93	c
B 1	N 1	T 5	12.40	d
B 1	N 0	T 4	12.18	d
B 1	N 2	T 6	11.64	d
B 0	N 1	T 2	7.69	e
B 0	N 2	T 3	6.07	f
B 0	N 0	T 1	0.91	g

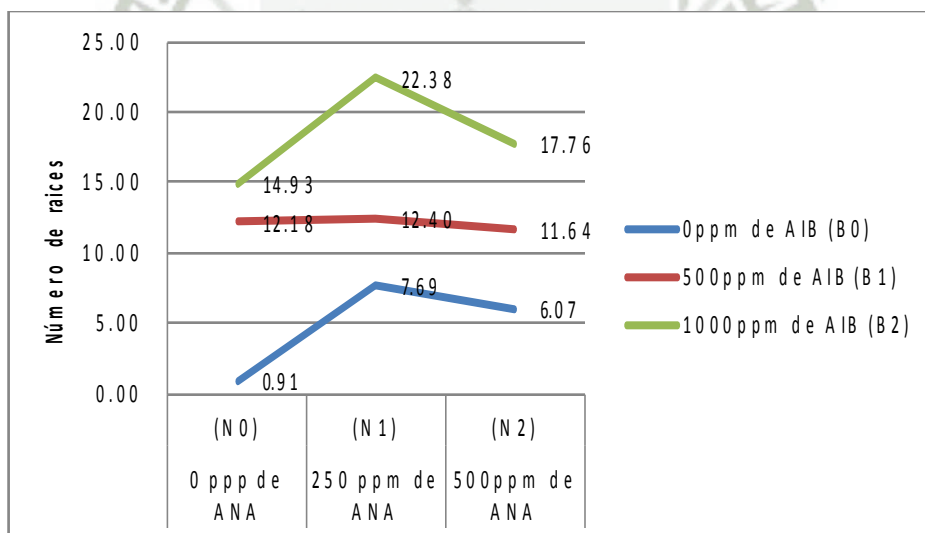
Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

En el caso de efectos simples de N en B, se presenta diferencia significativa para las interacciones del factor N en B2 y B0, siendo la interacción de la concentración N1 superior en sus respectivas combinaciones con B2 y B0.

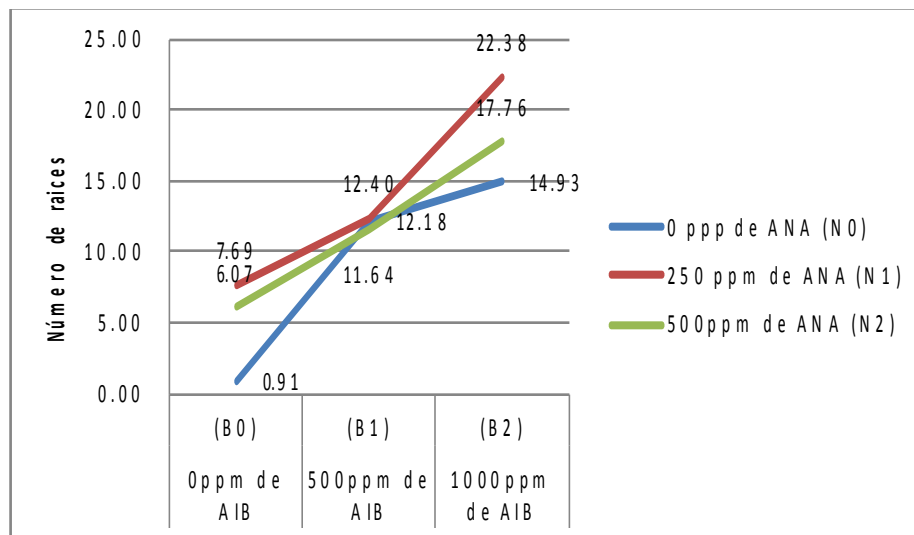
Así como también para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo las combinaciones con la concentración B2 la que mejores resultados dio para todas las combinaciones con el factor N.

Para los tratamientos, el tratamiento T8 (1000 ppm de AIB \* 250 ppm de ANA) es estadísticamente superior a todos los demás tratamientos.

**GRÁFICA N° 14** Interacciones N en B del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**GRÁFICA N° 15** Interacciones B en N del número de raíces por estaca a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**CUADRO N° 22** Medias para el número de raíces de los diferentes tratamientos a los 30, 45 y 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

	B 0			B 1			B 2		
	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
Número de raíces a los 30 DDI	0.07	2.20	2.33	0.93	2.20	2.27	2.33	3.40	3.00
Número de raíces a los 45 DDI	0.27	2.93	3.60	2.60	4.60	4.07	3.80	5.47	4.60
Número de raíces a los 60 DDI	0.91	7.69	6.07	12.18	12.40	11.64	14.93	22.38	17.75

**GRÁFICA N° 16** Número de raíces a los 30, 45 y 60 DDI, de los tratamientos para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

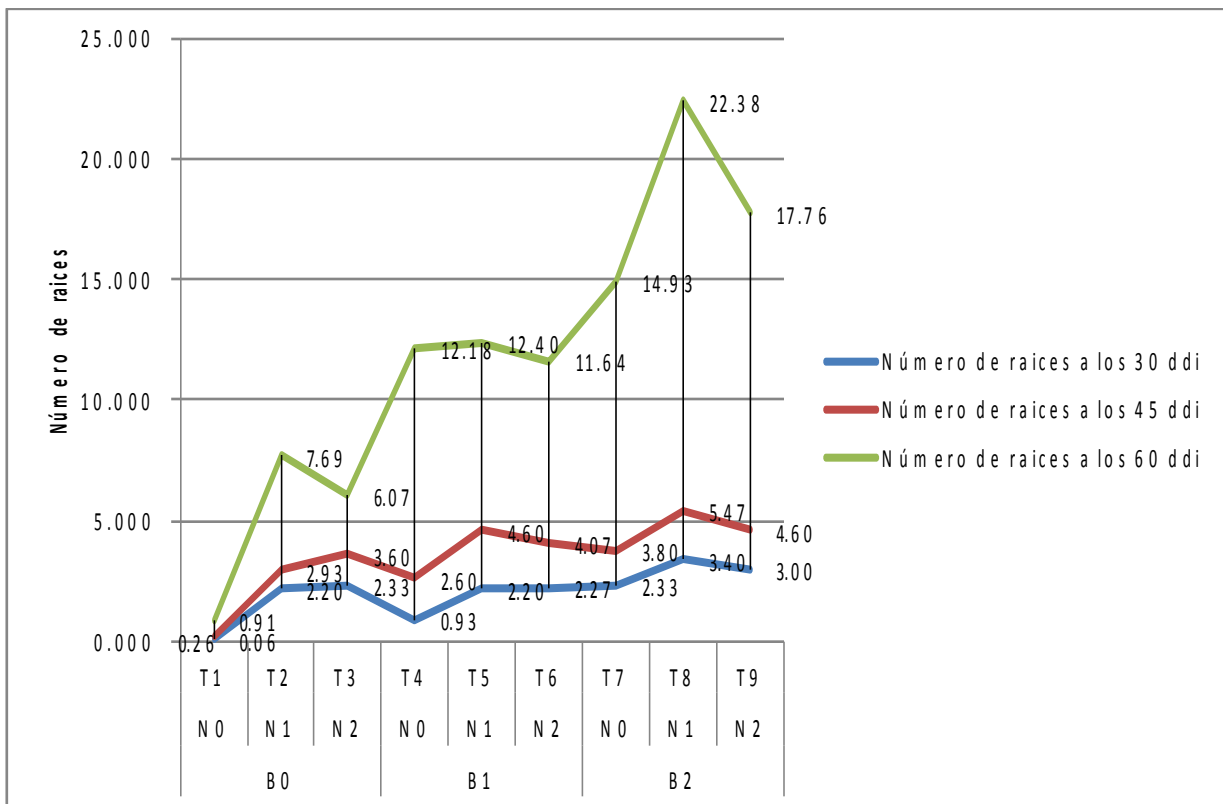
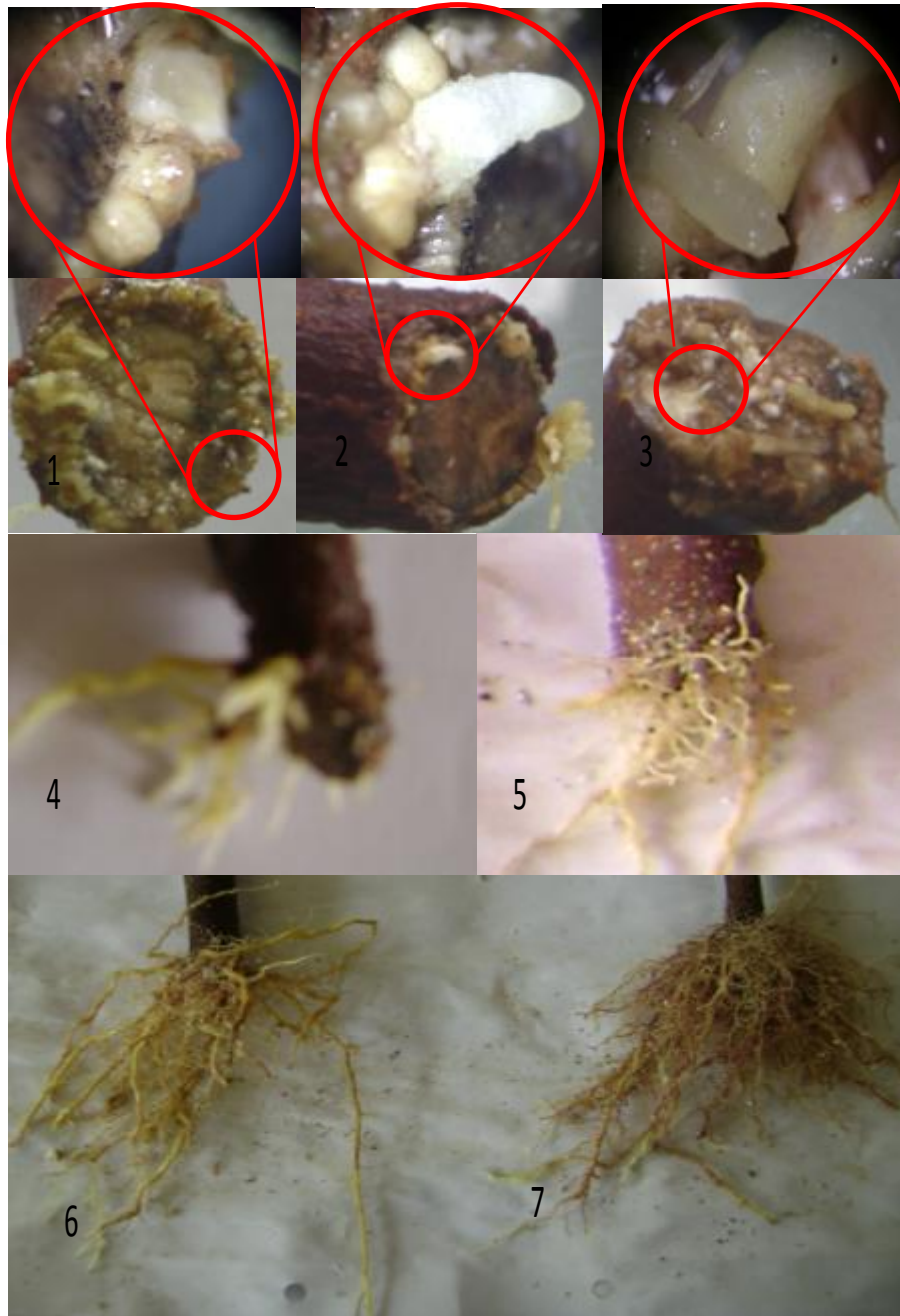


Figura N° 2 Raíces de las estacas de mora en diferentes momentos: imágenes 1, 2 y 3 formación del primordios radicular a los 30 DDI en los tratamientos T3, T7 y T9 respectivamente; imágenes 4 y 5 desarrollo de raíces a los 45 DDI en los tratamientos T7 y T3 respectivamente; imágenes 6 y 7 raíces a los 60 DDI, de los tratamientos T7 y T3 respectivamente.



Fuente: propia del autor Montufar, J.

#### 4.3 EFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN LA LONGITUD DE RAICES FORMADAS EN LAS ESTACAS DE MORA.

Los resultados encontrados y la ficha de datos para la longitud de raíces por estaca, se presentan en el Anexo I - 7, 8, 17 y 18.

##### 4.3.1 Longitud de raíz a los 45 DDI.

El Cuadro N° 21 nos presenta el ANVA, con un nivel de significancia del 5%. Para la longitud de raíces a los 45 DDI.

**CUADRO N° 23** Análisis de varianza de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	3.201	1.600	133.264	3.555	*
ANA	2	0.166	0.083	6.925	3.555	*
AIB*ANA	4	0.937	0.234	19.512	2.928	*
Error	18	0.216	0.012			
Total	26	4.521				

C.V. 9.86%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procedió con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 24** Análisis de varianza de los efectos simples de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	1.039	0.519	43.289	3.56	*
N en B1	2	0.049	0.024	2.026	3.56	NS
N en B2	2	0.016	0.008	0.670	3.56	NS
B en N0	2	3.074	1.537	128.100	3.56	*
B en N1	2	0.522	0.261	21.748	3.56	*
B en N2	2	0.542	0.271	22.576	3.56	*
Error	18	0.216	0.012			

El ANVA de los efectos simples indican que hay diferencias significativas en las interacciones, menos en la interacciones de N en B1 y en B2.

**CUADRO N° 25** Prueba de Tuckey de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

i. Efectos simples.

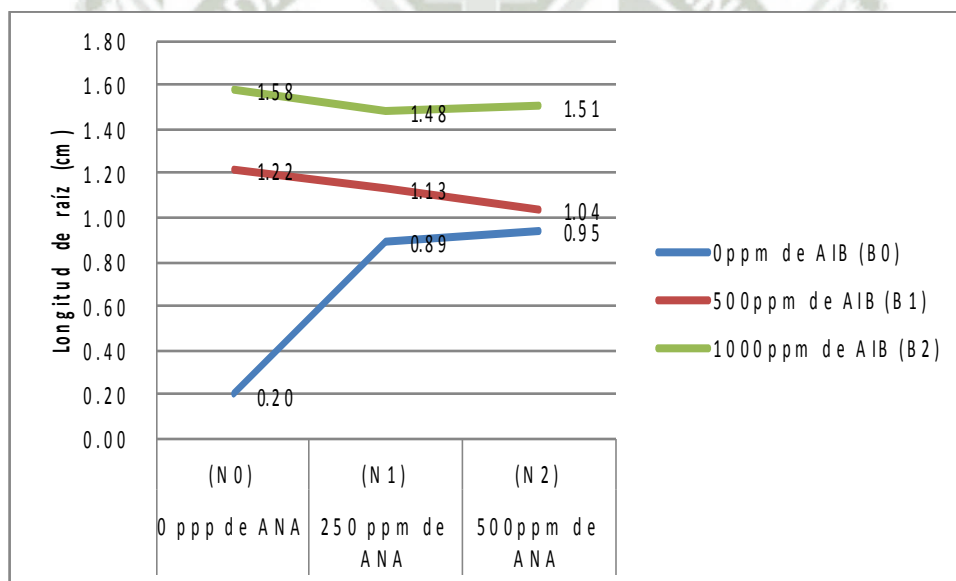
N en B				B en N			
B	N	MEDIA (cm)		N	B	MEDIA (cm)	
B0	N2	0.95	a	N0	B2	1.58	a
	N1	0.89	a		B1	1.22	a
	N0	0.20	b		B0	0.20	b
B1	N0	1.22	a	N1	B2	1.48	a
	N1	1.13	a		B1	1.13	b
	N2	1.04	a		B0	0.89	c
B2	N0	1.58	a	N2	B2	1.51	a
	N2	1.51	a		B1	1.04	b
	N1	1.48	a		B0	0.95	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

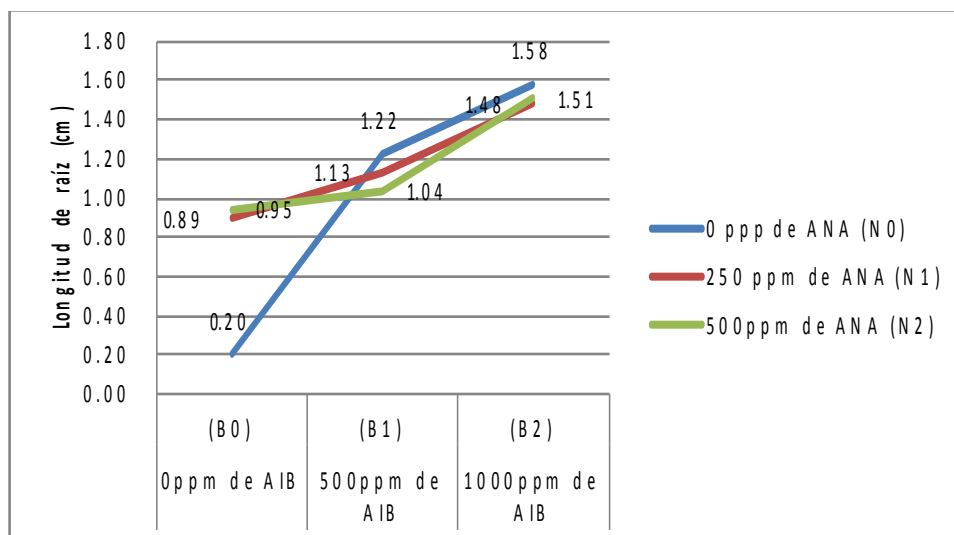
Para los efectos simples de N en B, se presenta diferencia significativa solo en la interacción del factor N en B0, siendo la interacción de las concentraciones N1 y N2 estadísticamente similares y superiores a la concentración N0.

Así como también para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo la interacción con la concentración B2 la que mejores resultados dio para todas las combinaciones con el factor N.

**GRÁFICA N° 17 Interacciones N en B de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**



**GRÁFICA N° 18** Interacciones B en N de la longitud de raíz a los 45 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



#### 4.3.2 Longitud de raíz a los 60 DDI.

El Cuadro N° 24 nos presenta en Análisis de Varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% , para la longitud de raíces a los 60 DDI.

**CUADRO N° 26** ANVA de la longitud de raíces a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	82.778	41.389	5869.233	3.555	*
ANA	2	0.204	0.102	14.474	3.555	*
AIB*ANA	4	4.555	1.139	161.485	2.928	*
Error	18	0.127	0.007			
Total	26	87.664				

C.V. 2.29%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 27 ANVA de los efectos simples de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	2.609	1.305	184.897	3.56	*
N en B1	2	1.353	0.677	95.887	3.56	*
N en B2	2	0.793	0.397	56.229	3.56	*
B en N0	2	46.665	23.332	3306.938	3.56	*
B en N1	2	19.831	9.916	1405.355	3.56	*
B en N2	2	20.763	10.382	1471.415	3.56	*
error	18	0.127	0.007			

El ANVA de los efectos simples indica que hay diferencias significativas en las interacciones, siendo las interacciones más fuertes en los efectos del factor B en todas las concentraciones del factor N.

En el Cuadro N° 26 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples y tratamientos.

**CUADRO N° 28** Prueba de Tuckey de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

i. Efectos simples

N en B			
B	N	MEDIAS (cm)	
B 0	N 1	1.88	a
	N 2	1.61	a
	N 0	0.63	b
B 1	N 0	4.55	a
	N 1	3.75	b
	N 2	3.70	b
B 2	N 0	6.03	a
	N 1	5.52	b
	N 2	5.32	b

B en N			
N	B	MEDIAS (cm)	
N 0	B 2	6.03	a
	B 1	4.50	b
	B 0	0.63	c
N 1	B 2	5.52	a
	B 1	3.75	b
	B 0	1.88	c
N 2	B 2	5.32	a
	B 1	3.75	b
	B 0	1.61	c

ii. Tratamientos

B	N	TRATAMIENTOS	MEDIAS	
B 2	N 0	T 7	6.03	a
B 2	N 1	T 8	5.52	b
B 2	N 2	T 9	5.32	b
B 1	N 0	T 4	4.55	c
B 1	N 1	T 5	3.75	d
B 1	N 2	T 6	3.70	d
B 0	N 1	T 2	1.88	e
B 0	N 2	T 3	1.61	f
B 0	N 0	T 1	0.63	g

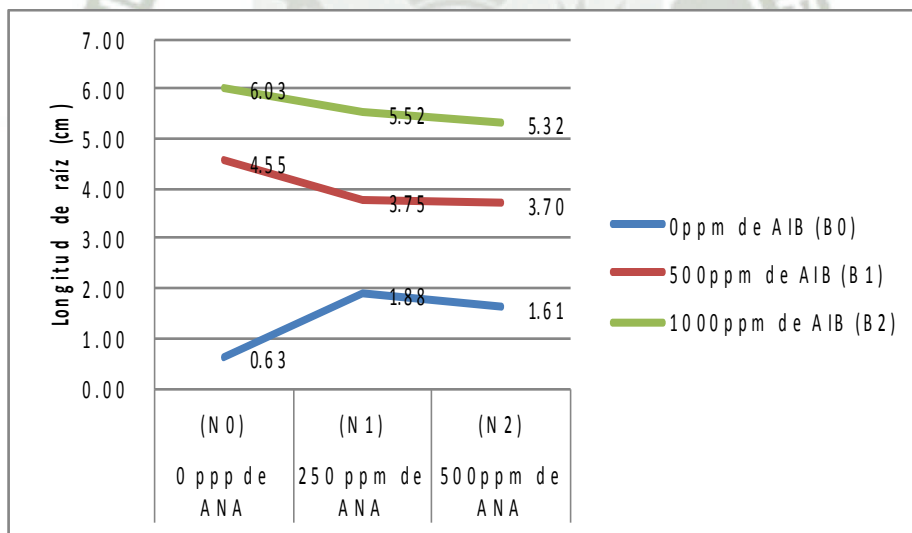
Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

En el caso de efectos simples de N en B, se presenta diferencias en todas las interacciones, siendo las combinaciones de la concentración N0 en las concentraciones B1 y B2 la que estadísticamente es superior, por otro lado las concentraciones N1 y N2 en combinación con la concentración B0, son estadísticamente similares y superiores a N0.

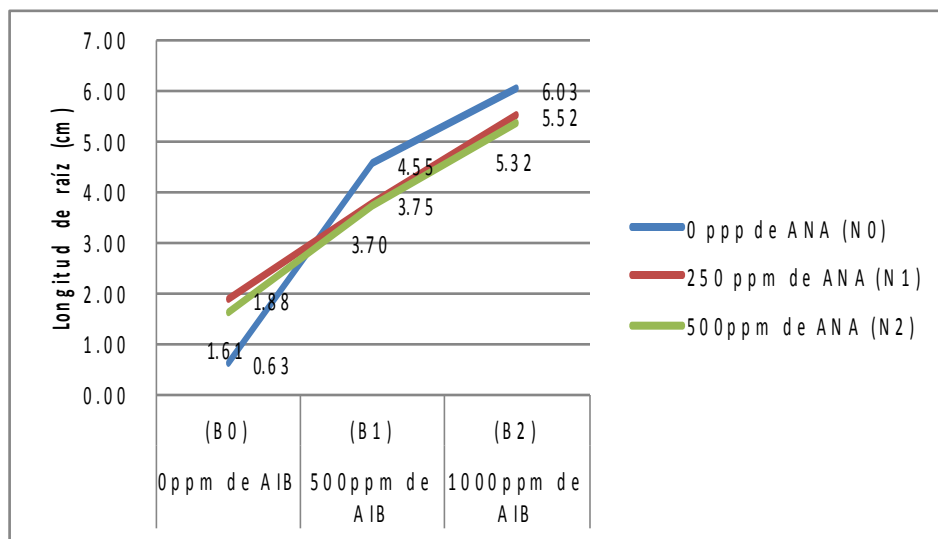
Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo las combinaciones con la concentración B2 la que mejores resultados dio para todas la combinaciones con el factor N.

Para los tratamientos, el tratamiento T7 (1000ppm de AIB \* 0ppm de ANA), es estadísticamente superior a todos los demás tratamientos.

**GRÁFICA N° 19** Interacciones N en B de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



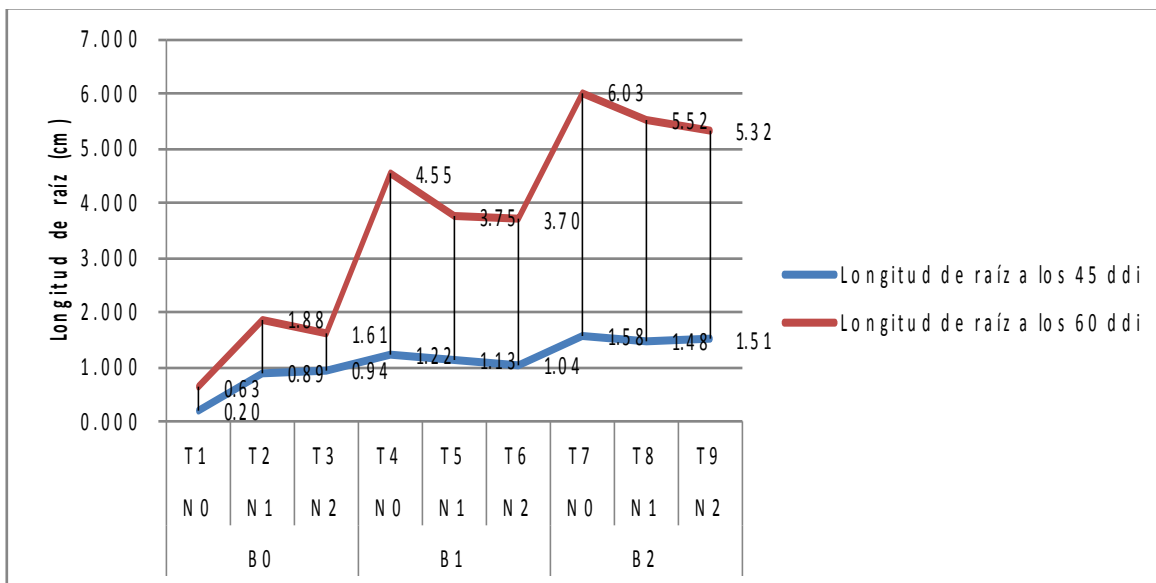
**GRÁFICA N° 20** Interacciones B en N de la longitud de raíz a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



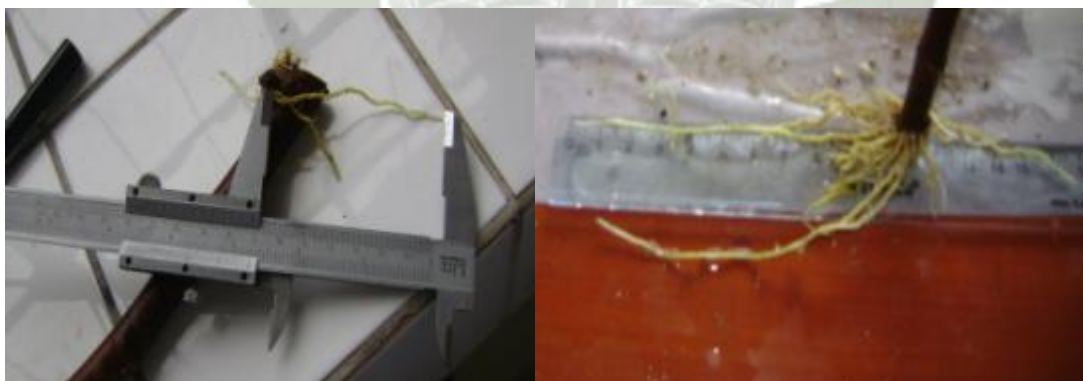
**CUADRO N° 29** Medias para la longitud de raíces de los diferentes tratamientos a los 45 y 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

	B 0			B 1			B 2		
	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
Longitud de raíz a los 45 DDI	0.20	0.89	0.95	1.22	1.13	1.04	1.58	1.48	1.51
Longitud de raíz a los 60 DDI	0.63	1.88	1.61	4.55	3.75	3.70	6.03	5.52	5.32

**GRÁFICA N° 21** Longitud de raíz a los 45 y 60 DDI, de los tratamientos, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**Figura N° 3** Raíces de las estacas de mora: imagen de la izquierda, medición de raíz del tratamiento T4 a los 45 DDI; imagen derecha, medición de raíz del tratamiento T7 a los 60 DDI.



Fuente: propia del autor Montufar, J.

#### 4.4 EFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL NÚMERO DE HOJAS DESARROLLADAS EN LAS ESTACAS DE MORA.

Los resultados encontrados y la ficha de datos para la longitud de raíces por estaca, se presentan en el Anexo I - 9 y 19.

El Cuadro N° 27 nos presenta el ANVA, con un nivel de significancia del 5%, para el número de hojas.

**CUADRO N° 30** Análisis de varianza del número de hojas formadas por las estacas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	4.450	2.225	30.277	3.555	*
ANA	2	2.036	1.018	13.856	3.555	*
AIB * ANA	4	3.019	0.755	10.272	2.928	*
Error	18	1.323	0.073			
Total	26	10.828				

C.V. 11.40%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 31** Análisis de varianza de los efectos simples del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	4.982	2.491	33.889	3.56	*
N en B1	2	0.028	0.014	0.188	3.56	NS
N en B2	2	0.031	0.015	0.208	3.56	NS
B en N0	2	6.922	3.461	47.092	3.56	*
B en N1	2	0.312	0.156	2.123	3.56	NS
B en N2	2	0.225	0.113	1.532	3.56	NS
error	18	1.323	0.074			

El ANVA de los efectos simples indica que hay diferencias significativas solo en las interacciones, de N en B0 y B en N0.

En el Cuadro N° 29 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples y tratamientos.

**CUADRO N° 32** Prueba de Tuckey del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

i. Efectos simples

N en B				B en N			
B	N	MEDIAS		N	B	MEDIAS	
B 0	N 1	2.36	a	N 0	B 2	2.69	a
	N 2	2.31	a		B 1	2.53	a
	N 0	0.75	b		B 0	0.75	b
B 1	N 1	2.67	a	N 1	B 2	2.80	a
	N 2	2.62	a		B 1	2.67	a
	N 0	2.53	a		B 0	2.36	a
B 2	N 1	2.80	a	N 2	B 2	2.67	a
	N 0	2.69	a		B 1	2.62	a
	N 2	2.67	a		B 0	2.31	a

ii. Tratamientos.

B	A	TRATAMIENTOS	MEDIAS	
B 2	N 1	T 8	2.80	a
B 2	N 0	T 7	2.69	a
B 2	N 2	T 9	2.67	a
B 1	N 1	T 5	2.67	a
B 1	N 2	T 6	2.62	a
B 1	N 0	T 4	2.53	a
B 0	N 1	T 2	2.36	a
B 0	N 2	T 3	2.31	a
B 0	N 0	T 1	0.75	b

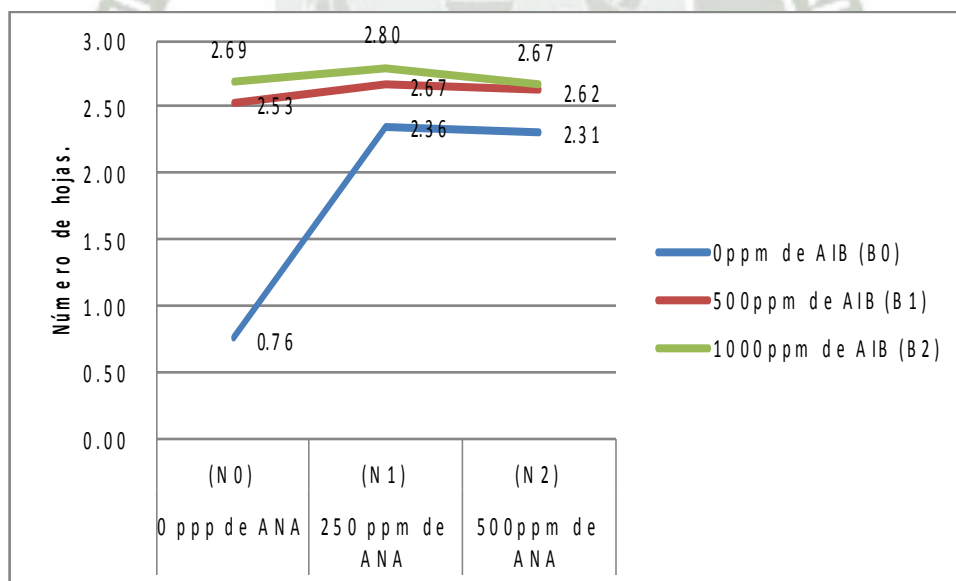
Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

Para los efectos simples de N en B, se presenta diferencias solo cuando interactúa con la concentración B0, siendo las concentraciones N1 y N2 estadísticamente similares y superiores a N0.

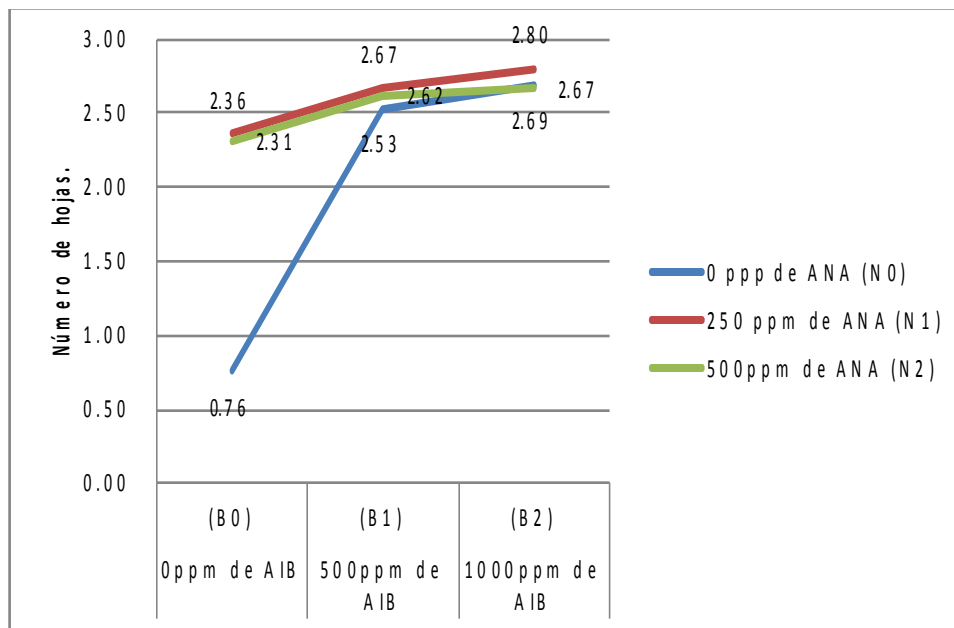
Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas solo cuando interactúa con N0, siendo B2 y B1 estadísticamente similares y superiores a B0.

Para los tratamientos, todos los tratamientos con al menos una Auxina son estadísticamente similares y superiores a T1 (Testigo)

**GRÁFICA N° 22** Interacciones N en B del número de hojas a los 60ddi, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



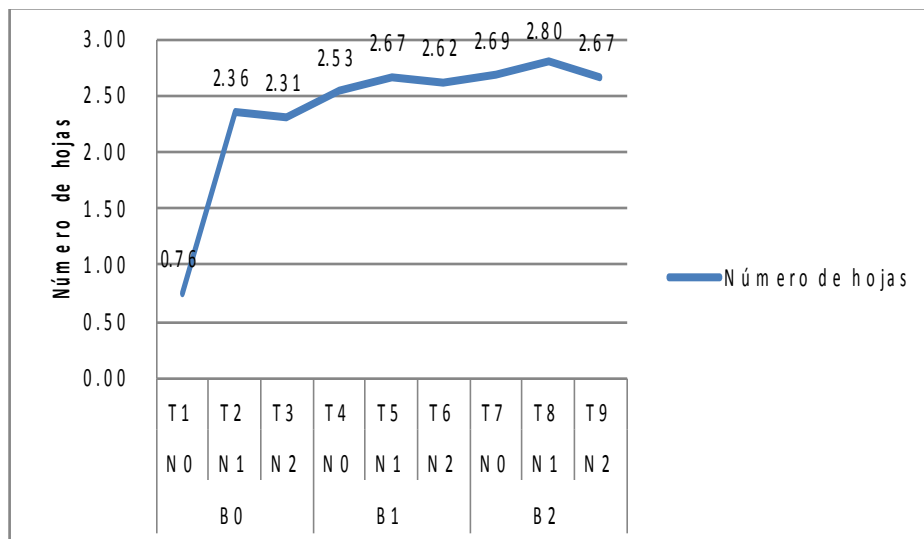
**GRÁFICA N° 23** Interacciones B en N del número de hojas a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**CUADRO N° 33** Medias para el número de hojas de los diferentes tratamientos a 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

Número de hojas	B 0			B 1			B 2		
	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
	0.76	2.36	2.31	2.53	2.67	2.62	2.69	2.80	2.67

**GRÁFICA N° 24** Número de hojas de los tratamientos a los 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**Figura N° 4;** Estacas de mora con raíz que no desarrollaron sus brotes a los 60 DDI de los tratamientos T6 y T9.



Fuente: propia del autor Montufar, J.

#### 4.5 EFECTO DEL ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB) EN EL PORCENTAJE DE ESTACAS DE MORA ENRAIZADAS.

Los resultados encontrados y la ficha de datos para el porcentaje de estacas enraizadas, se presentan en el Anexo I - 10 y 20.

El Cuadro N° 30 nos presenta el ANVA, con un nivel de significancia del 5% , para el porcentaje de estacas enraizadas.

**CUADRO N° 34** Análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SIGNIFICACIÓN
AIB	2	8635.518	4317.759	119.207	3.555	*
ANA	2	645.419	322.709	8.910	3.555	*
AIB * ANA	4	1616.527	404.132	11.158	2.928	*
Error	18	651.970	36.221			
Total	26	11549.434				

C.V. 7.57%

El ANVA, nos indica que existen diferencias significativas para la interacción (AIB x ANA), por lo que se procede con el análisis de los efectos simples mediante la prueba F.

**CUADRO N° 35** Análisis de varianza de los efectos simples del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	SG
N en B0	2	2162.963	1081.481	29.858	3.56	*
N en B1	2	88.889	44.444	1.227	3.56	NS
N en B2	2	9.877	4.938	0.136	3.56	NS
B en N0	2	6943.210	3471.605	95.846	3.56	*
B en N1	2	2409.877	1204.938	33.267	3.56	*
B en N2	2	898.765	449.383	12.407	3.56	*
Error	18	651.970	36.221			

El ANVA de los efectos simples indica que hay diferencias significativas solo en las interacciones de N en B0, y para el efecto de B en N se da significancia en todas las interacciones.

En el Cuadro N° 32 se muestra los resultados de la Prueba de Tuckey para los efectos simples y tratamientos.

**CUADRO N° 36** Prueba de Tuckey del porcentaje de enraizamiento de estacas, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

**i. Efectos simples**

N en B			
B	N	MEDIAS %	
B 0	N 2	73.33	a
	N 1	57.78	b
	N 0	35.55	c
B 1	N 0	86.67	a
	N 2	86.66	a
	N 1	80.00	a
B 2	N 0	100.00	a
	N 2	97.78	a
	N 1	97.78	a

B en N			
N	B	MEDIAS %	
N 0	B 2	100.00	a
	B 1	86.67	a
	B 0	35.55	b
N 1	B 2	97.78	a
	B 1	80.00	b
	B 0	57.78	c
N 2	B 2	97.78	a
	B 1	86.66	a b
	B 0	73.33	b

**ii. Tratamientos**

B	N	TRATAMIENTOS	MEDIAS %	
B 2	N 0	T 7	100.00	a
B 2	N 1	T 8	97.78	a
B 2	N 2	T 9	97.78	a
B 1	N 2	T 6	86.67	a b
B 1	N 0	T 4	86.66	a b
B 1	N 1	T 5	80.00	b
B 0	N 2	T 3	73.33	b c
B 0	N 1	T 2	57.78	c
B 0	N 0	T 1	35.55	d

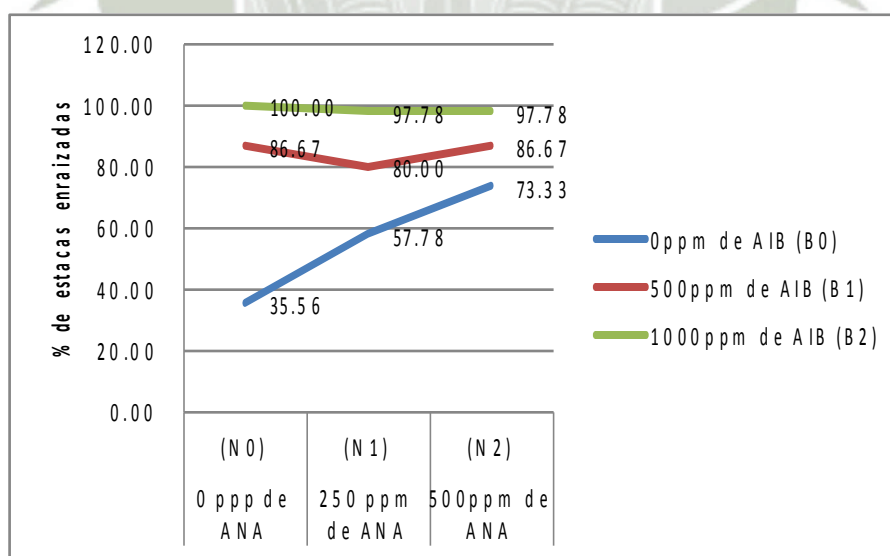
Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tuckey  $\alpha = 0.05$

En el caso de efectos simples de N en B, se presenta diferencias significativas solo en la interacción con la concentración B0, donde N2 es estadísticamente superior a N1 y N0, y a su vez N1 es estadísticamente superior que N0.

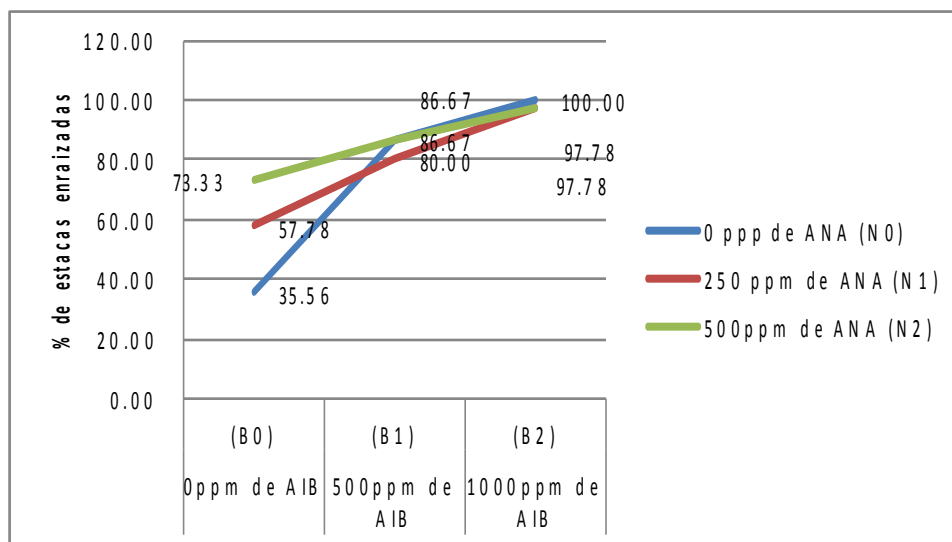
Para los efectos simples de B en N, se presenta diferencias significativas en todas las interacciones, siendo las concentraciones B2 y B1 estadísticamente similares y superiores a B0 en las interacciones con N0 y N2. Y para N1 la concentración B2 es estadísticamente superior a B1 y B0, y a su vez, B1 es superior a B0.

Para los tratamientos, los tratamientos T9 (1000ppm de AIB \* 500 ppm de ANA), T8 (1000ppm de AIB \* 250ppm de ANA), T7 (1000ppm de AIB \* 0ppm de ANA), T6 (500ppm de AIB \* 500ppm de ANA) y T4 (500ppm de AIB \* 0ppm de ANA) son estadísticamente mejores y similares, donde el T7 presenta el mejor promedio con 100% de estacas prendidas.

**GRÁFICA N° 25** Interacciones N en B del porcentaje de enraizamiento, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



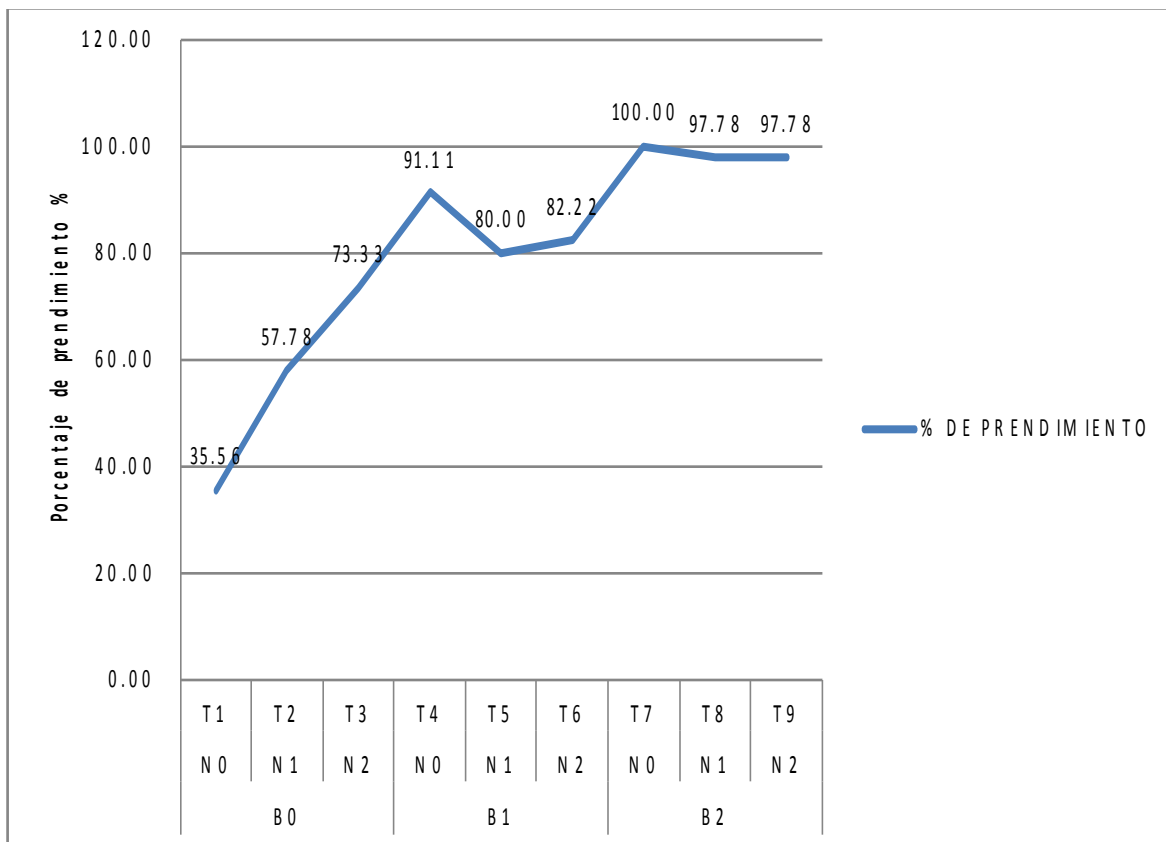
**GRÁFICA N° 26** Interacciones B en N del porcentaje de enraizamiento, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.



**CUADRO N° 37** Medias para el porcentaje de estacas con raíz de los diferentes tratamientos a 60 DDI, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.

	B 0			B 1			B 2		
	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2	N 0	N 1	N 2
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
% DE PRENDIMIENTO	35.56	57.78	73.33	91.11	80.00	82.22	100.00	97.78	97.78

**GRÁFICA N° 27** Porcentaje de enraizamiento de los tratamientos, para el estudio de Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012.





## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 PORCENTAJE DE ESTACAS CON CALLO .

En los resultados a los 30 DDI, En el Cuadro N° 05 se observa que el Ácido naftalenacético (ANA), en sus concentración 250 ppm de ANA (N1) y 500 ppm de ANA (N2), alcanzan valores entre 100 y 93% , en todas sus interacciones con el factor Acido indolbutírico (AIB) siendo el mejor a concentraciones de N2. Para los efectos (AIB) en el Factor N (ANA), solo se manifiesta una interacción cuando interactúa en la concentración de 0 ppm de ANA, con un valor de 80 % de estacas con callo, para las concentraciones de 500 ppm y 1000 ppm de AIB (B1 y B2 respectivamente). En contraste, el testigo 0 ppm de AIB \* 0 ppm de ANA (B0\*N0) presenta un 20% de estacas con callo.

Para los resultados a los 45 DDI. Cuadro N° 08 se observa que las interacciones donde actúa solo una Auxina B0 en N y N0 en B, representando su capacidad individual para formar callos, con valores entre 80% y 93.3% , siendo solo igualado y superado este porcentaje cuando interactúan ambos (B1\*N1, B1\*N2, B2\*N1, B2\*N2), con valores que se encuentra entre 93% y 100% . Para este punto el testigo (N0\*B0) solo alcanza a un 26.7% de estacas con callo, estas diferencias se reflejan en las Gráficas N° 05 y 06, en la que se pone en manifiesto que los efectos de AIB en ANA y viceversa son similares.

En la evaluación de los 60 DDI, Cuadro N°11, nos muestra las interacciones B2\*N0 y B2\*N1 presentan un 100% de estacas con callo, seguido por las interacciones (B0\*N1, B0N2, B1\*N1, B1\*N2, B2\*N2), con valores entre 91.11% y 97.78, que son estadísticamente igual y superiores al testigo que solo alcanzo un 42.22% .

CATIE (2003), indican que: “las auxinas son ampliamente usadas en micro propagación, porque promueve el crecimiento del callo”. Por ello se concluye que todos los tratamientos con presencia de al menos una auxina para están investigación, incrementa drásticamente el porcentaje de estacas con callo a comparación del testigo.

Por los resultados se puede decir que el ANA presenta un efecto más rápido que el AIB en la formación de callo a los 30 DDI; pero a partir de los 45 DDI el AIB homogeniza el porcentaje de callos en las estacas con el ANA.

Un fenómeno observado en las evaluaciones de 45 y 60 DDI, los tratamientos con presencia de ANA en su concentración de 500 ppm, siendo mayor el efecto en los tratamientos que solo fueron tratadas con ANA sin ninguna presencia de AIB, se observa un alto porcentaje de callos lignificados, como se muestra en la Figura N° 01 (3, 4, 5, y 6 callos a los 45 y 60 DDI), en ella se muestra los callos lignificados, y primordios de raíces atrofiado del tratamiento T3 (0 ppm de AIB + 500 ppm de ANA) todo indica que la Auxina ANA a 500 ppm, genera un tipo de inhibición y lignificación de los primordios de raíces, reteniéndolo en la fase de Desdiferenciación e Inducción. Siendo mayor la lignificación a los 60 DDI, este fenómeno se manifiesta también en los tratamientos que presenta ANA a 250 ppm pero a un menor grado.

**Salisbury y Ross 2000.** Indican que a la Auxina ANA no la destruye la IAA oxidasa ni otras enzimas, por lo que persiste más tiempo. Tal vez este sea el motivo por lo que, los tratamientos que presenta ANA a los 60 DDI, tengan callos lignificados y primordios atrofiados, manifestando así la persistencia de la auxina ANA, ejerciendo un efecto negativo en altas concentraciones. Este puede ser el motivo por lo que aun a los 60 DDI, se manifieste los efectos contraproducentes del ANA.

Entonces, ¿Por qué la aplicación de AIB que presenta mayores concentraciones (500 ppm y 1000 ppm) no generan los mismos efectos mostrados por el ANA? ¿En qué momento actúa la Auxina? Según **Trigiano y Beyl 2008**, manifiesta que actúa en la fase de desdiferenciación y más específicamente en el estado de competencia donde las células desdiferenciadas están capacitadas para responder a un estímulo organogénico (para nuestro caso Fitohormonal), luego pasa a la inducción donde las células ya se encuentran determinados (primordios de raíces), en esta última fase la necesidad de Auxinas es mínima o innecesaria, probablemente coincidiendo con la degradación de AIB por la enzima AIB-aspartato.

Hartmann y Kester 1994, manifiesta que el AIB es probablemente el mejor material para uso general, debido a que no es tóxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento en un gran número de especies de plantas. Entonces el AIB no genera las mismas respuestas que el ANA porque, se degrada fácilmente y persiste en muy pequeñas cantidades, no persistiendo en altas concentraciones como en ANA, y a su vez no es tóxica en una amplia gama de concentraciones.

Por lo que se puede decir para el ANA en sus concentraciones de 250 ppm y 500 ppm, se manifiesta un fenómeno de inhibición de primordios y lignificación de callos hasta los 60 DDI, a su vez en esta última evaluación los resultados obtenidos son indiferentes, al tipo de auxina usada, concentración y combinación alguna entre ellas, se obtiene un porcentaje de estacas con presencia de callo mayor al 90% siempre y cuando se haya tratado con al menos una auxina. Manteniendo el efecto contraproducente del ANA en el desarrollo del primordios radicular.

Así mismo, una evaluación que se debió considerar en esta investigación es la de “densidad de callo” pudiendo aportar a la mejor comprensión de los resultados, la cual no se consideró necesaria en la formulación de la investigación, siendo una decisión errónea, al existir en el transcurso de la evaluación, algunas diferencias en cuanto en este punto.

## 5.2 NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA

En evaluación a los 30, si observamos el Cuadro N° 14, el efectos de las auxinas actuando individualmente (B0 en N y N0 en B), efecto individual de AIB y ANA son muy similares con un promedio de primordios de raíces de 2.33 para B0 en N2 y N0 en B2, 2.2 para N1 en B0 y 0.93 para B1 en N0, siendo ligeramente superior el ANA en la formación de primordios de raíces a los 30ddi, en el mismo cuadro hay que destacar que los efectos de las concentraciones del ANA (250 ppm y 500 ppm) en el Factor B (AIB) son siempre estadísticamente similares (Gráfica N° 10), interactuando en cualesquiera de las concentraciones de AIB, no siendo así en el AIB, que a medida que se incrementa la concentración de 500 ppm a 1000 ppm, se incrementa el promedio de primordios de raíz, indiferentemente a las concentraciones de ANA (Gráfica N° 11), lo que pone en manifiesto que el ANA en cualquiera de sus concentraciones usadas en esta investigación, siempre se

obtendrá un similar promedio de primordios de raíces, solo incrementando este promedio cuando interactúa con alguna de las concentraciones de AIB.

En los resultados a los 45 DDI, en la prueba de Tuckey para los efectos simples (Cuadro N° 17), las interacciones del factor N en la concentración B0 presentan valores entre 2,93 y 3,6 primordios de raíces y para el factor B en concentración de N0 presenta valores entre 2.6 y 3.8 que son los efectos individuales o principales de cada Auxina muy similares, el factor B (AIB) interactuando con las concentraciones de N1 y N2 (250 ppm y 500 ppm de ANA), expresa un efecto aditivo en la interacción, donde se incrementa de 3.8 raíces (B2 y N0) a más de 4.6 raíces (B2 y N2) (la cual se observa mejor en el Gráfico N° 13); siendo la excepción al observar la interacción del efecto del factor N (ANA) en las concentraciones B1 y B2 (500 ppm y 1000 ppm de AIB) (Gráfica N° 12), donde el efecto de la concentración de ANA (N1) es superior a la concentración de ANA a (N2) cuando interactúa en cualquiera de las concentraciones de AIB. Para este punto el testigo presenta un promedio de 0.27 raíces, y el mejor tratamiento (B2 y N1) presenta un promedio de 5.47 raíces.

A los 60 DDI, de los resultados obtenidos en la última evaluación de esta parte de la investigación, uno de los más resaltante es la superioridad estadística mostrada por el tratamientos T8 (1000 ppm de AIB + 250 ppm de ANA) con un promedio de 22.38 raíces por estaca que se muestra en la prueba Tuckey para los 60 DDI (Cuadro N° 20) superando en 4.63 raíces por estaca al tratamiento más próximo T9 (1000 ppm de AIB y 500 ppm de ANA), siendo un valor muy alto considerando el tiempo y número de raíces totales generados por estaca en general, lo expuesto se puede visualizar en la Gráfica N° 16..En la prueba de Tuckey para los efectos simples (Cuadro N° 20) que el AIB incrementa el número de raíces de 11.64 hasta un máximo de 22.38 raíces por estaca, a medida que se incrementa la concentración de 500 ppm a 1000 ppm indiferentemente a la concentraciones de ANA (Gráfica N° 13). Lo que no sucede con los efectos simples del ANA, según el ANVA de los efectos simples (Cuadro N° 19) los efectos del factor N en B (AIB) es casi nulo e insignificante, pero, si lo vemos en la prueba de Tuckey para los efectos simples (Cuadro N° 20) se ve claramente que existe una superioridad de N1 sobre N2, en cuanto al número de raíces bien formadas de las estacas tratadas con ANA,

indiferente a las concentraciones de AIB, este fenómeno se observa mejor en la Gráfica N° 14. Siendo el mejor tratamiento T8 (B2 y N1) con un promedio de 22.38 raíces y el testigo T1 con un promedio de 0.91 raíces-

**Rojas y Ramírez 1993**, mencionan que a menudo las mezclas de sustancias estimuladoras del enraizamiento son más efectivas que cualquiera de sus componentes aislados. Cuando en cierto número de especies muy diferentes se usó una mezcla de partes iguales de ácido indolbutírico (AIB) y de ácido naftalenacético (ANA), se encontró que inducía un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas y la producción de más raíces por estacas que cada material por separado.

**Hartmann y Kester 1994**, indica que hay un punto que se torna descendente, que en nuestro caso particular es a 500 ppm de ANA, mostrándose claramente tal acontecimiento en la Gráfica N° 12.

**Hartmann y Kester 1994**, señalan que a mayor concentración existe un mayor incremento favorable del efecto Auxínico.

Por lo que se concluye, y respaldado por las coincidencias en el comportamiento mostrado de ANA a 500 ppm en las evaluaciones a los 30, 45 y 60 DDI, que a la concentración de 500 ppm de ANA produce un efecto contraproducente en la formación de raíces, ya sea individualmente o interactuando con el AIB, tiene un efecto contraproducente.

¿Qué reacciones ó respuestas fisiológicas desata el ANA a 500 ppm, y en qué momento lo hace para producir tal efecto? Si recapitulamos lo dicho en la discusión de porcentaje de callo, este comportamiento del ANA, coincide con el efecto de la lignificación e inhibición de los primordios de raíces por parte del ANA a 500 ppm, se podría decir que, está relacionado con el efecto contraproducente de formación de raíces. Si observamos los resultados a los 30 ddi de número de raíces, la capacidad individual de formación de primordios de raíces de AIB y ANA son muy semejantes en sus diferentes interacciones (Cuadro N° 14), esto quiere decir que el AIB y ANA actúan de la misma forma a los 30 DDI.

**Hartmann y Kester 1994**, señalan que las primeras células iniciadoras de la raíz, depende de la auxina; entonces se puede asumir que el punto de partida para la formación de los primordios radículas en las estacas de mora, está en el final de la Fase de desdiferenciación, donde el callo de la estaca de mora adquiere el estado de competencia, y está capacitado a

responder a un estímulo organogénico (en nuestro caso hormonal). Tal afirmación se muestra en las fotografías N° 28, 29 y 30 del Anexo II donde las células parenquimáticas están en la fase de desdiferenciación de los tratamientos T3, T7 y T9. Es en este momento donde la inducción y determinación de los primordios de raíces se inicia, citando lo dicho por **Trigiano y Gray 2000**. La iniciación de las raíces laterales y adventicias es iniciada por elevados niveles de auxinas, es decir, tanto para la fase de desdiferenciación como de inducción, el nivel de fitoreguladores juega un rol muy importante. Por ello se determina que, a los 30 DDI la concentración de ANA a 500ppm no produce ningún efecto contraproducente en la formación de los primordios de raíces, más aun, estimula la formación de primordios de raíces como se muestran en las Figura 01(imágenes 1 y 2), Figura 02 (imágenes 1 y 3) y las Fotografías del ANEXO II- 11, donde se observa la formación de los primordios de raíces a los 30 DDI de los tratamientos T3, y T9.

Concluyendo que el efecto contraproducente no se da en la formación de primordios de raíces, quedando claro que las estacas tratadas con ANA a 500 ppm, presentan efectos de la Auxina que estimulan la formación de primordios de raíces, a los 30 DDI.

Si a los 30 DDI, hay una formación de primordios radículas muy semejante entre los tratamientos con Auxinas, esto nos lleva a decir que el número de raíces a los 45 DDI y 60 DDI sería similar entre los diferentes tratamientos con Auxinas, lo cual no sucede. Si observamos la Figura N°01, imágenes 3,4,5 y 6, para el tratamiento T3 a los 45 DDI y 60 DDI (AIB 0 ppm mas ANA a 500 ppm) hay primordios de raíces totalmente lignificados, por lo que podríamos afirmar, que hay un efecto inhibitorio por parte del ANA a 500ppm en la fase III, (Diferenciación), en esta fase es donde se produce la elongación de las células en la parte basal del meristemoide desarrollado, por lo que el efecto inhibitorio se da en la emergencia del primordio de raíz por parte del ANA a 500 ppm.

Parece que la inhibición del brotamiento del primordio de raíz no es el único efecto por parte del ANA a 500ppm, si observamos la figura N° 02(imágenes 4 y 5 a los 45 DDI; 6 y 7 a los DDI) se tienen las raíces formadas de los tratamientos T7(1000 ppm de AIB mas 0ppm de ANA) (Imagen 4 y 6)y T3 (0ppm de AIB mas 500ppm de ANA) (imagen 5 y 7), se observa un patrón en la forma de las raíces, en la que el tratamiento T7 (AIB a 1000ppm mas 0 ppm de ANA) tiene las raíces bien definidas, fibrosas y largas, este fenómeno también se repite en el tratamiento T4 (500ppm de AIB mas 0ppm de ANA) como se

muestra en las Fotografía del ANEXO II - 16, estos resultados coincide con lo dicho sobre el tipo de raíz que se desarrolla por el AIB por **Weaver 1976**, que el AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas; no siendo así para el ANA, que tiene una formación de raicillas exuberante (imagen 5 y 7) para el tratamiento T3 (0 ppm de AIB más 500 ppm ANA), es por este tipo de raíces que también aporta al bajo promedio de número de raíces en los resultados, porque no se les consideró, al no cumplir con las características de una raíz bien definida. Este fenómeno también se observa en la interacción de los factores, B x N, donde los tratamientos con presencia ANA ya sea 250ppm ó 500ppm tiene una cabellera de raicillas abundante, y en medio de ellas las raíces bien definidas probablemente generadas por la concentración de AIB, como se muestran en las Fotografías de los diferentes tratamientos ANEXO II. Los resultados hasta este punto de la evaluación, no permiten tener pruebas suficientes para poder afirmar algunas conclusiones sobre este fenómeno, siendo este que, existe un efecto del ANA en las concentraciones de 250 ppm y 500 ppm en la formación de raíces atrofiadas y raicillas abundantes, observadas en las estacas tratadas con ANA y también interactuando con el AIB, donde se observa una mezcla de raíces bien definidas y abundante raicillas, las cuales, les da una característica muy particular y para los fines agronómicos, de muy buenos, ya que el tratamiento T8 que es el que presenta mayor número de raíces bien definidas y así como también presenta una abundante cantidad de raicillas, como se muestra en la Fotografía del ANEXO II - 15.

Hay que mencionar también que los resultados obtenidos para esta evaluación resalta que hay un incremento considerable del número de raíces después de los 45 DDI, este evento se puede observar en la Gráfica N° 14, donde la línea azul (Número de raíces a los 30 DDI) y la línea roja (Número de raíces a los 45 DDI) no hay un incremento significativo entre los dos en cuanto a número de raíces, no siendo así para la línea verde (Número de raíces a los 60 DDI) que presenta en su punto más alto al tratamiento T8, con una diferencia de promedio de raíces al mismo T8, pero a los 45ddi de 16.91 raíces, siendo similar para los demás tratamientos pero en menor magnitud, a acepción del testigo que permanece casi igual en todas las diferentes fechas de evaluaciones, esto nos indica que a partir de los 45ddi, se da la mayor actividad en la formación de raíces, para todos los tratamientos que fueron tratadas al menos con una Auxina, siendo mejor el tratamiento T8 (1000 ppm de AIB más 250 ppm de ANA).

En esta evaluación de número de raíces por estaca, nos vimos limitados por los resultados, estos solo representan la cantidad de un solo tipo de raíces, fibrosas y bien definidas.

A todo lo expuesto se puede reducir en que, el ANA a 500 ppm, tiene un efecto inhibitorio en el brotamiento de los primordios de raíces, y por ello reduce la cantidad de raíces fibrosas y bien definidas en las estacas de mora, ya sea individualmente o interactuando con el AIB, este último, AIB, genera raíces típicas de la misma, fibrosas y bien definidas, siendo el incremento de número de raíces directamente proporcional al incremento de la concentración de AIB de 500 ppm a 1000 ppm. En la interacción de AIB por ANA (B x N) hay un efecto aditivo, en todas las concentraciones de AIB interactuando solo con el ANA a 250 ppm. Y también el ANA presenta un tipo de raíz atrofiada y abundante en formar de raicillas, y al combinar estas dos cualidades, se obtiene un tipo de raíz muy bueno desde el punto de vista agronómico, siendo el tratamiento T8 el que mejor lo expresa, en el número de raíces, grosor de raíces y cantidad de pelos radiculares.

### 5.3 LONGITUD DE RAÍZ

Para la evaluación a los 45 DDI, en el Cuadro N° 23, se observa que la concentración B2, interactuando con el factor N (N0, N1 y N2), presenta una longitud de raíz entre 1.48 a 1.58 cm, siendo estadísticamente iguales, seguido por la concentración B1 interactuando con el factor N, con medidas entre 1.04 y 1.22 cm, que son estadísticamente iguales. La máxima longitud de raíz en la interacción de B2 y N0, con una longitud de raíz de 1.58 cm, superando en 1.38 cm al testigo que solo desarrollo hasta la fecha un promedio de longitud de raíz de 0.2 cm.

Al observar el ANVA para la longitud de raíz a los 60 DDI, los tratamientos con las mejores medias en longitud de raíz son los que presentan AIB a 1000 ppm, indiferente a las concentraciones de ANA. T7, T8 y T9 son las mejores (Cuadro N° 26 y Gráfica N° 21). Con el promedio más alto en el tratamiento T7 (1000 ppm de AIB mas 0 ppm de ANA) de 6.03 cm, superando en 5.4 cm al testigo. En el caso para el ANA presenta otro tipo de comportamiento, si vemos la prueba de Tuckey para los efectos simples de la longitud de raíz a los 60 ddi (Cuadro N° 26) el efecto individual del Factor N en la concentración 0 ppm

de AIB, nos presenta que N1 (250 ppm de ANA) y N2 (500 ppm de ANA) son estadísticamente similares, y superiores a N0 (0 ppm de ANA) (Gráfica N° 19), esto nos muestra que el ANA tiene un débil efecto positivo en cuanto a la elongación de raíces pero superior al testigo.

Si observamos el orden en el que se dio los tratamientos en la prueba de Tuckey a los 60 DDI (Cuadro N° 26 y Gráfica N° 21 línea roja) se notará un patrón de ordenamiento de las concentraciones a favor de AIB y en contra de ANA, donde el factor B2 (1000 ppm de AIB) es mejor cuando interactúa con el factor N0 (0 ppm de ANA), luego N1 (250 ppm de ANA) y por último N2 (500 ppm de ANA), ocurriendo lo mismo en el factor B1 (500 ppm de AIB) que presenta una mejor media con N0, luego N1 y al final N2.

**Wightman et al. (1991)**, señala que hay una diferencia importante en los efectos de auxinas exógenas sobre la elongación de la raíz, que producen fenómenos de inhibición y en la iniciación y temprano desarrollo de la raíz, donde se observa procesos de estimulación. Está claro que el AIB y ANA cuando actúan individualmente no producen un efecto inhibitorio pero, ya que los dos promueven la elongación de las raíces en diferentes grados cuando se le compara con el testigo, ahora cuando se suma los dos efectos de AIB más ANA en cualquiera de sus concentraciones parece ser que hay un efecto inhibitorio y también tóxico, y por lo tanto reduciendo el promedio de longitud radicular, siendo más intenso en N2 que N1 (Gráficas N° 19 y 20).

Está claro el efecto positivo del AIB (Gráfica N° 20), pero el ANA presenta otro tipo de comportamiento, si vemos la prueba de Tuckey para los efectos simples de la longitud de raíz a los 60 ddi (Cuadro N° 26) el efecto individual del Factor N en la concentración 0 ppm de AIB, nos presenta que N1 (250 ppm de ANA) y N2 (500 ppm de ANA) son estadísticamente similares, y superiores a N0 (0 ppm de ANA) (Gráfica N° 19), esto nos muestra que el ANA tiene un débil efecto positivo en cuanto a la elongación de raíces pero superior al testigo, esta misma tendencia concuerda con los resultados obtenidos para el efecto individual de ANA a los 45 ddi (Cuadro N° 23) afirmando más que el ANA promueve la elongación de raíces, pero muy significativamente menor que el AIB. Ahora si nos evocamos a analizar los efectos simples de N en B (Cuadro N° 26), el comportamiento de ANA es diferente, cuando interactúa con el AIB en sus concentraciones

de 500 ppm y 1000 ppm, donde N0 (0 ppm de ANA) presenta una superioridad estadística a N1 y N2 (250 ppm y 500 ppm de ANA respectivamente) (Gráfica N° 19), esto nos pone en manifiesto que el ANA tiene un efecto desfavorable cuando interactúa con el AIB, lo que nos plantea la pregunta ¿Por qué se da este comportamiento del ANA?

Si observamos bien el orden en el que se dio los tratamientos en la prueba de Tuckey a los 60ddi (Cuadro N° 26 y Gráfica N° 21 línea roja) se notará un patrón de ordenamiento de las concentraciones a favor de AIB y en contra de ANA, donde el factor B2 (1000 ppm de AIB) es mejor cuando interactúa con el factor N0 (0 ppm de ANA), luego N1 (250 ppm de ANA) y por último N2 (500 ppm de ANA), ocurriendo lo mismo en el factor B1 (500 ppm de AIB) que presenta una mejor media con N0, luego N1 y al final N2. Por lo que se puede afirmar que, el ANA a 500 ppm presenta un mayor efecto inhibitorio que el de 250 ppm, solo cuando interactúan con las concentraciones de AIB (500 ppm ó 1000 ppm). Para afianzar lo dicho, se cita lo dicho por **Wightman et al. (1991)**, indica que una diferencia importante en los efectos de auxinas exógenas sobre la elongación de la raíz, que producen fenómenos de inhibición y en la iniciación y temprano desarrollo de la raíz, donde se observa procesos de estimulación

**Salisbury y Ross (2000)**, mencionan que: el AIB es activo pese a que se metaboliza con rapidez a AIB - aspartato, sugiriendo que este conjugado almacena el AIB liberándolo después gradualmente para mantener la concentración de esta hormona en un nivel adecuado para iniciar la formación de la raíz; por ello se podría afirmar que AIB pueda que aun esté presente en las estacas de mora a los 60 DDI, a niveles muy bajos que promueve la elongación de raíces. Pero al interactuar, con el ANA esta concentración baja existente de AIB interactúa con la concentración de ANA persistente en las estacas de moras de forma aditiva, manifestando el efecto inhibitorio y tóxico que tiene el ANA a 500 ppm y 250 ppm. Esta sería la explicación más lógica, pero aún no se puede concluir que verdaderamente este sea el motivo, por lo que analizaremos desde otra vía este fenómeno.

Si observamos la Figura N° 02 (imágenes 1, 2, y 3) se tiene primordios de raíces típicos de los tratamientos T3, T7 y T9, estas imágenes corresponden a los 30 DDI, para T3 (0 ppm de AIB más 500 ppm de ANA) se conserva un elevado número de primordios de raíces, lo cual concuerda con lo dicho en la discusión de número de raíces, donde a los 30 DDI, que el ANA generaba levemente mayor número de primordios radicales que en el AIB, para

T7(1000 ppm de AIB mas 0 ppm de ANA) se observa un primordio de raíz, en plena elongación, que coincide con el tipo de efecto que genera el AIB y también con los resultados de la discusión de número de raíces, pocas raíces pero bien definidas, para T9 (1000 ppm de AIB mas 500 ppm de ANA) hay un elevado número de primordios radículas que están en plena elongación, mostrando la suma de las dos características individuales de AIB y ANA, hasta este punto, el desarrollo de los primordios de raíces incentivadas por la aplicación de Auxinas exógenas, se desarrolla según lo lógico, si citamos lo dicho por **Trigiano y Gray (2000)**, que la presencia de agentes que estimulan el enraizamiento (Auxina), es requerido hasta la aparición del meristem oide (Fase II), después de este punto, no es requerido para completar la producción de raíces adventicias, más aún, los niveles elevados de auxina en este punto parecen inhibir la elongación de la raíz. Lo que nos permite decir que, para nuestro caso, a los 30ddi, las concentraciones de las Auxinas para esta investigación no producen ningún tipo de inhibición más aun comportándose como promotor, por lo que se produjeron los resultados esperados. A partir de este punto recién se manifiesta el efecto inhibitorio y tóxico de las Auxinas en estudio. Si observamos las fotografías del ANEXO II - 12 Y 13, se observa que el desarrollo de las raíces es atrofiado y amorfa para el tratamiento T3 (0 ppm de AIB mas 500 ppm de ANA) a los 35 DDI, probablemente estas sean las raicillas que se discutió anteriormente. tal vez este tipo de elongación de raíz se deba a la persistencia de ANA en altas concentraciones causando un efecto toxico en las raíces que lograron desarrollarse, coincidiendo con lo dicho en la discusión de porcentaje callos y número de raíces que el ANA persiste en la estaca aun después de a ver incentivado la formación de los primordios de raíces(Fase II). Ahora al observar las Fotografías del ANEXO II - 12 Y 13, se muestran las raíces en plena elongación del tratamiento T7 (1000 ppm de AIB mas 0 ppm de ANA) a los 35 DDI, estas raíces se caracterizar por no presentar ramificación, y su crecimiento es muy rápido, coincidiendo con lo dicho anteriormente que el AIB es fácilmente metabolizada a AIB - aspartato, sugiriendo que este conjugado almacena el AIB liberándolo después gradualmente, para iniciar la formación de la raíz. Lo citado, nos da a pensar que: tal vez la liberación gradual se mantiene aun hasta la Fase III, que libera concentraciones tan bajas que incentiva la elongación de las raíces por parte del AIB. Y por último, si observamos las Fotografías del ANEXO II- 14, nos muestra las raíces generadas por el tratamiento T9

(1000 ppm de AIB mas 500 ppm de ANA) a los 35 DDI, se observa claramente que tienen una raíz principal y sus ramificación, asumiendo que hay una interacción de suma de características o cualidades por parte de las Auxinas AIB y ANA. Siendo así el caso, también se podría decir que el ANA aporta también sus cualidades inhibitorias y toxicas, ya que se ha concluido anteriormente que el ANA persiste a altas concentraciones en la estaca por no ser degradado fácilmente por las enzimas naturales. Por lo que se podría afirmar que: si a esas concentraciones de ANA se le suma las pequeñas cantidades que persisten de AIB, se tiene como resultado la combinación de las características de las raíces de cada Auxina (AIB y ANA) siendo mayor tal expresión en la concentración de 500ppm, para poder ver estos efectos ya sea individuales o en interacción del AIB y ANA se recomienda ver las fotografías del ANEXOS II de los distintos tratamientos y también las Fotografías del ANEXO II - 16, 17 Y 18, donde se muestran las raíces características formadas de los tratamientos T6, T4 y T4vsT3 a los 60 DDI. Lo que permite afianzar lo expuesto anteriormente, que el AIB está presente en las estacas de mora a los 45ddi y 60ddi, a niveles muy bajos que promueve la elongación de raíces y de tipo fibrosas y sin ramificación, así como también el ANA, también está presente, pero por su naturaleza sintética se mantiene en elevadas concentraciones a los 45 DDI y 60 DDI, generando las raíces atrofiadas (Por toxicidad) y abundante raicillas típicas, siendo cuando interactúan que se da un efecto contraproducente en cuanto a la longitud de raíz y aditiva en cuanto a la combinación de los tipos de raíces características de cada Auxina, provocadas por la concentración baja existente de AIB que promueve la elongación de raíz, mas la concentración de ANA persistente en las estacas de moras, manifestando el efecto inhibitorio y toxico que tiene en ANA a 500 y 250 ppm.

A todo esto, una observación mas que se podría resaltar de esta evaluación es que: a partir de los 45 DDI, se da la mayor actividad en cuanto a la elongación de raíces (Gráfica N° 19), coincidiendo con lo mostrado en la discusión de número de raíces, donde a partir de los 45 DDI se da la mayor actividad en formación de raíces. Por lo que se concluye que el momento de mayor actividad de las estacas para desarrollar las raíces es a partir de los 45 DDI.

Un problema que puedo alterar o disminuir la veracidad de los resultado para esta evaluación es que, en el momento de retirar las estacas del sustrato (piedra pómez) no se pudo evitar que algunas raíces se rompieran en las puntas, pudiendo variar los resultados, esto se pudo disminuir su efecto, al estimar la longitud faltante, mediante la comparación de grosor con algunas raíces que no presentaban pérdida alguna. Por lo que los resultados expresan verazmente el efecto de los factores en estudio y respaldado por el coeficiente de varianza mostrado en el ANVA de longitud de raíces a los 60ddi, de 2.29%, y para los 45 DDI de 9.86%, siendo mayor este último por el hecho de que el número de individuos estudiados por unidad experimental era de 5, y por esta misma razón el CV de ANVA a los 45 DDI es muy aceptable.

En resumen el AIB produce las raíces más largas, siendo el tratamiento T7 (1000 ppm de AIB mas 0 ppm de ANA) el mejor, disminuyendo el promedio de longitud de raíces a medida que se disminuye la concentración a 500 ppm de AIB, y también cuando interactúa con las concentraciones de ANA, siendo más intensa esta disminución en la concentración de 500 ppm de ANA. El ANA al parecer agudiza su efecto inhibitorio y tóxico al interactuar con el AIB, por lo que tiene una interacción contraproducente en cuanto a la longitud de raíz y también presenta una interacción aditiva, al combinar las raíces características que genera cada Auxina, siendo para AIB, fibrosas y bien formadas, sin ramificaciones, y para ANA predominantemente delgadas, atrofiadas y abundantes raicillas, que cuando interactúan se manifiesta las dos cualidades, siendo la descripción más próxima a este tipo de raíz, raíces bien formadas y fibrosas con abundante pelo radicular.

#### 5.4 NUMERO DE HOJAS

Si observamos el ANVA para los efectos simples del número de hojas (Cuadro N° 28) solo se presenta diferencias significativas en las interacciones de N en B0 (0ppm de AIB) y B en N0 (0 ppm de ANA), considerándolos efectos individuales ó principales de AIB y ANA. En la prueba de Tuckey para los tratamientos (Cuadro N° 29) se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos que tienen al menos una Auxina en cualesquiera de su concentraciones con promedios entre 2.31 a 2.80 hojas por estaca

siendo el mejor el tratamiento T8, y superiores al testigo T1 que presenta un promedio de hojas por estaca de 0.75, por lo que se podría afirmar que la aplicación de una ó las dos Auxinas en sus diferente concentraciones utilizadas en esta investigación, incrementa indirectamente el número de hojas, en la Gráfica N° 24, se observa mejor lo expuesto.

Otro resultado que se podría resaltar, al observamos la prueba de Tuckey para los efectos simples (Cuadro N° 29) N en B, que la interacción con N1, siempre presenta el mejor promedio de hojas, superior a N2, lo que coincide con lo mencionado anteriormente que la concentración N2 (500 ppm de ANA) presenta un efecto contraproducente, en este caso en particular en el número de hojas por estaca, esta tendencia se puede observar en la Gráfica N° 20, no siendo así para la interacción B en N, en la que el factor B2 (1000 ppm de AIB) presenta siempre el mejor promedio de hojas, el todas las interacciones, lo que nos indica que hay un efecto proporcional en cuanto el número de hojas y concentración de AIB en la solución enraizante (Cuadro N° 36), por lo que se podría suponer que, el AIB promueve indirectamente el incremento del promedio de número de hojas, a medida que se incrementa la concentración de AIB en la solución enraizante, no siendo así para en ANA, en la que la mejor concentración es N1 (250 ppm de ANA) donde se obtiene los mejores promedios de hojas por estaca ya sea interactuando individualmente o interactuando con el AIB, y a la concentración N2 (500 ppm de ANA) resulta contraproducente, pudiendo ser algún efecto inhibitorio en la emergencia de yemas. Hay que recalcar que no se puede asumir este punto como algo definitivo, por el mismo motivo que los resultados están dirigidos al número de hojas, y como lo mencionamos al inicio de esta evaluación, es un efecto indirecto, por lo que requiere una mayor investigación.

En el proceso de evaluación de número de hojas, se observo cuatro estacas con raíz pero sin ninguna hoja desarrollada y con algunos brotes recién desarrollándose a los 60 DDI, como se muestra en la Figuras N° 04, las estacas T9, T3, T6 y T8 (el orden está basado en la forma que se dispuso las estacas sin ningún criterio de orden en el momento que se tomo la imagen, de arriba hacia abajo) en la que no se puede determinar alguna lógica, o explicación posible, y dejándonos una interrogante ¿Por qué se da este fenómeno?, pudiendo ser una cualidad de la estaca, algún estado fisiológico en particular de la estaca, si es por efecto de las Auxinas, pudiendo ser materia de futuras investigaciones.

En resumen la aplicación de una Auxina o las dos al mismo tiempo, en las concentraciones consideradas en esta investigación, promueve indirectamente el incremento del promedio de hojas por estaca, siendo mejor los tratamientos que presentan la Auxina AIB y ANA a 1000 ppm, y 250 ppm respectivamente, ya sea actuando individualmente o interactuando. Por último la concentración de ANA a 500 ppm genera un efecto contraproducente en el número de hojas por estaca de mora, siendo todo lo mencionado sujeto a futuras investigaciones, en la que se pueda esclarecer con evaluaciones más específicas tales acontecimientos.

El criterio de tomar solo el número de hojas como una evaluación fue equivocada, al no ser un efecto directo de las Auxinas, por lo que se recomienda para las futuras investigaciones considerar el número de yemas, longitud de yemas y el tiempo de brotamiento de las yemas como parte de las evaluaciones en las que se desea determinar el efecto de alguna Auxina en investigaciones a fines.

## 5.5 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

Desde el descubrimiento de las Auxinas, su uso en la propagación vegetativa es obligatorio para incrementar el porcentaje de éxito en la propagación, por el mismo hecho que tiene un valor real en

En la prueba de Tuckey para los tratamientos Cuadro N° 32 y Gráfica N° 27, donde los tratamientos con presencia de AIB a 1000 ppm (B2) ó 500 ppm (B1) presentan los mejores porcentajes de prendimientos superiores a 86.65% y son estadísticamente similares en combinación o no con el ANA, siendo el mejor el tratamiento T7 (1000 ppm de AIB mas 0 ppm de ANA) con un 100% de estacas prendidas.

Tal vez por este motivo los antecedentes para esta investigación en su gran mayoría utilizaron solo AIB como la Auxina enraizante, como **Castro y Gaviria (1995)**, que consiguieron un porcentaje de prendimiento de 100% con la aplicación de AIB a 1 a 3 mg/lt. **Cabello (2006)**, concluyo que al 1% de AIB se obtiene un 70% de plántulas en dos meses.

**Mebus (1995)**, afirma que con 0.4% de ácido indolbutírico obtuvo el mejor promedio de estacas de *Rubus* prendidas de 94% en un lapso de tres meses a campo abierto, así como también **Weaver (1976)**, menciona que, el AIB se utiliza para causar la formación de raíces aun más a menudo que el ANA o cualquier otra auxina. Concluyendo de esta manera que el AIB presenta un mejor desempeño en el porcentaje de prendimiento que en ANA.

Al observar el ANVA de los efectos simples (Cuadro N° 31) para AIB en ANA (B en N), se tiene que hay diferencias significativas para los tres casos de B en N, siendo mayor en la interacción de B en N0, si observamos la prueba de Tuckey para los efectos de B en N (Cuadro N°32) se observa que la concentración de AIB a 1000 ppm se obtiene un 100% de estacas prendidas y a 500 ppm se obtiene un 86.66%, si se le compara con el testigo (0ppm de AIB + 0 ppm de ANA) que presenta un porcentaje de prendimiento 35.55% el incremento es muy considerable. Estos resultados manifiesta el efecto principal o individual del AIB ya que interactúa con la concentración de 0ppm de ANA por lo que se concluye que le AIB tiene una eficiencia del 86%, incrementando este porcentaje de prendimiento al 100% cuando se incrementa la concentración de 500 ppm a 1000 ppm de AIB. Esta misma tendencia se observa también cuando interactúa con el ANA en sus concentraciones de 250ppm y 500 ppm (N1 y N2) donde B2 (1000 ppm de AIB) presenta siempre el mejor porcentaje de prendimiento con un valor de 97.78% para ambos casos, seguido por B1 (500 ppm de AIB) con un valor de 80% en N1 y 86.67% en N2, por lo que se reafirma la conclusión que a medida que se incrementa la concentración de AIB se incrementa el porcentaje de prendimiento indiferente a la presencia de ANA, tal acontecimiento se visualiza mejor en la Gráfica N° 24. Pero, hay que resaltar que se observa un cierto efecto negativo cuando interactúa con el ANA, donde el porcentaje de prendimiento de B2 en N1 y N2 es menor al porcentaje de B2 actuando solo (97.78% para B2 en N1 y N2 a comparación del 100% para B2 en N0), así como también para B1 en N1 (80% para B1 en N1 a comparación del 86.6% para B1 en N0) y cuando interactúa con N2 no hay ninguna diferencia manteniéndose en 86.6%, estos efectos se observa en el Gráfica N° 23 y será tratado más minuciosamente en los efectos simples de N en B.

Si observamos el ANVA de los efectos simples (Cuadro N° 31) para ANA en AIB (N en B) solo se manifiesta una débil diferencia significativa cuando interactúa con B0 (0ppm de

AIB), considerándolo como su efecto principal. Si nos evocamos a los resultados de la prueba de Tuckey para los efectos simples de N en B (Cuadro N° 32) para la interacción donde hay diferencias significativas N en B0 (Efecto principal o individual) la concentración N2 es estadísticamente mejor con un 73.33% y superior a N1 con 57.78% y está superior al testigo con 35.55% de estacas prendidas. Por lo que se concluye que al incrementar la concentración de 250ppm de ANA (N1) a 500 ppm de ANA (N2) se incrementa también el porcentaje de prendimiento de 57.7% a 73.3% de estacas prendidas. Para las demás interacciones de ANA en B1 y B2 (500 ppm y 1000 ppm de AIB) son estadísticamente similares (Cuadro N° 32 prueba de Tuckey para los efectos simples), por lo que no se debería tratar, pero hay que mencionar que N0 (0 ppm de ANA) presenta el mejor porcentaje de prendimiento cuando interactúa con el AIB (B1 y B2) poniendo en manifiesto algún fenómeno negativo en cuanto al porcentaje de prendimiento por parte de ANA cuando interactúa con el AIB, este comportamiento se puede observar en la Gráfica N° 23. Tal tendencia mostrada del ANA, pueda que esté relacionada con el efecto inhibitorio y tóxico que ya se atribuyó al ANA en las anteriores evaluaciones, existe antecedentes como realizado por **Quijano (2010)**, que menciona, que el mejor tratamiento con 100 % de plantas enraizadas fue con el IBA, contrario al ANA que produjo menos del 50 % de plantas enraizadas. Esto nos manifiesta que en ANA presenta un menor poder enraizador que el AIB; por lo que nos lleva a decir que también este efecto influye cuando interactúa con el AIB, disminuyendo el porcentaje de prendimiento, atribuyendo esto al efecto lignificador del ANA de los primordios de raíces. Tal acontecimiento es contradictorio, si mencionamos lo dicho por **Weaver (1976)**, que las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación; partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizado por separado. Tal afirmación no se cumple en su totalidad cuando se observa los efectos simples, donde la interacción presenta porcentajes de prendimiento menores a los obtenidos con solo la aplicación de AIB pero superiores a la sola aplicaciones de ANA (Cuadro N° 32), por lo que concluimos que el efecto de interacción de B (AIB) en N (ANA) es positivo incrementando el promedio de porcentaje de estacas prendidas a comparación del los porcentajes obtenidos con solo aplicar ANA, y para los efectos de interacción de N(ANA)

en B (AIB) el efecto es negativo, donde la aplicación de las alguna de las concentraciones de ANA (N1 ó N2) disminuye el porcentaje de prendimiento obtenido cuando solo se aplica AIB en las estacas de mora.

Un punto que hay que recalcar para esta evaluación, es el criterio con la que se consideró una estaca prendida, este debe tener raíces bien definidas, al menos una yema desarrollada y una hoja madura capaz de realizar la fotosíntesis, siendo este el criterio no se consideró estacas con raíces desarrolladas pero sin presencia de hojas (Figura N° 4) o estacas con las hojas desarrolladas pero sin al menos una raíz (Fotografías de los tratamientos T1, T2 y T3 en el ANEXO II), que de alguna manera influyeron en el resultado final.

En resumen las Auxinas AIB y ANA, incrementan su porcentaje de prendimiento a medida que se incrementa su concentración en las consideradas en esta investigación, siendo la de AIB mucho más eficientes que la de ANA en sus efectos principales o individuales respectivamente, en cuanto a su interacción de AIB mas ANA, hay un efecto ligeramente negativa en cuanto a porcentaje de estacas prendidas, disminuyendo esta debido al ANA. A parte de las conclusiones originadas por esta investigación nos deja también algunas interrogantes como, ¿Si el tiempo de sumergimiento de las estacas en la solución enraizante de esta investigación influyo en los resultados, si en otros intervalos de tiempo se hubiese obtenido los mismos resultados o diferentes? ¿Si, en otras concentraciones con intervalos más cortos que se encuentren entre las consideradas para esta investigación generan los efectos negativos para el caso de ANA, o si en una concentración menor al de 1000 ppm y mayor al de 500 ppm de AIB se obtenía también un 100% de estacas prendidas? Todas estas interrogantes se dejan para las posibles investigaciones futuras con carácter más específico que algún estudiante entusiasta desee profundizar.

## 5.6 CRONOLOGÍA DE ENRAIZAMIENTO

Para la cronología de enraizamiento los resultados obtenidos en el proceso de enraizamiento de las estacas de mora, concordaron por lo establecido por **Trigiano y Gray (2000)**, en el que la organogénesis ha sido dividida en tres fases, Fase I, Fase II y Fase III y la culminación de cada fase lleva al tejido a diferentes estados. Lográndose divisar tales fases

en esta investigación para cada tratamiento mostrando algunas diferencias en cuanto al momento en la que se da una Fase determinada entre los tratamientos. Así como también se logro diferenciar los “Estados de Tejido” para los diferentes tratamientos.

Al observar el Cuadro N° 33, observamos que para la fase I (Desdiferenciación) es bastante homogéneo en cuanto al tiempo que se produce desde la semana uno hasta la semana cuatro para los tratamientos que al menos tiene una Auxina, no siendo así para el testigo (T1) que la Fase I se prolonga hasta la semana ocho. Poniendo en manifiesto que las Auxinas tienen un efecto positivo en cuanto al tiempo en que se realiza la Fase I, no evidenciando que haya algún tratamiento entre el T2 y T9, que tenga mejor respuesta en la Fase I. Hay que recalcar que también el estado del tejido de “Competencia” se da en la semana dos y tres para los tratamientos con al menos con presencia de una Auxina y para el testigo T1, se da a partir de la semana seis prolongándose hasta la semana ocho, por lo que confirma que las Auxinas tienen un efecto positivo.

Para la fase II (Inducción) se inicia a partir de la semana cuatro prolongándose hasta la semana seis, para los tratamientos con al menos una Auxina, y para el testigo T1, esta fase se inicia en la semana siete, el inicio de esta fase coincide con el estado de tejido de “Determinación” para todos los tratamientos. Por lo que se concluye que hasta esta fase no hay ninguna diferencia entre los tratamientos con al menos una Auxina, siendo más rápidos en la organogénesis que el testigo T1.

Para la fase III (Diferenciación) esta fase se inicia en la semana cinco, prolongándose hasta la semana nueve, hay que recalcar para la sub fase de Elongación se inicia mucho más antes en los tratamientos que solo tienen AIB, (T4 y T7) que se da en la semana cinco, y para los demás tratamientos se da a partir de la semana seis, prolongándose este fenómeno hasta la última semana que duró esta investigación, semana nueve. Por lo que concluimos que los tratamientos con AIB presentan una más rápida acción en cuanto a la elongación de las raíces ya emergidas.

Para el desarrollo de Yemas y Hojas, el hinchamiento de yemas se produjo en las dos primeras semanas para todos los tratamientos, luego se dio el brotamiento de las yemas a partir de la segunda semana prolongándose este evento hasta la última semana, para luego

presentar entre uno y dos hojas en la semana seis, este fenómeno solo es diferente en el testigo, donde la presencia de hojas se dio a partir de la semana ocho, y por último las estacas empezaron a presentar en su mayoría de 3 a 4 hojas a partir de la semana ocho para todos los tratamientos a excepción del tratamiento T1 (testigo) que hasta la culminación de la tesis, no hubo estacas que tengas más de dos hojas en el testigo.

Para concluir, las Auxinas si aceleran la organogénesis en el proceso de formación de raíces, ya sea AIB o ANA; en sus diferentes combinaciones y concentraciones tratadas para este estudio, siempre se va acelerar la organogénesis, así como también el brotamiento de yemas y la formación de hojas, siendo estas afirmaciones expuestas a futuras investigaciones.

Hay que recalcar, la determinación del estado de las estacas en sus diferentes fases, fue mediante la observación de dos estacas por tratamiento y por semana, mediante el uso de un estereoscopio hasta el día número 35, donde se decidió no seguir evaluando de esta manera al existir la posibilidad de causar daños en las raíces y alterar los resultados. Por lo que a partir del día 35 (semana 6) se determinó el estado de la organogénesis de cada tratamiento mediante la estimación a partir de las observaciones programadas para las demás evaluaciones de esta investigación.

## CAPITULO VI

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de al menos una de las Auxinas (AIB y ANA) en las concentraciones (500 ppm ó 1000 ppm de AIB y 250 ppm ó 500 ppm de ANA) y sus combinaciones consideradas en este estudio, produce la formación de callos en más del 91% de estacas de Mora Var. Castilla
2. La aplicación de AIB incrementa el número y longitud de raíces a medida que se incrementa la concentración de 500 ppm a 1000 ppm, generando raíces fibrosas y bien definidas, no siendo de igual manera para el ANA que a contracciones de 250 ppm produce un incremento del número y longitud de raíces, pero a 500 ppm presenta un efecto inhibitorio en la emergencia de los primordios de raíces y toxico para desarrollo de la raíz, produciendo raíces atrofiadas y abundantes raicillas y en la interacción de B\*N se presenta un efecto aditivo en la longitud y número de raíces en todas las concentraciones de AIB interactuando con ANA a 250 ppm, y un efecto negativo con la contracción de 500 ppm ANA.
3. La aplicación de al menos una de las Auxinas (AIB y ANA) en las concentraciones (500 ppm ó 1000 ppm de AIB y 250 ppm ó 500 ppm de ANA) y sus combinaciones consideradas en este estudio, incrementa el promedio de hojas por estaca de 0.75 a 2.31.
4. La aplicación de al menos una de las Auxinas (AIB y ANA) en las concentraciones (500 ppm ó 1000 ppm de AIB y 250 ppm ó 500 ppm de ANA), incrementa el porcentaje de prendimiento de 35.55% del testigo a 57.78%, siendo mejor el AIB con un 100% de prendimiento en su contracción más alta (1000 ppm), en cuanto a la interacción B\*N produce un porcentaje de prendimiento mayor al 80%, presentando un efecto inhibitorio en la concentración de 500 ppm de ANA.

5. El tratamiento T8 (250 ppm de ANA + 1000 ppm de AIB), es el que mejor enraizamiento produjo, al presentar un porcentaje del 97.7% de prendimiento, el mejor número de raíces 22.38, el segundo mejor promedio de longitud de raíz 5.52 cm, y por presentar un tipo de raíz de buen grosos, y abúndate pelo radicular producto de la interacción de ANA y AIB.



## CAPITULO VII

### RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de investigación sobre los efectos inhibitorios, lignificantes y tóxicos del ANA en el proceso de enraizamiento de estacas de mora, tomando en cuenta las concentraciones comprendidas entre 250 ppm y 500 ppm de ANA y mayores a 500 ppm de ANA.
2. Realizar estudios de enraizamiento, más específicos en la concentración, comprendidas entre las consideradas en esta investigación de AIB, para determinar si a mayores concentraciones de 500 ppm y, menores a 1000 ppm de AIB, se produce una eficiencia del 100% de estacas enraizadas de mora.
3. Se recomienda a los estudiantes que deseen continuar con esta investigación, considerar para los efectos en el proceso de enraizamiento de la combinación de ANA mas AIB, el tipo de raíz generada por cada Auxina, la densidad de callo, el tiempo y número en que las yemas brotan, y diferentes tiempos de sumergimiento de las estacas en la solución enraizante, en concentraciones mas específicas ya sean mayores o menores a las consideradas en esta investigación para cada Auxina, con el propósito de magnificar los efectos de interacción de los Auxinas.
4. De acuerdo a las conclusiones mencionadas se recomienda, para el uso práctico de productores de plántones de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), utilizar la dosis y combinación estudiada en el tratamiento T8, siendo desde el punto de vista agronómico, el que expresa las mejores cualidades de cada Auxina, como el número, grosor y longitud de raíces con presencia de pelos radiculares.

## CAPITULO VIII

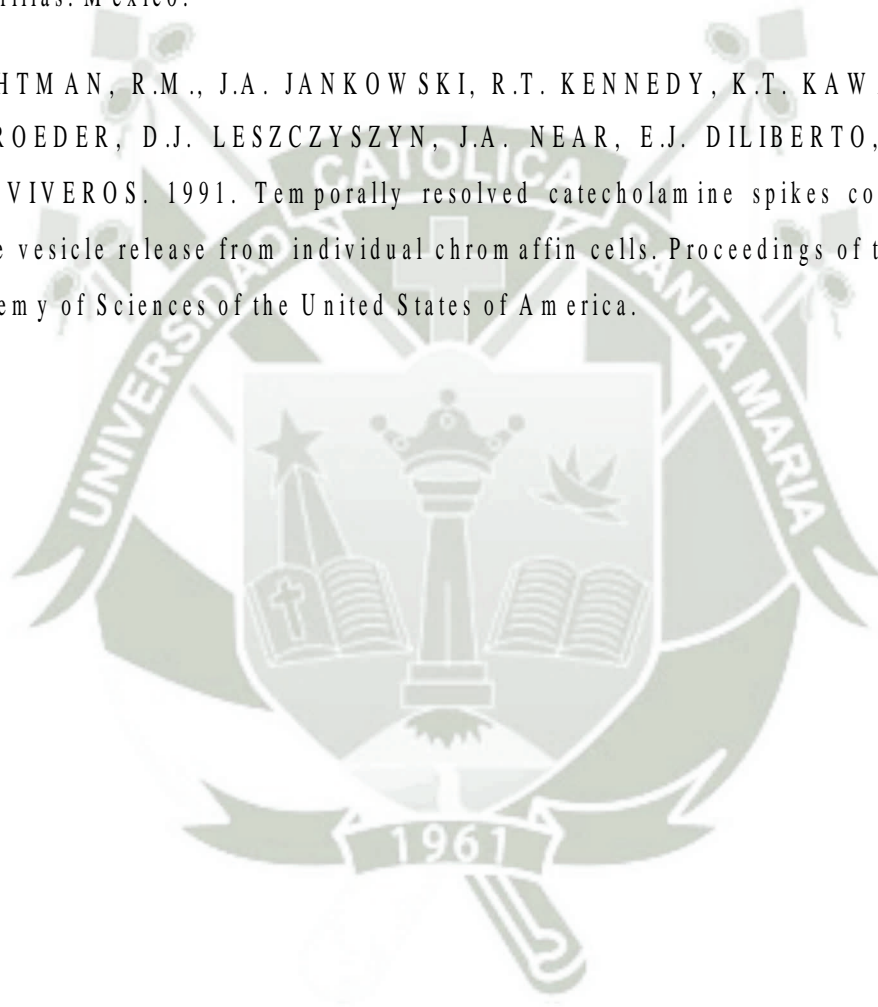
### BIBLIOGRAFIA

1. ANGULO, R. 2003. Frutales exóticos de clima frío moderado. Bayer CropScience S.A. p: 99 - 118.
2. AZCON-BIETO, J. Y TALON, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw - Hill. Interamericana y Universitat de Barcelona. Barcelona - España.
3. BARCELÓ, J.; NICOLÁS, G.; SABATER, B. Y SÁNCHEZ, R. 2001. Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide. Madrid - España.
4. CABELLO, A. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del substrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Rubus* sp. . Revista Chilena de Historia Natural, **79**: 55-64.
5. CATIE. 2003. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Técnicas de propagación por estacas. Turrialba, CR. 1079p
6. CASTRO, D.1995. Comportamiento y rendimiento de plantas de MORA (*Rubus Glaucus benth*) producidas invitro en tres sistemas de tutorado. Universidad Católica del Oriente, Fundación de fomento Agropecuario Buen Pastor, Colombia pp 6-18.
7. CASTRO, T.; GAVIRIA, G. 1995. "Moras Silvestres (*Rubus* spp) como Patrones para Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) y su Reacción a Perla de Tierra (*Eurhizococcus colombianus*)" .Revista Universidad Católica De Oriente, Colombia. Compañía Editorial S.A. de C.V. México
8. FRANCO, G.; GIRALDO, M. 1999. El cultivo de la Mora. CORPOICA-Federación Nacional de Frutales de Colombia. 99 p.
9. GONZALES, Q. 2012. Proyecto "promoviendo el cultivo de Mora en la región Cusco". Gobierno Regional Cusco.

10. GUTIÉRREZ, B. y CHUNG, P. 1995. Propagación vegetativa y silvicultura clonal en cultivos de frutales. Revista: Ciencia e Investigación Forestal Vol. 10 No. 5. . pp. 148.
11. HAISSIG, B. 1974. Influences of auxins and auxin synergists on adventitious root prim ordium initiation and development. New Zealand Journal of Forestry Sciences 4: 311-323
12. HARTMANN, H.; KESTER, D. 1994. Propagación de plantas. Principios y prácticas.
13. ISAAC, C 2000. La producción de Nuevas Plantas de Mora. Ministerio de Agricultura del Ecuador. 238p.
14. LEISA 2009. (Agricultura de Bajos Insumos Externos) Experiencias que duran, promoviendo la mora. Revista Agroecológica Volumen 25.
15. MARTÍNEZ CAMARGO, M.A., SOLANO, A., PA- CHECO MALDONADO, J., 2005. "Análisis de algunos factores que afectan la embriogénesis somática en tejidos juveniles de *Rubus glaucus* Bent." J. Colombian Association of Biological Science,: 95-107
16. MEBUS, I. 1995. Enraizamiento en estacas de *Rubus* spp. De la zona interandina de Chile. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
17. MONTERROSO, D. 1998. Manejo y producción de Cultivo Mora. Manual Técnico. No. 1./ Managua - Nicaragua. P 10-212
18. MONTROYA, M. 1997 fisiología de la reproducción vegetal Universidad Nacional de Colombia, facultad de Ciencias Agropecuarios Medellín, pág. 31- 47
19. PANIAGUA, R.; NISTAL, M.; SESMA, P.; ALVAREZ - URÍA, M.; FRAILE, B.; ANADÓN, R. Y SÁEZ, F. 2002. Citología e histología vegetal y animal. Ed. McGraw - Hill \* Interamericana. España.

20. PÉREZ, G. 1994. Introducción a la fisiología vegetal.
21. PETER, H.; RAVEN, F; EVERT, F. 1992 Biología de las plantas, Volumen 2 Publishers. Massachusetts – USA .
22. QUIJANO, J 2010. Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Regional 1. Cundinamarca. p. 5.
23. REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal) Universidad Autónoma del Estado de México, MÉXICO Web: <http://redalyc.org/home.oa>
24. RODRÍGUEZ CAMACHO 2002. Generación de raíces en cultivo de mora en Abancay Rev. Agrorural Perú.
25. ROJAS, G.; RAMIREZ, H. 1993, Control hormonal de desarrollo del mas plantas fisiológicas. Tecnología experimentación 2da edición LIM USA. México
26. SAAVEDRA, A. 2007. Efecto de tres dosis de ácido indol butírico en la propagación asexual del cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali.
27. SALISBURY, F.; ROSS, C. 2000. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamérica. México.
28. TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2002. Plant physiology. 3thr. ed. Ed. Sinauer Associates, Inc.
29. TRIGIANO, R.; BEYL, C. 2008. Plant propagation: concepts and laboratory exercises. CRC Press. USA .
30. TRIGIANO, R.; GRAY, D. 2000. Plant tissue culture: concepts and laboratory exercises. 2nd. ed. Ed. CRC Press. USA .
31. VARGAS, G., G. ARELLANO y R. SOTO. 1997. Propagación por estacas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) sometidas a aplicaciones de auxinas. Bioagro 11:103-108.

32. VAZQUEZ BECALLI, E.: TORRES, S. 1990. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación de la Habana - Cuba.
33. VEIERSOKOV, B. 1988. Relations between carbohydrate and adventitious rootformation. In: adventitious root formation in cuttings, T D Davis, B E Haissig, N Sankhla (eds). Dioscorides Press. Portland, Oregon US
34. WEAVER, R. 1976. Reguladores de crecimiento de plantas en la agricultura. 2da. ed. Ed. Trillas. México.
35. WIGHTMAN, R.M., J.A. JANKOWSKI, R.T. KENNEDY, K.T. KAWAGOE, T.J. SCHROEDER, D.J. LESZCZYSZYN, J.A. NEAR, E.J. DILIBERTO, JR., AND O.H. VIVEROS. 1991. Temporally resolved catecholamine spikes correspond to single vesicle release from individual chromaffin cells. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.







ANEXO I

FICHAS DE DATOS, TABLA DE VALORES DE LAS DIFERENTES  
EVALUACIONES QUE SE REALIZARON PARA EL ESTUDIO DE  
“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA VAR. CASTILLA (*Rubus glaucus*  
Benth), SOMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AUXINAS EN  
INVERNADERO. AREQUIPA 2012

**ANEXO I - 1 FICHA DE DAICSI DE SIACAS CON CALIFICACIONES 30DDI**

Titulario	NUMERO DE SIACAS CON CALIFICACIONES (30DDI)												total	porcentaje%		
	R1			R2			R3			R4						
T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	1	20
T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	100	5	100
T3	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	4	80	5	100
T4	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	4	80	4	80
T5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	4	80	5	100
T6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	100	5	100
T7	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	4	80	4	80
T8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	100	5	100
T9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	100	5	100
Fecha 20 de noviembre del 2012																
Hora 9am																

**Rtaudionaricabcon0estaca sin presentadecal, naread con 1 presentadecal**

**ANEXO - 2 FICHA DE DATOS DE ESTADÍSTICAS CON CALIFICACIONES (5DD)**

Titulario	NUMERO DE ESTADÍSTICAS CON CALIFICACIONES (5DD)												total	porcentaje %	
	R1			R2			R3			total	porcentaje %				
	total	porcentaje %	total	porcentaje %	total	porcentaje %	total	porcentaje %							
T1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	20
T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	80
T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	100
T4	1	1	1	0	4	80	1	1	0	1	4	80	1	1	80
T5	1	1	1	1	5	100	1	1	1	1	5	100	1	1	100
T6	1	1	1	1	5	100	1	0	1	1	4	80	1	1	100
T7	1	1	1	1	5	100	1	0	1	1	4	80	1	1	100
T8	1	1	1	1	5	100	1	1	1	1	5	100	1	1	100
T9	1	1	1	1	5	100	1	1	1	1	5	100	1	1	100

Fecha 05 de Diciembre del 2012

Hora 9am

**Rtaadonarcabon0estaca sin presenaiadecalio, marcabon1presenaiadecalio**



**ANEXO I - FICHA DE DAICSDEN NÚMERO DE RAÍCES ALCS30DDI**

Titulario	Número de raíces por estaca (30DDI)																	
	R1			R2			R3			R4								
	total	Proyecto	Proyecto	total	Proyecto	Proyecto	total	Proyecto	Proyecto	total	Proyecto	Proyecto						
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
T2	3	0	3	2	4	1	4	3	0	0	3	0	2	2	0	3	4	3
T3	4	0	3	0	4	2	3	0	3	2	4	2	3	0	4	3	4	3
T4	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	0	2	0	1	2	0	1	2
T5	1	0	4	4	3	3	1	3	4	0	3	1	2	0	4	3	1	2
T6	1	3	3	2	2	2	3	1	3	2	2	2	2	4	2	1	1	11
T7	0	3	2	3	3	4	3	2	3	0	4	3	1	2	0	5	1	2
T8	2	1	3	5	4	2	1	5	6	2	2	1	5	4	2	5	4	2
T9	1	5	3	3	3	2	3	4	4	1	2	3	4	3	4	2	3	16
Fecha 20 de noviembre del 2012																		
Hora 9am																		













**ANEXO I - II TABLA DE VALORES DE PORCENTAJE DE SIACAS CON CALIFICACIONES**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	2000	2000	2000	6000	2000
B0	N1	T2	10000	10000	10000	30000	10000
B0	N2	T3	10000	8000	10000	28000	93333
B1	N0	T4	8000	8000	8000	24000	8000
B1	N1	T5	10000	8000	10000	28000	93333
B1	N2	T6	10000	10000	10000	30000	10000
B2	N0	T7	8000	8000	8000	24000	8000
B2	N1	T8	10000	10000	10000	30000	10000
B2	N2	T9	10000	10000	10000	30000	10000
		<b>SUMA</b>	<b>78000</b>	<b>74000</b>	<b>78000</b>	<b>230000</b>	<b>76667</b>

<b>SUMAB0=</b>	<b>6400</b>	<b>SUMAB1=</b>	<b>8200</b>	<b>SUMAB2=</b>	<b>8400</b>
<b>MEDIA B0=</b>	<b>71.11</b>	<b>MEDIA B1=</b>	<b>91.11</b>	<b>MEDIA B2=</b>	<b>93.33</b>

<b>SUMANO=</b>	<b>5400</b>	<b>SUMAN1=</b>	<b>8800</b>	<b>SUMAN2=</b>	<b>8800</b>
<b>MEDIANO=</b>	<b>600</b>	<b>MEDIAN1=</b>	<b>8800</b>	<b>MEDIAN2=</b>	<b>97.78</b>

**ANEXO I - 12 TABLA DE VALORES DE PORCENTAJE DE SIACAS CON CALIC (5DD)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	2000	4000	2000	8000	26667
B0	N1	T2	1000	8000	8000	20000	85667
B0	N2	T3	1000	10000	10000	30000	100000
B1	N0	T4	8000	8000	8000	24000	80000
B1	N1	T5	10000	10000	10000	30000	100000
B1	N2	T6	10000	8000	10000	28000	93333
B2	N0	T7	10000	8000	10000	28000	93333
B2	N1	T8	10000	10000	10000	30000	100000
B2	N2	T9	10000	10000	10000	30000	100000
SUMA			80000	76000	78000	234000	780000

SUMAB0=	6400	SUMAB1=	8000	SUMAB2=	8800
MEDIAB0=	71.11	MEDIAB1=	91.11	MEDIAB2=	97.78

SUMANO=	6000	SUMANI=	8800	SUMAN2=	8800
MEDIANO=	6667	MEDIANI=	8600	MEDIAN2=	97.78

**ANEXO I - B TABLA DE VALORES DE PORCENTAJE DE SIACAS CON CALIFICACION**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	4667	4667	3333	12667	4222
B0	N1	T2	10000	8667	8667	27333	9111
B0	N2	T3	10000	9833	9833	28667	9556
B1	N0	T4	10000	10000	9833	29833	9778
B1	N1	T5	10000	9833	10000	29833	9778
B1	N2	T6	10000	10000	9833	29833	9778
B2	N0	T7	10000	10000	10000	30000	10000
B2	N1	T8	10000	10000	10000	30000	10000
B2	N2	T9	10000	9833	10000	29833	9778
		<b>SUMA</b>	<b>84667</b>	<b>81333</b>	<b>80000</b>	<b>246000</b>	<b>82000</b>

<b>SUMAB0=</b>	<b>68667</b>	<b>SUMAB1=</b>	<b>88000</b>	<b>SUMAB2=</b>	<b>88333</b>
<b>MEDIA B0=</b>	<b>7630</b>	<b>MEDIA B1=</b>	<b>9778</b>	<b>MEDIA B2=</b>	<b>9226</b>

<b>SUMANO=</b>	<b>7200</b>	<b>SUMANI=</b>	<b>86667</b>	<b>SUMAN2=</b>	<b>87333</b>
<b>MEDIANO=</b>	<b>800</b>	<b>MEDIANI=</b>	<b>8667</b>	<b>MEDIAN2=</b>	<b>9704</b>

**ANEXO I - 14 TABLA DE VALORES DE NÚMEROS DE RAÍCES (GODD)**

AB	ANA	TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	000	000	020	020	0067
B0	N1	T2	240	220	200	660	2200
B0	N2	T3	220	240	240	700	2333
B1	N0	T4	100	080	100	280	0933
B1	N1	T5	240	220	200	660	2200
B1	N2	T6	240	220	220	680	2267
B2	N0	T7	220	240	240	700	2333
B2	N1	T8	300	320	400	1020	3400
B2	N2	T9	300	280	320	900	3000
		<b>SUMA</b>	<b>1860</b>	<b>1820</b>	<b>1940</b>	<b>5620</b>	<b>18733</b>

<b>SUMAB=</b>	<b>1380</b>	<b>SUMABI=</b>	<b>1620</b>	<b>SUMAB2=</b>	<b>2620</b>
<b>MEDIAB=</b>	<b>1.53</b>	<b>MEDIABI=</b>	<b>1.80</b>	<b>MEDIAB2=</b>	<b>2.91</b>

<b>SUMANO=</b>	<b>1000</b>	<b>SUMANI=</b>	<b>2340</b>	<b>SUMANO2=</b>	<b>2280</b>
<b>MEDIANO=</b>	<b>1.11</b>	<b>MEDIANI=</b>	<b>2.34</b>	<b>MEDIANO2=</b>	<b>2.53</b>

**ANEXO I - 15 TABLA DE VALORES DE NÚMEROS DERIVADOS (45DD)**

AB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	020	000	060	080	0267
B0	N1	T2	300	280	300	880	2933
B0	N2	T3	340	380	360	1080	3600
B1	N0	T4	240	280	260	780	2600
B1	N1	T5	420	480	480	1380	4600
B1	N2	T6	380	420	420	1220	4067
B2	N0	T7	360	380	400	1140	3800
B2	N1	T8	540	580	520	1640	5467
B2	N2	T9	440	480	460	1380	4600
	SUMA		3040	3280	3260	9580	31933

SUMAB0=	2040	SUMAB1=	3380	SUMAB2=	4160
MEDIA B0=	227	MEDIA B1=	376	MEDIA B2=	462

SUMANO=	20	SUMAN1=	39	SUMAN2=	368
MEDIANO=	222	MEDIANO1=	390	MEDIANO2=	409

**ANEXO I - 16 TABLA DE VALORES DE NÚMEROS DE RAÍCES (60DD)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	ROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	1.00	0.73	1.00	2.73	0.911
B0	N1	T2	7.80	7.60	7.67	23.07	7.689
B0	N2	T3	6.13	6.00	6.07	18.20	6.067
B1	N0	T4	12.67	12.27	11.60	36.53	12.178
B1	N1	T5	12.27	12.13	12.80	37.20	12.400
B1	N2	T6	11.73	11.80	11.40	34.93	11.644
B2	N0	T7	14.73	15.13	14.93	44.80	14.933
B2	N1	T8	22.73	22.00	22.40	67.13	22.378
B2	N2	T9	17.93	16.93	18.40	53.27	17.756
		SUMA	107.00	104.60	106.27	317.87	105.956

SUMAB0=	400	SUMABI=	10867	SUMAB2=	16520
MEDIA B0=	489	MEDIA BI=	1207	MEDIA B2=	1836

SUMANO=	8407	SUMANI=	12740	SUMAN2=	10640
MEDIANO=	934	MEDIANI=	1274	MEDIAN2=	1182

**ANEXO I - 17 TABLA DE VALORES DE LONGITUD DERÁZ (45DD)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	010	000	050	060	0200
B0	N1	T2	098	090	080	268	0893
B0	N2	T3	096	092	096	284	0945
B1	N0	T4	122	116	128	366	1220
B1	N1	T5	110	118	112	340	1133
B1	N2	T6	092	106	114	312	1040
B2	N0	T7	168	154	152	474	1580
B2	N1	T8	154	142	148	444	1480
B2	N2	T9	152	152	148	452	1507
<b>SUMA</b>			<b>1002</b>	<b>970</b>	<b>1028</b>	<b>3000</b>	<b>9999</b>

<b>SUMAB=</b>	<b>612</b>	<b>SUMAB=</b>	<b>1018</b>	<b>SUMAB=</b>	<b>1370</b>
<b>MEDAB=</b>	<b>068</b>	<b>MEDAB=</b>	<b>113</b>	<b>MEDAB=</b>	<b>152</b>

<b>SUMANO=</b>	<b>900</b>	<b>SUMANI=</b>	<b>1052</b>	<b>SUMANO=</b>	<b>1048</b>
<b>MEDIANO=</b>	<b>100</b>	<b>MEDIANI=</b>	<b>105</b>	<b>MEDIANO=</b>	<b>116</b>

**ANEXO I - 18 TABLA DE VALORES DE LONGITUD DE RÁZ (60DD)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REHEICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	068	059	062	189	0631
B0	N1	T2	185	198	182	565	1884
B0	N2	T3	167	161	155	484	1613
B1	N0	T4	469	460	435	1364	4547
B1	N1	T5	377	366	388	1126	3753
B1	N2	T6	364	370	375	1109	3698
B2	N0	T7	610	596	608	1809	6029
B2	N1	T8	556	548	552	1656	5520
B2	N2	T9	527	533	537	1597	5324
		SUMA	3323	3292	3285	9900	33000

SUMAB0=	1239	SUMAB1=	3599	SUMAB2=	5062
MEDIAB0=	1.38	MEDIAB1=	400	MEDIAB2=	562

SUMANO=	3362	SUMANI=	3347	SUMAN2=	3191
MEDIANO=	374	MEDIANI=	335	MEDIAN2=	355

**ANEXO I - 19 TABLA DE VALORES EN NÚMERO DE HECHAS (60DDD)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	ROMBEO
			I	II	III		
B0	N0	T1	098	080	053	227	0756
B0	N1	T2	233	227	247	707	2356
B0	N2	T3	233	213	247	693	2311
B1	N0	T4	213	313	233	760	2533
B1	N1	T5	240	298	267	800	2667
B1	N2	T6	300	233	253	787	2622
B2	N0	T7	280	280	247	807	2689
B2	N1	T8	293	267	280	840	2800
B2	N2	T9	287	240	273	800	2667
		<b>SUMA</b>	<b>2173</b>	<b>2147</b>	<b>2100</b>	<b>6420</b>	<b>21400</b>

<b>SUMAB=</b>	<b>1627</b>	<b>SUMABI=</b>	<b>2347</b>	<b>SUMAB2=</b>	<b>2447</b>
<b>MEDIA B=</b>	<b>181</b>	<b>MEDIA BI=</b>	<b>261</b>	<b>MEDIA B2=</b>	<b>272</b>

<b>SUMANO=</b>	<b>1793</b>	<b>SUMANI=</b>	<b>2347</b>	<b>SUMAN2=</b>	<b>2280</b>
<b>MEDIA NO=</b>	<b>199</b>	<b>MEDIA NI=</b>	<b>233</b>	<b>MEDIA N2=</b>	<b>253</b>

**ANEXO I - 20 TABLA DE VALORES PARA RENDIMIENTO DE RENDIMIENTO (600000)**

AIB	ANA	TRATAMIENTO	REPLICACIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
B0	N0	T1	3333	400	3333	10667	35556
B0	N1	T2	5333	600	600	17333	57778
B0	N2	T3	8000	7333	6667	22000	73333
B1	N0	T4	9333	9333	7333	26000	86667
B1	N1	T5	7333	8667	8000	24000	80000
B1	N2	T6	9333	8667	8000	26000	86667
B2	N0	T7	10000	10000	10000	30000	100000
B2	N1	T8	10000	9333	10000	29333	97778
B2	N2	T9	10000	9333	10000	29333	97778
		SUMA	72667	72667	68333	214667	715556

SUMAB0=	5000	SUMAB1=	7600	SUMAB2=	8867
MEDIAB0=	55.56	MEDIAB1=	8444	MEDIAB2=	98.52

SUMANO=	6667	SUMANI=	7067	SUMAN2=	7733
MEDIANO=	7407	MEDIANI=	7067	MEDIAN2=	85.93



ANEXO II

FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS DE LOS PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS  
OBTENIDOS PARA EL ESTUDIO DE “ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA  
VAR. CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth), SOMETIDAS A DIFERENTES  
CONCENTRACIONES DE AUXINAS EN INVERNADERO. AREQUIPA 2012”

ANEXO II - 1 FOTOGRAFÍAS DEL TRATAMIENTO T1 (0ppm de AIB+0ppm de ANA)



ANEXO II - 2 FOTOGRAFIAS DEL TRATAMIENTO T2 (0 ppm de AIB\*250 ppm de ANA)



ANEXO II - 3 FOTOGRAFIAS TRATAMIENTO T3 (0ppm de AIB\*500ppm de ANA)



ANEXO II - 4 FOTOGRAFIAS TRATAMIENTO T4 (500 ppm de AIB\* 0 ppm de ANA)



ANEXO II - 5 FOTOGRAFIAS DEL TRATAMIENTO T5 (500 ppm de AIB\* 250 ppm de ANA)



ANEXO II - 6 FOTOGRAFIAS DEL TRATAMIENTO T6 (500 ppm de AIB \* 500 ppm de ANA)



ANEXO II - 7 FOTOGRAFÍAS DEL TRATAMIENTO T7 (1000 ppm de AIB \* 0 ppm de ANA)



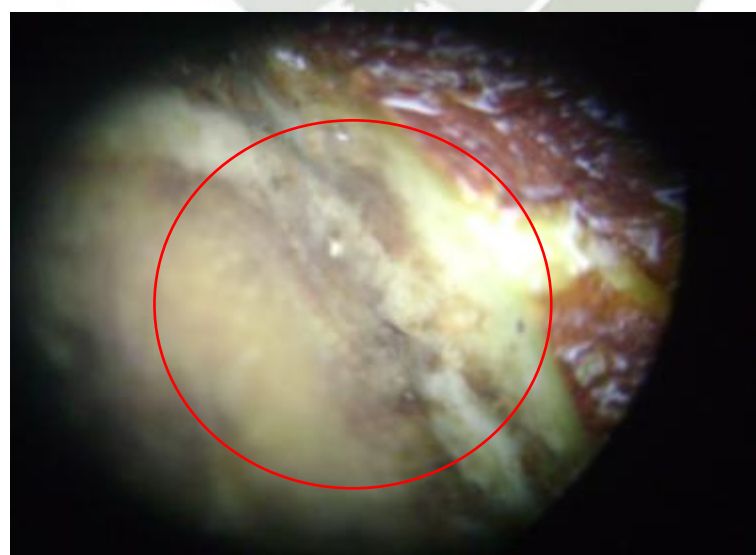
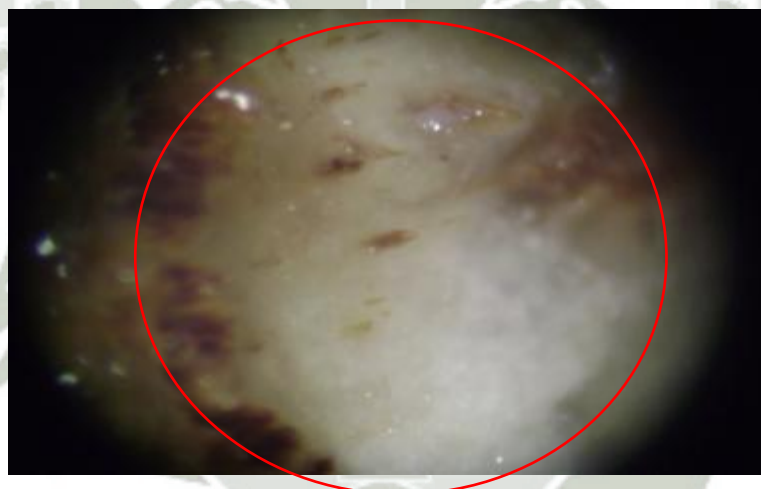
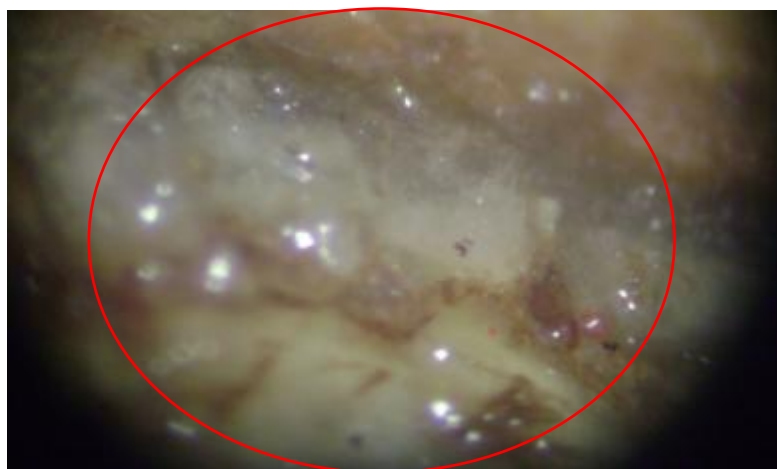
ANEXO II - 8 FOTOGRAFIAS DEL TRATAMIENTO T8 (1000 ppm de AIB \* 250 ppm de ANA)



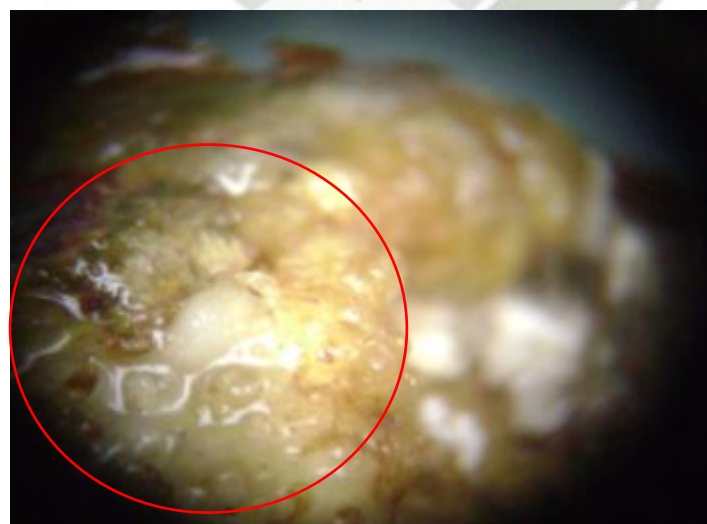
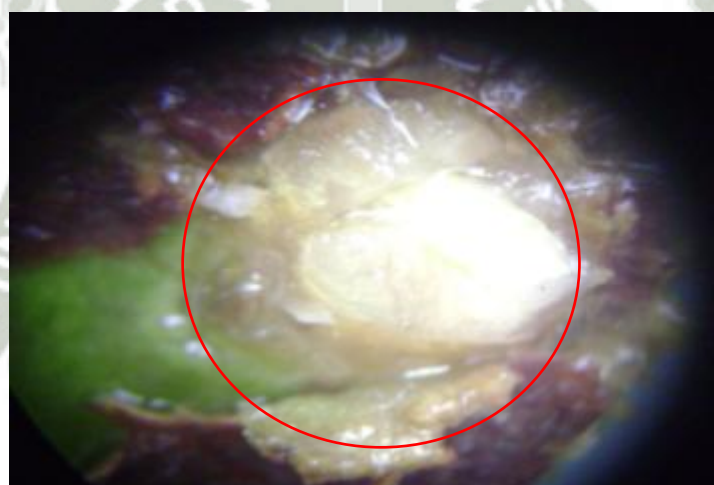
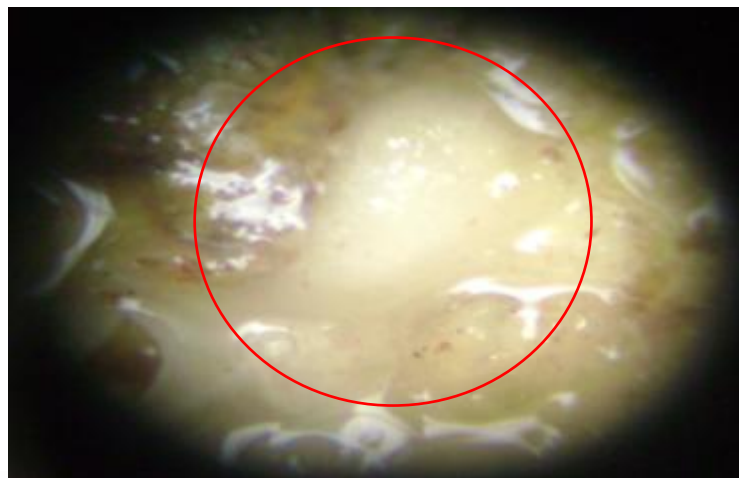
ANEXO II - 9 FOTOGRAFÍAS DEL TRATAMIENTO T9 (1000 ppm de AIB\*500 ppm de ANA)



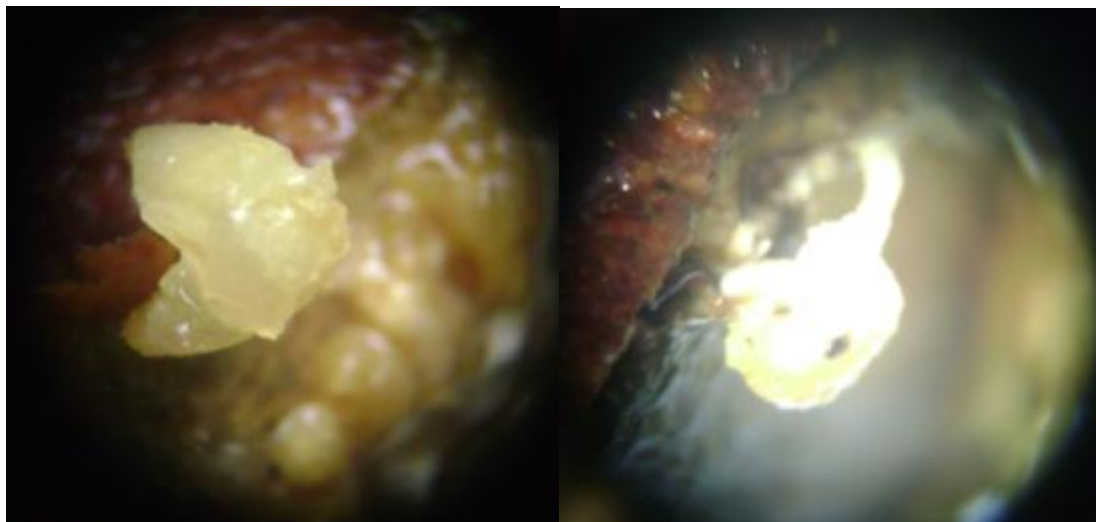
ANEXO II - 10 FOTOGRAFÍAS DE CELULAS PARENQUIMATICAS EN FACE DE  
DESDIFERENCIACION Y ESTADO DE TEJIDO EN COMPETENCIA (T3, T7 Y T9  
RESPECTIVAMENTE).



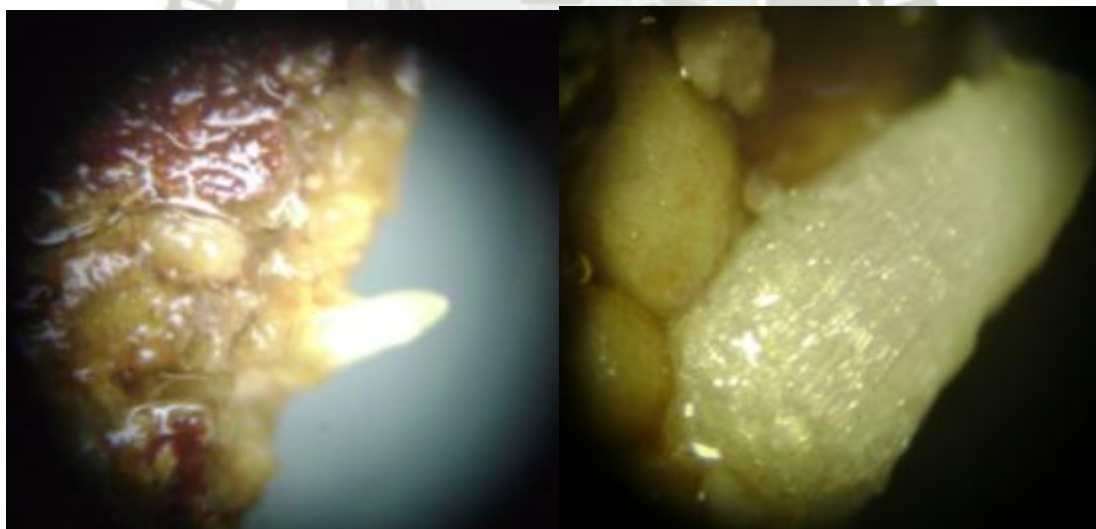
ANEXO II - 11 FOTOGRAFÍAS DE CELULAS PARENQUIMATICAS EN FACE DE INDUCCION Y ESTADO DE TEJIDO EN DETERMINACION (T3, T7 Y T9 RESPECTIVAMENTE).



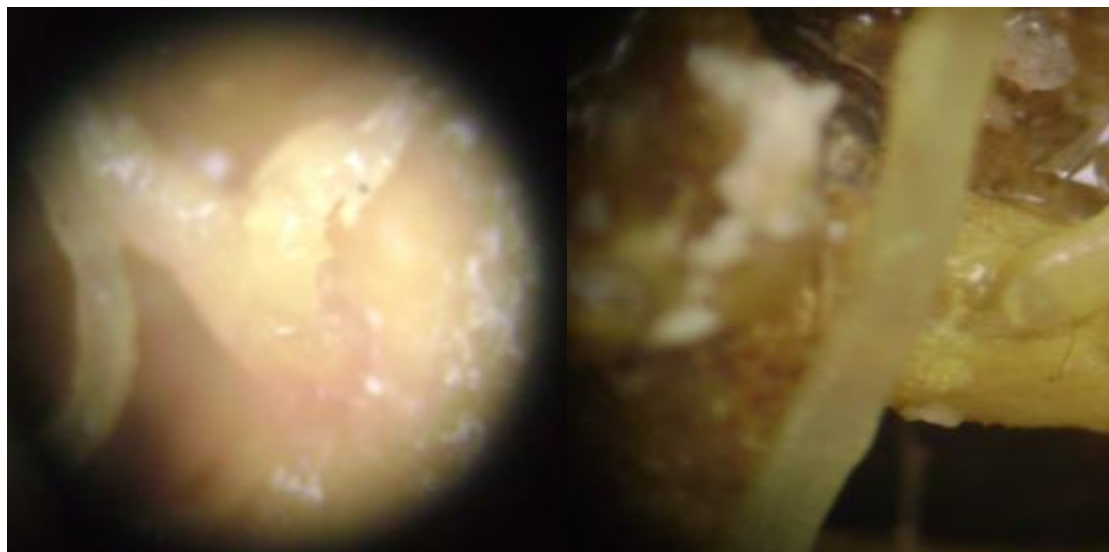
ANEXO II - 12 FOTOGRAFÍAS DE LOS PRIMORDIOS DE RAICES EN FACE DE  
DIFERENCIACION T3 (0 ppm de AIB\*500 ppm de ANA) A LOS 35 DDI.



ANEXO II - 13 FOTOGRAFÍAS DE LOS PRIMORDIOS DE RAICES EN FACE DE  
DIFERENCIACION T7 (1000 ppm de AIB\*0 ppm de ANA) A LOS 35 DDI.



ANEXO II - 14 FOTOGRAFIAS DE LOS PRIMORDIOS DE RAICES EN FACE DE  
DIFERENCIACION T9 (1000 ppm de AIB\*500 ppm de ANA) A LOS 35 DDI.



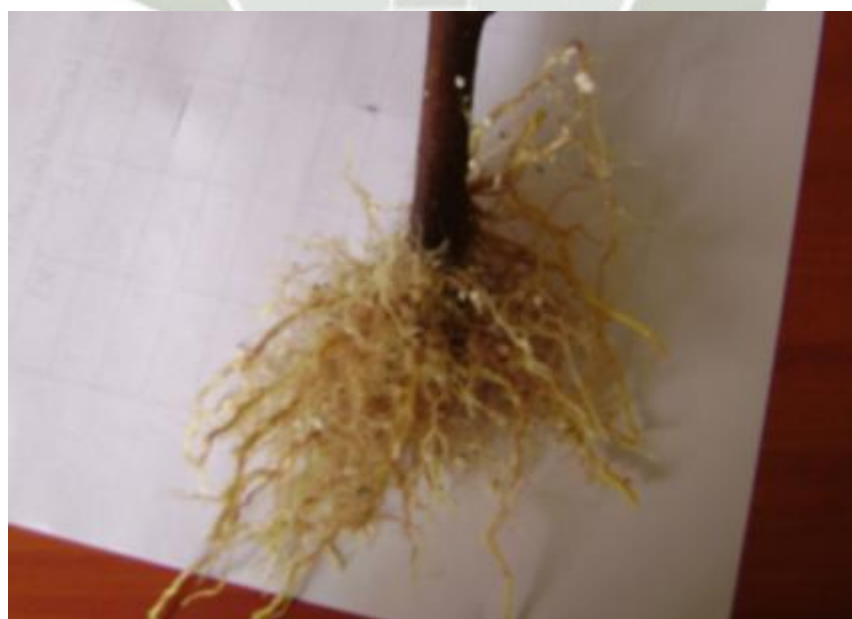
ANEXO II - 15 FOTOGRAFIAS DE RAÍCES TÍPICAS DEL TRATAMIENTO T8 (1000  
ppm de AIB \*250 ppm de ANA)



ANEXO II - 16 FOTOGRAFIAS DE RAÍCES TÍPICAS DEL TRATAMIENTO T4 (500 ppm de AIB\*0 ppm de ANA) A LOS 60 DDI.



ANEXO II - 17 FOTOGRAFIAS DE RAÍCES TÍPICAS DEL TRATAMIENTO T6 (500 ppm de AIB\*500 ppm de ANA) A LOS 60 DDI.



ANEXO II - 18 FOTOGRAFIAS DE LOS EFECTOS DE AUXINAS EN ESTACAS DE MORA; LADO IZQUIERDA CON AIB; DERECHA CON ANA.



ANEXO II - 19 FOTOGRAFIA DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ESTACAS PARA SU EVALUACIÓN A LOS 60 DDI.





ANEXO III

DOSIS DE AUXINAS AIB Y ANA PARA LOS TRATAMIENTOS Y TEMPERATURAS REGISTRADAS EN EL INVERNADERO, ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MORA VAR. CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth), SOMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AUXINAS EN INVERNADERO. AREQUIPA 2012

**ANEXO III - 1 Dosis empleadas en la preparación de los tratamientos de ANA + AIB, Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012**

Concentración ANA ppm	Concentración AIB ppm	tratamiento	ANA 4000 ppm (m l)	AIB 8000 ppm (m l)	Agua destilada (m l)	Total de solución(m l)
0	0	T1	0	0	250	250
250	0	T2	15.6	0	234.4	250
500	0	T3	31.25	0	218.75	250
0	500	T4	0	15.6	234.4	250
250	500	T5	15.6	15.6	218.8	250
500	500	T6	31.25	15.6	203.15	250
0	1000	T7	0	31.25	218.75	250
250	1000	T8	15.6	31.25	203.15	250
500	1000	T9	31.25	31.25	187.5	250

**ANEXO III - 2 Temperaturas registradas en el invernadero por semanas para Enraizamiento de Estacas de Mora Var. Castilla (*Rubus glaucus* Benth), Sometidas a Diferentes Concentraciones de Auxinas en Invernadero. Arequipa 2012**

Semanas (Inicio 22 de octubre)	Máximas °C	Mínimas °C
01	28.6	12.8
02	28.6	12.9
03	29.0	13.7
04	29.7	13.2
05	29.8	12.7
06	28.0	12.5
07	29.9	13.4
08	30.0	13.6
09	29.8	13.0
promedios	29.26	13.09