

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE LOS FITORREGULADORES ÁCIDO INDOLBUTÍRICO
Y ÁCIDO NAFTALENACÉTICO
EN LA INJERTACION DE SEMILLA GERMINADA DE LÚCUMO
(*Lucuma obovata* HBK) BAJO CONDICIONES DE CAMA CALIENTE
– FUNDO “LA BANDA”HUASACACHE –AREQUIPA**

**TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER
ELVIS ELÍAS ARCE AMADO
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AREQUIPA – PERÚ

2012

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero MSC Humberto Stretz Chávez
asesor del presente trabajo,
que en todo momento me brindó su apoyo
y gracias a sus sugerencias ha contribuido
a la realización de esta investigación.

A la Plana Docente del Programa
Profesional de Ingeniería
Agronómica por sus conocimientos
impartidos.

Al Mg. Sc .Ing Agro. Jorge Zegarra Flores
por su apoyo incondicional y por
las facilidades que me brindó en
las instalaciones y equipos del
Fundo La Banda - Huasacache.

A todos mis amigos que de un
modo u otro han contribuido con
sus sugerencias en la culminación
de mis estudios Profesionales
y trabajos de Investigación.

DEDICATORIA

A mis padres:

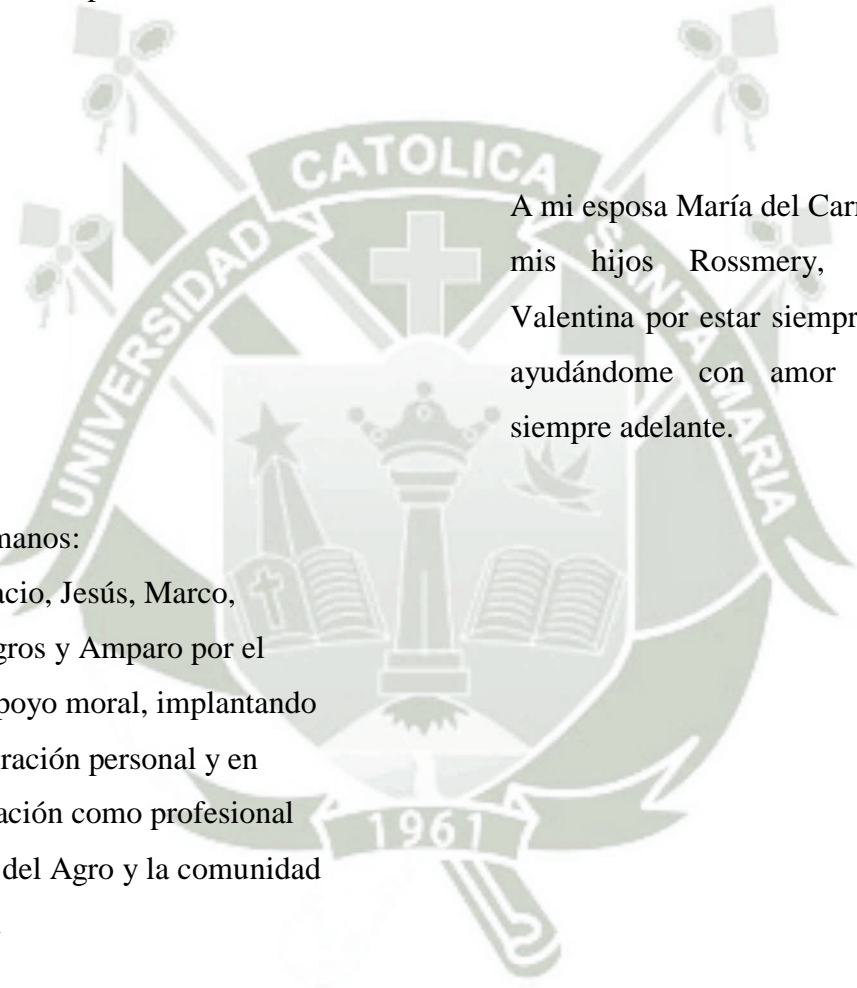
Ignacio Arce Cruz y

Luz Valentina Amado de Arce

por sus invalorable consejos y
ejemplar visión de la vida

y hoy me dan esta herencia

tan grande de ser profesional.



A mi esposa María del Carmen y
mis hijos Rossmery, Sergio y
Valentina por estar siempre conmigo
ayudándome con amor para salir
siempre adelante.

A mis hermanos:

Israel, Ignacio, Jesús, Marco,

Elio, Milagros y Amparo por el

decidido apoyo moral, implantando

en mi superación personal y en

la cristalización como profesional

al servicio del Agro y la comunidad

en general.

Elvis Elías Arce Amado.

INDICE

INDICE.....	I
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE DIAGRAMAS.....	VIII
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	IX
INDICE DE GRÁFICOS.....	X
RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XII
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 EL CULTIVO DE LÚCUMO.....	3
2.1.1 Áreas cultivadas en el Perú.....	3
2.1.2 Origen, historia y sistemática.....	4
2.1.3 Principales características botánicas.....	4
2.1.3.1 Tallo.....	5
2.1.3.2 Hojas.....	5
2.1.3.3 Flores.....	5
2.1.3.4 Fruto.....	6
2.1.3.5 Semillas.....	6
2.1.3.6 Floración.....	6
2.1.4 Análisis nutricional de la fruta.....	7
2.2 REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	7
2.2.1 Auxinas.....	8
2.2.1.1 Ácido indolbutírico (AIB).....	9
2.2.1.2 Ácido naftalenacético (ANA).....	11
2.2.2 Efecto de las auxinas.....	11
2.2.2.1 Alargamiento celular.....	12
2.2.2.2 Rizogénesis.....	14
2.2.3 Fisiología de las auxinas.....	15
2.2.4. Distribución y transporte.....	16
2.3 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DEL INJERTO.....	16
2.3.1 Crecimiento posterior del injerto.....	17
2.3.2 Premisas histológicas.....	17
2.3.3 Transferencia y unión de los tejidos.....	18
2.3.4 Proceso de unión del injerto.....	21
2.3.6 Condiciones para el éxito de los injertos.....	23
2.4 CAMAS CALIENTES.....	24
2.4.1 Nebulización.....	25
2.4.2 Temporizador de riego.....	25
2.5 INJERTACIÓN EN SEMILLA GERMINADA.....	25
2.6 UTILIZACION DE REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA ESTIMULAR EL ENRAIZAMIENTO, PRENDIMIENTO DEL INJERTO Y DESARROLLO.....	26

CAPITULO III	
MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 Campo experimental.....	29
3.1.1 Ubicación.....	29
3.1.2. Fecha de ejecución.....	29
3.1.3. Condiciones ambientales.....	29
3.1.3.1 Temperatura dentro de la cama caliente.....	29
3.1.3.2 Temperatura del sustrato.....	29
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	30
3.2.1 Del material vegetal.....	30
3.2.1.1 Semillas.....	30
3.2.1.2 Plumas o púas.....	30
3.3 De los fitorreguladores auxínicos.....	30
3.4 De los materiales de campo y laboratorio.....	30
3.4.1 Equipos de siembra.....	30
3.4.2 Equipos de mantenimiento y evaluación.....	30
3.5 Del sustrato.....	31
3.5.1 Sustrato de enraizamiento.....	31
3.5.2 Sustrato para el repique en bolsas de polietileno.....	31
3.3 FACTORES DE ESTUDIO.....	31
3.4 TRATAMIENTOS.....	32
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
3.5.1 Campo experimental.....	33
3.5.2 Unidad experimental.....	33
3.6 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.....	34
3.6.1 Preparación de la estructura de enraizamiento.....	34
3.6.2 Siembra.....	34
3.6.3 Obtención y preparación de púas.....	34
3.6.4 Preparación de los fitorreguladores.....	35
3.6.5 Injertación en semilla germinada y aplicación de fitorreguladores.....	35
3.6.6 Sistema de riego.....	36
3.6.7 Cubierta de polietileno.....	37
3.6.8 Control de enfermedades.....	37
3.7 MANEJO DE LAS PLANTULAS DURANTE EL ENRAIZAMIENTO.....	37
3.8 MANEJO DE LAS PLANTULAS DESPUÉS DEL ENRAIZAMIENTO.....	38
3.9 EVALUACIONES REALIZADAS.....	38
3.9.1 Porcentaje de enraizamiento.....	38
3.9.2 Longitud de raíces.....	38
3.9.3 Número de raíces.....	38
3.9.4 Soldadura del injerto.....	38
3.9.5 Prendimiento del injerto.....	39
3.9.6 Porcentaje de plantas prendidas.....	39
3.9.7 Diámetro de tallo.....	39
3.9.8 Número de hojas.....	39
3.9.9 Altura de planta.....	39
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39

CAPITULO IV	
RESULTADOS.....	40
4.1 Porcentaje de plantas enraizadas.....	40
4.2 Longitud de raíces a los 60 DDI.....	42
4.3 Número de raíces a los 60 DDI.....	44
4.4 Soldadura del injerto.....	46
4.5 Prendimiento del injerto.....	48
4.6 Número de hojas.....	50
4.7 Altura de plantas.....	51
4.8 Diámetro del tallo.....	52
4.9 Análisis de correlación.....	54
CAPITULO V	
DISCUSIÓN.....	56
5.1 Porcentaje de plantas enraizadas.....	56
5.2 Longitud de raíces.....	57
5.3 Número de raíces.....	58
5.4 Soldadura del injerto.....	58
5.5 Prendimiento del injerto.....	59
5.6 Número de hojas.....	60
5.7 Altura de plantas.....	59
5.8 Diámetro del tallo.....	60
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES.....	61
CAPITULO VII	
RECOMENDACIONES.....	62
CAPITULO VIII	
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	66
APÉNDICES.....	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1 Composición de la pulpa de lúcumo expresada en valores promedios de los elementos constituyentes por cada 100 gr. de la misma.....	7
Cuadro N° 2 Clave para factor concentración en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente.....	32
Cuadro N°3 Clave para factor auxina y tratamientos en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente.....	32
Cuadro N°4 Clave para factor tratamientos en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente.....	32
Cuadro N° 5 Dosis empleadas en la preparación de los tratamientos (AIB y ANA) en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente.....	35
Cuadro N° 6 Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	40
Cuadro N° 7 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración (C) en el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	40
Cuadro N°8 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina concentración (C) en el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	41
Cuadro N° 9 Análisis de varianza para longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	42

Cuadro N°10 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache Arequipa.....	42
Cuadro N°11 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	43
Cuadro N°12 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina *concentración en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	43
Cuadro N°13 Análisis de varianza para número de raíces a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	44
Cuadro N°14 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina en el número de raíces a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache - Arequipa.....	45



Cuadro N°15 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina en el número de raíces a los 60 DDI, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	45
Cuadro N° 16 Análisis de varianza para soldadura del injerto (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	46
Cuadro N° 17 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina para soldadura del injerto, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	47
Cuadro N°18 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina *concentración en la soldadura del injerto, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	47
Cuadro N°19 Análisis de varianza para prendimiento del injerto (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	48
Cuadro N°20 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina para prendimiento del injerto (%), en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	49
Cuadro N°21 Análisis de varianza para número de hojas, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	50

Cuadro N°22 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración para el número de hojas, en el estudio efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	50
Cuadro N°23 Análisis de varianza para la altura de planta (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	51
Cuadro N°24 Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	52
Cuadro N°25 Resumen de evaluaciones para el factor auxina en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	53
Cuadro N°26 Resumen de evaluaciones para el factor concentración en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	54
Cuadro N°27 Correlaciones para el factor auxina y concentración en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	55

INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA N.1 Técnica de injertación en semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma abovata HBK</i>).....	36
--	----



INDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 01. Recolección de púas de la plantación de lúcumo de la Universidad Católica de Santa María.....	67
Foto 02. Injertos en Cama Caliente en condiciones de invernadero.....	67
Foto 03. Enraizamiento de un injerto tratado con fitorreguladores.....	68
Foto 04. Injerto en semillas tratadas con AIB y ANA.....	68
Foto 05. Trasplante de injertos de lúcumo para condiciones de vivero.....	69
Foto 06. Condiciones del microtúnel bajo tinglado, de injertos de lúcumo, en condiciones de vivero.....	69



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1 Porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio: Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	41
Gráfico N°2 Longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio: Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	44
Gráfico N°3 Número de raíces a los 60 DDI, en el estudio: Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	45
Gráfico N°4 Soldadura del injerto (%), en el estudio: Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	48
Gráfico N°5 Prendimiento del injerto (%), en el estudio: Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	49
Gráfico N°6 Número de hojas, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	51
Gráfico N°7 Altura de planta (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	52
Gráfico N°8 Diámetro de tallo (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (<i>Lucuma obovata HBK</i>) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.....	53

RESUMEN

El presente estudio titulado “Efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma abovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente en el Fundo La Banda Huasacache-Arequipa”, fue realizada durante los meses de setiembre del 2002 a marzo del 2003. El mismo tuvo como objetivo determinar el efecto de los fitorreguladores en el injerto de semilla de lúcumo en el enraizamiento, soldadura y estimulación del proceso de crecimiento. Para ello se utilizó como material experimental; semillas de lúcumo, púas de lúcumo variedad seda y fitohormonas; ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA). Las púas fueron adquiridas del fundo “La Católica”. Una vez adquiridas las semillas se procedió a la siembra en camas de almacigo, para posteriormente realizar el injerto en las semillas germinadas. El diseño experimental utilizado fue Factorial 3x 2 (3 concentraciones en ppm de productos; y 2 diferentes productos: AIB y ANA), con tres repeticiones y 6 combinaciones.

Para el factor auxina no existe diferencia estadística para porcentaje de plantas enraizadas. En tanto que para el factor concentración la C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm) hubo estadísticamente un mayor % de plantas enraizadas con 100% respectivamente. Con respecto a la longitud de raíces para el factor auxina se obtiene una mayor longitud con la auxina AIB con 11.64 cm. A nivel del factor concentración tanto C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm) fueron estadísticamente superiores a C3 (5000 ppm) con 9.00 y 9,43 cm., respectivamente a los 60 DDI. Para el estudio de soldadura y prendimiento del injerto se encuentra diferencia significativa en el factor auxina presentando el AIB un porcentaje de 79.6% y 77.24% respectivamente en relación al ANA con 55.49% y 56.18%. En cuanto a la concentración no se encontró diferencia significativa. En tanto que en la evaluación del proceso de crecimiento no se encuentra diferencia significativa tanto en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas para el factor auxina, sólo el número de hojas estadísticamente presenta diferencia significativa para el factor concentración en los niveles C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm).

SUMMARY

"The effect of the fitorreguladores indolebutyric acid and naphthaleneacetic acid in the grafting of seed germinated of lucumo (*Lucuma abovata HBK*) under conditions of warm bed in the Property in Fundo La Banda Huasacache - Arequipa ", was realized during the months of September from 2002 to March 2003.

The objective was determined the effect of plant regulators on seed grafting on rooting lucumo, welding and stimulation of the growth process. We used as experimental material seeds of lucumo, barbed variety, lucumo silk and phytohormones, indolebutyric acid (IBA) and naphthaleneacetic acid (NAA). The spikes were acquired the farm "La Católica". Once purchased the seeds, we proceeded to the seedbed planting beds for grafting later on sprouts.

The experimental design was a factorial 3×2 (3 ppm concentrations of products and 2 different products: IBA and NAA), with three replications and 6 combinations.

For auxin factor hadn't statistical difference for percentage of rooted plants. As for the C1 factor concentration (1000 ppm) and C2 (2500 ppm) was statistically higher % rooted plants with 100% respectively. With respect to the length of roots for auxin factor is obtained a greater length with the auxin AIB with 11.64 cm. At the level of both concentration factor C1 (1000 ppm) and C2 (2500 ppm) were statistically superior to C3 (5000 ppm) with 9.00 and 9.43 cm., respectively at 60 DDI. For the study of welding and engraftment is significant difference in the AIB factor auxin presenting a percentage of 79.6% and 77.24% respectively in relation to ANA 55.49% and 56.18%.

As the concentration is not significant difference. While the assessment of the growth process is not much significant difference in plant height, stem diameter and leaf number for auxin factor, only the number of leaves present statistically significant difference for the factor C1 concentration levels (1000 ppm) and C2 (2500 ppm).

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los reguladores de crecimiento son utilizados en ciertas áreas agronómicas, tales como la fruticultura, la horticultura y la floricultura. Los productos hormonales tienden a incrementar el número de raíces, con lo cual se desea acortar el tiempo de enraizamiento, para obtener una buena masa radicular y lograr un buen prendimiento del injerto. En muchos trabajos de enraizamiento, la aplicación de productos AIB y ANA tienen efectos positivos.

Para obtener una planta comercial seleccionada de lúcumo es necesario esperar como mínimo 18 a 24 meses con un alto costo y lento retorno de capital invertido; por lo cual es fundamental buscar nuevas formas de propagación en lúcumo que nos asegure por una parte rapidez y seguridad en la propagación.

La propagación de lúcumo se ha hecho tradicionalmente por injerto, sobre porta injerto de semillas, presentándose algunas dificultades debido al lento crecimiento de las plántulas, las cuales necesitan entre 15 y 20 meses para alcanzar un diámetro de 8 mm el cual es el adecuado para injertar.

La germinación y principalmente el crecimiento de las plántulas es marcadamente heterogéneo, también se presentan algunos inconvenientes en la injertación según la época en que se realice el injerto provocando pérdida de plantas. La injertación de semilla germinada ha sido utilizada como una alternativa en la propagación asexual de especies hortícolas que presentan dificultades para ser reproducidas por otro sistema; es así que se han utilizado con éxito en castaño, nuez de la India, nogal, pecana y pistacho, estas de difícil propagación.

A pesar de las excelentes características de sus frutos la implantación de huertos comerciales de lúcumo se ha realizado hace pocos años, encontrándose la casi totalidad de árboles en producción de forma aislada y en huertos caseros.

Entre las causas de su limitada distribución se encuentran, el lento crecimiento del árbol, la falta de conocimientos referentes a sus requerimientos culturales y la carencia de la selección de variedades.

Con el propósito de buscar nuevas formas de propagación para los viveristas, que aseguren rapidez en la propagación de plántulas se establece el objetivo que se expone en el presente trabajo de investigación:

Determinar el efecto de los fitorreguladores ácido Indolbutírico y ácido Naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo las condiciones de cama caliente.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar la eficacia de los fitorreguladores; AIB y ANA en el enraizamiento y longitud de raíces en semilla germinada de lúcumo.
- Evaluar la eficacia de los fitorreguladores; AIB y ANA en la soldadura y prendimiento del injerto.
- Evaluar el efecto de las concentraciones de los fitorreguladores AIB y ANA en la estimulación del proceso de crecimiento.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL CULTIVO DE LÚCUMO

2.2.1. ÁREAS CULTIVADAS EN EL PERÚ

Franciosi (1995), menciona que el lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) es un frutal originario del área andina donde se le encuentra distribuido, presentando numerosos biotipos, muchos de ellos en forma silvestre. La producción nacional de lúcumo no ha tenido un desarrollo extensivo y solamente en cuatro departamentos existen cultivos mayores de 40 hectáreas. Su crecimiento ha sido, por el contrario, bastante lento, entre 1983 y 1994 creció 35.2% y el mayor desarrollo lo ha experimentado Lima y Ancash.

Por otro lado, se conoce que la producción nacional descendió de 3010 TM. en 1997 a 2614 TM. en 1998. Con respecto a esta última cifra, el 43.5% corresponde al Departamento de Lima, el mismo que es el mayor productor de este cultivo, seguido por Ayacucho con una participación de 14% y luego por la Libertad con 9%. El rendimiento promedio por hectárea fue de 8 TM para el periodo de 1997, mientras que para 1998 descendió a 6.6 TM. Observamos que tanto el rendimiento total (producción total), como el rendimiento por hectárea han disminuido de 1997 a 1998, con lo que se puede suponer que se debe a los daños producidos por el Fenómeno del Niño.

Según el Ministerio de Agricultura, en el Perú existen unas 600 hectáreas sembradas de lúcumo, ProLúcuma, afirma tener conocimiento de que las hectáreas sembradas deben llegar a las 1000.¹

Para el año 2002 el Perú es el líder en la producción de lúcumo, con una producción de 5.8 miles de TM. destinados principalmente a la agroindustria para la producción de harina y pulpa de lúcumo. Para el mercado internacional aproximadamente el 1% de la producción de lúcumo es principalmente para pedidos y muestras. A nivel local abastece principalmente la producción de helados Nestlé.

La producción de lúcumo se orienta en el caso de Chile sólo al mercado local enfocándose un 34.08% al mercado interno y un 62.5% a la agroindustria, especialmente para la producción de helados.

¹Perfil de Mercado y Competitividad Exportadora de la Lúcumo

2.1.2. ORIGEN, HISTORIA Y SISTEMÁTICA

Franciosi (1995), indica que los europeos entraron en contacto con el lúcumo en Ecuador en 1531. Para ese entonces se había extendido de su origen peruano a las llanuras de Chile y el altiplano andino, que demarca la zona del cultivo actual.

Investigaciones arqueológicas sitúan su domesticación en los valles interandinos del Perú, donde el consumo de su fruto y uso de su madera están extensamente documentados en las representaciones pictóricas de los nativos amerindios². Las más antiguas de estas datan del VIII milenio a. d C., en la Región llamada Callejón de Ancash. Su madera se empleó para la construcción del santuario de Pachacamac, donde en 1938 se halla un tronco de singulares dimensiones tallado como figura totémica.

La evidencia apunta que el pico de su cultivo tuvo lugar en la época de la cultura Mochica, alrededor del siglo II a. d C., que empleó técnicas de irrigación y cultivo intenso, para producir cantidades precedentes del producto.

Hay dos grandes tipos de lúcumo: seda y palo. Dentro de ellos, existen 120 biotipos diferentes, que combinan distintos tamaños, colores, olores, sabores y textura de pulpa.

Según Villanueva (2001), la clasificación botánica del lúcumo es de la siguiente forma:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Ericales
Familia	: Sapotaceae
Género	: Lúcumo o Pouteria (según Baehni)
Especie	: <i>Lucuma obovata</i> HBK ³

2.1.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Jarvis R. W. (1998) manifiesta que el lúcumo es un árbol de follaje siempre verde, muy vigoroso de gran longevidad y con látex en todas sus partes.

²Amerindios: es el descendiente de los pueblos nativos de América (comúnmente exceptuando a los esquimales, cuyo origen étnico es distinto) para distinguirlo de los inmigrantes posteriores (europeos, africanos etc.) así como los mestizos y criollos de todas estas etnias

³ En otras bibliografías establece el nombre de Pouteria lúcuma (Ruiz & Pav) Kuntze para el género y la especie.

2.1.3.1 Tallo

Franciosi (1992), indica que las plantas francas pueden alcanzar más de 1.5 m. de diámetro en la base y más de 20 m. altura, sus abundantes ramas forman una copa esférica o cilíndrica de 6 a 10 m.; las yemas y brotes tiernos están cubiertos de pubescencia marrón clara u oscura, su corteza es surcada y rugosa.

2.1.3.2 Hojas

Franciosi (1992) y Villanueva (2001) coinciden en señalar que sus hojas son alternas, con pecíolos pubescentes de 2 a 3 cm. de longitud y sección cilíndrica. El limbo puede ser de forma oblonga, elíptica, lanceolada u ovalada con ápice obtuso o subagudo y bordes enteros, alcanzando hasta 25cm. de largo y 10cm. de ancho respectivamente. Los limbos tiernos son de color verde - claro o rosado y los adultos son color verde – oscuro de hojas brillantes.

2.1.3.3. Flores

Franciosi (1992) menciona que las flores son hermafroditas y miden hasta 2 cm. de largo y 1cm. de ancho nacen en las axilas de las hojas a veces solitarias o en número de 2 a 3 el pedúnculo es de sección cilíndrica de 2 a 3cm. de largo cubierto totalmente de pubescencia. El cáliz está formado de 5 sépalos libres cubiertos de pubescencia ferruginea muy fina: 3 externos gruesos y 2 internos que alteran con los primeros, delgados y de color verde y de color verde o marrón claro. Todos los sépalos son abovados, de ápice obtuso subagudo y persisten en el fruto hasta la madurez. La corola de color verde-claro está formada por 5 sépalos con su parte inferior soldada formando un tubo y mientras que en la parte superior quedan libres, la corola aun turgente cae después que la flor abre dejando, al descubierto el estigma y parte del pistilo. El androceo está compuesto por 5 estaminodios lineales, citados concrecentes entre los pétalos y por 5 estambres concentres a la corola en su parte media ligeramente más cortos que los estaminodios. Las antenas son de forma oboval, lanceoladas, erectas y con dehiscencia lateral. El pistilo tiene un ovario supero, cónico o esférico, pentacarpelar y pentalocular, con un solo rudimento seminal en cada lóculo; es pubescente en su base y está unido suavemente al pistilo que termina en un estigma simple y obtuso.

2.1.3.4 Fruto

Franciosi (1992), describe al fruto como una baya esférica, cónica o achatada de 4 a 7cm. de diámetro, con color característico. El escardo o cáscara es muy delgado y de color verde o amarillo bronceado y quebradizo; lampiño o algo escamoso, generalmente con una punta apical que suele estar rodeada de anillo bruno o verde claro. El mesocarpo o pula es de grosor variable y textura harinosa, suave o dura. Su color varía del amarillo-intenso a pálido y tiene un sabor muy agradable. A los de textura suave se les llama “Lúcumo de seda” y a los de textura dura, “Lúcumo de palo”. El endocarpo u ollejo es delgado y de color amarillo claro.

2.1.3.5 Semilla

Franciosi (1992) describe a la semilla de forma redonda y algo achatada de 2 a 4cm. de diámetro y está cubierta de un epidermo grueso de color marrón u oscuro con hilio u ombligo oblongo de color blanco – opaco. Los frutos pueden tener de 1 a 5 semillas, también hay frutos sin semillas (frutos partenocárpicos). Por lo general tienen un solo embrión pero pueden hallarse de 2 a 3. Los cotiledones son bien desarrollados y de color blanco – amarillento.

2.1.3.6 Floración

Franciosi (1992) menciona que la planta de lúcumo florece y fructifica todo el año, siendo mayor en los meses de más temperatura. En plantas injertadas la floración se inicia al tercer año; en las francas a los cinco años o más. Las yemas florales aparecen en las axilas de las hojas nuevas a pocos días de la emisión de los vástagos. Una vez los botones alcanzan 1cm. incluyendo al pedúnculo, aparece el segundo y posteriormente el tercero presentándose en un solo vástago flores y botones en diferentes estados de desarrollo. Cuando alcanzan de 10 a 15 mm. de largo y 6 a 7 mm. de diámetro, la corola sobresale del cáliz y simultáneamente se alarga el pistilo; para recibir el polen al abrirse los pétalos se produce la reminiscencia de las antenas y la receptividad del estigma. Posteriormente la corola aún turgente y los estambres marchitos se desprenden deslizándose sobre el estigma. Desprendida la corola, el ovario protegido por el cáliz continúa su desarrollo para formar el fruto o caer conjuntamente con su pedúnculo si no hay fecundación. La polinización es realizada por los insectos; todas las variedades o clones son autofértiles. Desde la polinización hasta la madurez comercial de fruto transcurren de 8 a 9 meses.

2.1.5 Análisis nutricional de la fruta

Franciosi (1992) menciona que la composición de la pulpa de fruta expresa los valores promedios de los elementos constituyentes por cada 100 gr. de la misma. El lúcumo tiene buen contenido de calcio, es rico en niacina o vitamina B5 sobrepasando a muchos frutos y verduras, en este concepto (la naranja tiene 0.28 mg., la manzana 0.10 mg). La niacina es muy importante en el tratamiento de las enfermedades nerviosas y circulatorias digestivas.

Cuadro N°1 Composición de la pulpa de lúcumo expresada en valores promedios de los elementos constituyentes por cada 100 gr. de la misma

Composición	Valor
Energía (Kcal)	99
Agua (gr)	72.3
Proteína (gr)	1.5
Grasa (gr)	0.5
Carbohidratos (gr)	25
Fibra (gr)	1.3
Ceniza (gr)	0.7
Calcio (mg)	16
Fósforo (mg)	26
Hierro (mg)	0.4
Retinol (ug)	355
Tiamina (mg)	0.01
Riboflavina (mg)	0.14
Niacina (mg)	1.96
Ácido ascórbico (mg)	2.2

Fuente: Franciosi (1992)

2.2 REGULADORES DE CRECIMIENTO

Weaver, R. J. (1985) menciona que los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico vegetal. Las hormonas de las plantas o fitohormonas, son reguladores producidos por las mismas plantas que, en

bajas concentraciones, regulan los procesos fisiológicos de aquellas y por lo general se desplazan de un lugar de producción a un sitio de acción.

Davis P. J. (1987) enuncia que es muy difícil definir el término hormona vegetal con toda precisión. Muchas sustancias del tipo hormonal pueden actuar en su lugar de síntesis al parecer de modo no específico; o a nivel genético como inductores o represores. A menudo se prefiere el término fitorregulador, refiriéndose a compuestos naturales o sintéticos que inducen respuestas en el crecimiento, desarrollo o metabolismo.

Rojas y Ramírez (1993) conceptualizan que los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. La acción de los fitorreguladores hormonales es la misma, o muy parecida a la de las hormonas naturales; existe réplicas sintéticas de los principales grupos.

2.2.1 Auxinas

Timan, citado por Mendoza (1988) define a las auxinas como sustancias orgánicas que promueven el crecimiento a lo largo del eje longitudinal, en concentraciones aproximadas de 0.003 molar. Todos los compuestos que tienen actividad auxínica poseen hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes, y algunos de ellos contienen, además, nitrógeno y cloro; tienen estructuras simples, pero la mayoría son complejos.

Ha sido confirmado en gran cantidad de investigaciones que las auxinas naturales, aplicadas artificialmente, son un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en tallos, además, se ha demostrado que la división de las primeras células iniciales depende de la presencia de auxinas, ya sea aplicadas o endógenas.

Rojas y Ramírez (1993) mencionan que las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo, sino de la célula, por ejemplo sobre la mitosis, el alargamiento celular, etc., de modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos fisiológicos que se basen en los fenómenos citológicos afectados. La acción básica de las fitohormonas ocurre sobre los ácidos nucleares a nivel de la transcripción del mensaje (DNA-RNA).

Rojas y Ramírez (1993), además mencionan que los grupos auxínicos se pueden clasificar en:

1. Derivados del Indol, de los más se usan los ácidos indolpropiónico (APA) e indolbutírico (AIB) y el indolacético (AIA), que es la auxina natural típica que se utiliza poco en la tecnología por su gran movilidad en la planta.
2. Derivados del naftaleno, siendo de amplio uso los ácidos naftalenacético (ANA) y el naftoxiacético (NONA y BNOA) y naftilpropiónico (NPA).
3. Derivados fenoxi, de los que más se usan los fenoxiclorados como herbicidas selectivos (2,4,D; 2,4,5,T; MCPA) pero en ocasiones también tienen aplicación como hormonas.

2.2.1.1 Ácido indolbutírico (AIB)

Davies P.J. (1987) indica que entre los reguladores de crecimiento que comúnmente se utilizan, uno de los mejores estimulantes del enraizamiento es la auxina AIB. Este tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas lo destruyen en forma relativamente lenta, por lo que resulta muy eficaz como estimulante de raíces, debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene muy cerca del sitio de aplicación. Los reguladores de crecimiento que se desplazan con gran facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada.

Davies P.J. (1987) define que el AIB presenta ventajas sobre otras auxinas sintéticas formadoras de raíces como el ANA (ácido naftalenacético), ya que este compuesto es mucho más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas de ANA por el peligro de provocar daño a la planta, y las dos auxinas anteriores resultan más activas en la inducción de enraizamiento que el AIA (ácido indolacético), ya que este es más inestable en las plantas y se descompone rápidamente en presencia de la luz solar.

Davies P.J. (1987) menciona que el AIB es mucho más fotoestable, siendo así que si se le expone 20 horas a la luz solar intensa ocasiona solo un cambio ligero en la concentración. Las conclusiones divididas de AIB son más estables; en estudios de respiración de los tejidos de los extremos basales de estacas tratadas con AIB, se encontró que para el tiempo en que se habían formado las raíces en las estacas tratadas, su tasa de respiración era cuatro veces mayor que aquella de las no tratadas. Después de 48 horas del tratamiento tenían en sus bases una concentración de aminoácidos cuatro veces mayor que las no tratadas.

Davies P.J. (1987) indica que el AIB produce sistemas radiculares fuertes, fibrosos, mientras que otros reguladores de crecimiento, como los ácidos fenoxiacéticos, a menudo producen sistemas de raíces atrofiados y matosos, compuestos de raíces dobladas y gruesas. Además posee una moderada actividad auxínica, hecho que permite utilizarlo en una gama de concentraciones relativamente amplia (10 a 5000 ppm) sin causar efectos fitotóxicos ni inhibir el crecimiento caulinar.

Salazar J. (1986) menciona que en la aplicación de la técnica de cultivo de tejido meristemático in vitro en cuatro cultivares de caña de azúcar (*Sacharum spp*) se hace evidente la importancia del tipo y concentración de la auxina utilizada, pues su efecto varía de acuerdo a estos factores. Con 1.0 mg/l de ANA se logró regenerar plantas sobre un callo, lo cual ha sido señalado como posible fuente de variabilidad genética. El AIB a bajas concentraciones logra formar plantitas aparentemente idénticas a la planta madre. Concentraciones bajas de AIA formaron callos sin su posterior diferenciación, pero con 3 mg/l se regeneró plantitas presumiblemente semejantes a la planta madre.

Rivero et al. (2005), menciona en su trabajo de enraizamiento de estacas de semeruco⁴ (*Malpighia glabra L.*) que es viable la propagación con el uso de estacas sub-apicales tratadas con AIB a concentraciones de 750 mg/Kg ya que propicia el mayor porcentaje de enraizamiento de estacas, así como el mayor número y longitud de raíces en comparación con el tratamiento testigo. Los factores de estudio fueron: tipo de estaca (apical y sub-apical) y cuatro concentraciones de AIB (750, 1500, 3000 y 4500 mg/Kg), más un testigo sin aplicación.

Santelices, y García, C. (2003) manifiestan que no aprecian diferencia estadística en la influencia del AIB en el proceso de rizogénesis de *Nothafagus lessandrii spin*, pero sí se observa la tendencia de que al aumentar la concentración de auxina mejoran los resultados hasta llegar a un punto máximo, para luego disminuir. Con un 75% de AIB se presentó un 20% de enraizamiento, el que resultó ser el de mayor valor.

⁴Semeruco: la fruta madura del semeruco es reconocida mundialmente como la de más alto contenido de ácido ascórbico, lo cual le confiere a la especie un alto valor hortícola. Distribuidas en el continente americano desde el sur de Texas hasta Perú.

2.2.1.2 Ácido Naftalenacético (ANA)

Davies P.J. (1987) indica que el ANA es una auxina derivada del ácido naftaleno; que favorece el enraizamiento. Parece que el ANA es completamente estable en presencia de la luz, es más resistente a la descomposición bacteriana y a su destrucción por efectos de la luz. Las aplicaciones de ANA (10-50 mg/l) en el follaje y ápices producen la diferenciación de primordios florales que luego originan frutos cuyo tamaño y calidad dependen del número de hojas. El ANA es una auxina más potente, por lo que su uso requiere ciertas precauciones; por lo general se la emplea en dosis que pueda oscilar entre 5 y 50 mg/l las concentraciones más elevadas pueden causar efectos deformantes en el follaje en crecimiento.

2.2.2 Efectos de las auxinas

Rojas y Ramírez (1993) sostienen que las auxinas intervienen en numerosos fenómenos fisiológicos, su acción depende de su concentración y sus interacciones con los otros reguladores. Al estudiar por separado los diversos efectos es posible observar lo siguiente:

1. Una clara acción sobre el crecimiento celular: este efecto se debe al aumento consecutivo de la plasticidad en la pared esquelética y a la penetración de agua en la célula; la resistencia de la pared disminuye y la célula se alarga.
2. Modificación de la permeabilidad de la membrana (membrana plástica): que se entiende por un rechazo de iones H^+ , lo que provoca una acidificación responsable de la disminución de la resistencia de la pared y absorción de iones K^+ .
3. Estimulación de la división celular en las células de origen cambial (esta acción ha posibilitado los primeros éxitos de los cultivos in vitro): este efecto se ha calificado como "histógeno", ya que conduce a numerosas células, todas ellas semejantes, que forman un callo. Las auxinas, ácido indolbutírico (AIB) y el ácido indolacético (AIA) son usadas en rango que varía de 0.1 a 10 mg/l, el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) se usan en un rango de 0.001 a 10 mg/l.

Las auxinas ejercen un efecto característico sobre la diferenciación celular, promoviendo la formación de órganos adventicios. Se dice además que promueve una diferenciación celular retornando las células a una fisiología de meristemo, tomando

diversos caminos de rediferenciación, o formando masas de células indiferenciadas, verdaderos tumores que desorganizan la anatomía de los órganos, pudiendo causar la muerte como sucede con los herbicidas auxínicos. Como algo concomitante al efecto sobre el alargamiento, división y diferenciación celular se tiene la acción de la auxina sobre la dominancia apical y los tropismos.

Davies P.J. (1987) refiere que los efectos citológicos se basan en efectos bioquímicos. Las auxinas activan a las enzimas de la deshidrogenación respiratoria en el ciclo de Krebs. Además, el contenido enzimático de las plantas tratadas con auxinas es diferente a las no tratadas.

Un efecto compartido con otras hormonas es el de activar el transporte de nutrientes por el floema. El AIA induce una acumulación de fósforo en el sitio en que se aplica, así como de metabolitos marcados. En todos los casos el movimiento se hace por el floema

2.2.2.1 Alargamiento celular

Vásquez y Torres (1990) indican que si bien se ha trabajado mucho sobre los mecanismos que intervienen en el alargamiento celular, es relativamente poco lo que se conoce de ellos. No obstante, varios autores consideran que el fenómeno abarca por lo menos tres etapas:

- 1) Aumento de grado de elasticidad y plasticidad de la pared celular.
- 2) Entrada osmótica de agua dentro de la célula.
- 3) Síntesis de nuevo material para el crecimiento de la pared celular.

El primer efecto de la acción auxínica se aprecia en las paredes celulares paralelas al eje del colíoptilo. Primero se observa el aumento del módulo plástico, acompañado de entrada de agua de la célula. Este último fenómeno se producirá debido a una disminución de la turgencia de la célula por efecto del aumento del grado de plasticidad de la pared. En consecuencia, disminuirá el potencial de agua de la célula. Es necesario destacar que el potencial osmótico no se modifica en forma apreciable al aumentar el volumen celular. Esto se debe a que la cantidad total de solutos aumenta por incorporación o liberación de azúcares y, en menor grado, por acumulación de iones.

El alargamiento de la célula se producirá como consecuencia de la absorción osmótica del agua y a favor del aumento del módulo plástico de la pared. Esto parece confirmarse porque en los medios de manitol, isotónicos por ejemplo, el alargamiento no se

produce o es muy poco apreciable, pero vuelve a manifestarse si la sección se coloca en una solución hipotónica de auxina.

El aumento de grado de plasticidad de la pared celular es proporcional al aumento de crecimiento estipulado por la auxina. Por otra parte, la deformación plástica no constituye un fenómeno puramente físico, sino que depende de la actividad metabólica de la célula. Por ello, en las paredes de las células muertas no se modifica el grado de plasticidad y tampoco se produce alargamiento.

El aumento del módulo plástico ocurre en muy pocos minutos, a menudo antes de que el alargamiento se inicie y mucho antes que la célula, por la acción de la misma auxina, comience a sintetizar nuevas proteínas y enzimas.

Actualmente se considera que la auxina promueve la activación, quizás en la laminilla media, de enzimas preexistentes que provocarían la ruptura de las uniones entre las microfibrillas de celulosa y las que existen entre las proteínas de la pared celular (extensiva) y la celulosa, y entre ésta y los compuestos pépticos y hemicelulosa. La auxina exalta también otros procesos vitales durante el alargamiento celular.

La intensidad respiratoria y la síntesis de ATP aumentan, posiblemente en conexión con síntesis de nuevo material de pared. La síntesis proteica también se incrementa, lo mismo que los movimientos citoplasmáticos (ciclosis). Las relaciones de estos fenómenos con el alargamiento celular no han sido aun convenientemente dilucidadas.

Se ha demostrado que la acción de la auxina sobre el alargamiento celular está basada en una serie de modificaciones que produce previas a este proceso. Estas son:

- Incremento del contenido osmótico de la célula.
- Incremento de la permeabilidad celular.
- Reducción de la presión de pared.
- Aumento de la síntesis de componentes de la pared.
- Inducción de la síntesis de ácido mensajero (ARNm) o proteínas específicas (enzimas), lo cual origina el aumento de la plasticidad y de la extensión celular.

Podemos decir que primero se modifica la plasticidad de la pared celular, posteriormente la elasticidad y por último el engrosamiento.

La auxina incrementa la plasticidad de la pared porque estimula la acción de la enzima específica que provoca la ruptura de los puentes de calcio; este cambio reduce la presión de la pared y permite el incremento de la permeabilidad celular al aumentar la turgencia (esta produce el estiramiento elástico). El incremento de la permeabilidad

celular está estimulado, además, por el aumento de los solutos osmóticos en el interior de la célula.

2.2.2.2 Rizogénesis

La rizogénesis se ha estudiado a través del tiempo. Bovillene y Went (1933); citados por Del Solar y Valdebenito (1993), formularon la teoría de rizocalina (compuestos formadores de raíces encontrados en cotiledones, hojas y yemas). Posteriormente, Galet (1973) expresa que la rizogénesis comienza por una diferenciación celular desconocida hasta el momento y una proliferación moderada, concluyendo en una mitosis y producción de un parénquima meristemático; luego la proliferación se acelera localmente formándose un pequeño esbozo de tres células que se organizan. Además afirman que una sustancia denominada caulocalina, de composición química desconocida, sería el estimulador del crecimiento del tejido, este sería influenciado por la kinetina, y ejercería una acción estimulante sobre la formación de raíces.

Gilard (1973); citado por Del Solar y Valdebenito (1978) afirma que la auxina tendría tres diferentes tipos de acción, la primera provocaría la activación del cambium y la diferenciación de células parenquimatosas; la segunda acción estimularía la síntesis de un mensajero secundario y en la tercera acción este mensajero migraría de una manera estrictamente polar, acumulándose en la base y aportaría a los grupos masivos celulares neoformados la información específica que ocasionaría la organización de los meristemas de las raíces.

Haissig (1974); citado por Del Solar y Valdebenito (1978) postula que existe una relación anatómica entre xilema inmaduro y la iniciación del primordio. Sugiere que el xilema activo también sintetiza auxina o que hay transporte desde el ápice del tallo. Además sostiene que otros factores fuera de las auxinas pueden afectar el lugar del proceso rizogénico, ya que tejidos desarrollados cerca del xilema revelan una respuesta superior a la respuesta de otros tejidos como epidermis, corteza y médula.

Weswood (1973); citado por Del Solar y Valdebenito (1978) señala que el balance de auxina y los otros constituyentes de los tejidos de las planta controlan la diferenciación, el crecimiento y desarrollo de los órganos y es la base para el enraizamiento. Este balance estaría dado por la combinación de factores genéticos del medio y factores químicos.

Devlin y Jackson (1961), citados por Devlin (1980) postulan que las raíces son mucho más sensibles a las auxinas que los tallos, y se puede obtener una estimulación

de rizogénesis con concentraciones suficientemente bajas. La aplicación de concentraciones relativamente altas de auxinas, retardaría el alargamiento de la raíz y provocaría un aumento en el número de ramificaciones de ésta.

Según un modelo propuesto por Jarvis (1986), en el proceso de enraizamiento podría conocerse cuatro fases o etapas. Existiría una primera fase de inducción que dependería de las auxinas presentes, endógenas (naturales: Ac. Indolacético) o exógenas (Ac. Indolbutírico y/o Ac. Naptalenacético) que deben ser proporcionadas continuamente. En la iniciación de los primordios se reconocen dos etapas: una temprana, auxina dependiente, y otra tardía, donde las auxinas no serían necesarias, pero cuya presencia no afectaría la formación y/u organización de las mismas. Por último habría una etapa final, de desarrollo y especialización; en esta etapa altas concentraciones de auxina serían inhibitorias; aunque en pequeñas cantidades mejorarían el número y largo de raíces formadas. Numerosos trabajos han demostrado el efecto del ácido indolbutírico (AIB) y del ácido naptalenacético (ANA) en la producción de raíces en estacas de diferentes especies (Hartmann et. Al. 1997).

2.2.3 Fisiología de las auxinas

Vejarano y Martínez (1990) expresa que en los estudios fisiológicos realizados con estacas de chicharo han dilucidado el papel de las auxinas en el intrincado proceso de la iniciación de raíces el cual se puede dividir en dos etapas:

- 1) Una etapa con auxina activa, que dura unos cuatro días, durante la cual para que se formen las raíces se debe proporcionar auxina procedente de una yema terminal o de auxina aplicada.
- 2) Una etapa inactiva en auxina, suspendiendo la auxina en esta etapa que dura cuatro días aproximadamente no afectando la formación de raíces.

Es conocido que 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 forma actúan todas las auxinas sintéticas, es decir, que para una molécula de auxina natural o sintética tenga actividad debe establecer la 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.

La formación de esbozos radicular esta, al igual que en el efecto de dominancia apical, en dependencia de la proporción existente entre el ácido indolacético y la cinetina; cuando la proporción se inclina a favor del acilo se producen raíces y si

predomina la cinética se inhibe la formación de raíces y se desarrollan preferentemente los brotes foliares.

A menudo las mezclas de sustancias estimuladoras del enraizamiento son más efectivas que cualquiera de sus componentes aislados.

2.2.4 Distribución y transporte

Vásquez y Torres (1990) indican que los órganos reproductores de auxinas son los ápices de crecimiento de las hojas, los tallos, las yemas y las raíces aunque esta sustancia se encuentra distribuida ampliamente por toda la planta.

Las auxinas se hallan en la planta en dos formas diferentes, una de fácil extracción por simple difusión, que viaja normalmente por los conductos de la planta, llamada auxina libre y otra forma de difícil extracción que requiere de disolventes orgánicos que es inmóvil y que se encuentra combinada constituyendo complejos proteicos a lo cual debe su nombre de auxina combinada.

La auxina libre no presenta actividad fisiológica, se produce en los órganos productores de auxina y viaja de esta forma por la planta hasta que presenta actividad fisiológica; es decir que la auxina libre viaja desde su lugar de síntesis a su zona de acción donde pasa a la forma combinada.

El crecimiento de determinada zona de tejido está sujeto al equilibrio entre la proporción de auxina combinada existente en los órganos de crecimiento de la planta.

El transporte de la auxina en la planta puede realizarse fundamentalmente en dos direcciones: hacia la base o hacia el extremo superior de la planta; el primero se denomina basípeto y el segundo acrópeto. La mayor parte de movimiento de auxina se efectúa mediante el transporte basípeto, mientras que el acropeto sólo representa un tercio del transporte acrópetalo.

Los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas nos demuestran que la falta de oxígeno inhibe el transporte auxínico, de los cuales se deduce que la circulación de auxinas en la planta puede ocurrir de dos modos diferentes: con intervención de energía metabólica y a favor de una gradiente de difusión.

2.3 POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DEL INJERTO

Hartman y Kester (1994), indican que un injerto consiste como mínimo en dos partes: el pie o el patrón con raíz y la variedad formada por una yema o bien un brote

con varias yemas (injerto de púa) que se implantarán sobre el portainjerto por encima de del suelo.

2.3.1 Crecimiento posterior del injerto

El crecimiento de los árboles frutales tiene lugar como en todas las plantas, por división celular. En los ápices de las raíces y de los brotes - los llamados puntos vegetativos - existen tejidos capaces de dividirse (meristemos primarios) que posibilitan el crecimiento longitudinal, el crecimiento en espesor de los troncos ramas y brotes.

Se debe sencillamente a un engrosamiento regular de las células ya formadas, de hecho las células de los tejidos formadores en los puntos vegetativos también aumentan de tamaño, pero ello sólo puede producir un engrosamiento limitado, ya que tras un tiempo determinado estas células alcanzan siempre un estado invariable.

Como el tronco y las ramas de un árbol siempre van aumentando de forma regular su vigor, no es posible que intervenga tan sólo el engrosamiento de los meristemos primarios. Para ello se precisa la existencia de una capa de células capaces de dividirse en los tejidos ya formados: el cambium. Este tejido formativo (meristemo secundario) que se encuentra entre la parte leñosa y el líber, permite el crecimiento en grosor. La capa del cambium es la que posibilita la realización con éxito de los injertos.

2.3.2 Premisas histológicas

Hartman y Kester (1994), señalan que tan pronto como el cambium de la variedad se pone en contacto con la variedad del cambium del patrón puede tener lugar la unión mediante una fusión del callo. A pesar de existir tan sólo una capa de tejido esencial para el injerto, existen varias posibilidades de unir los dos individuos, tal como lo prueban los distintos tipos y métodos de injerto.

El cambium del patrón se libera de distintas formas y en distinta medida según el método de injerto elegido. Cuando se injertan partes del mismo grosor como es el caso del injerto oblicuo y el injerto inglés, en el patrón se practica un corte de dimensiones iguales al practicado en la variedad a injertar. En un caso ideal ambas capas del cambium encajan perfectamente. Algo similar ocurre en el injerto llamado de incrustación o pie de cabra: el cilindro del cambium del patrón se corta de tal forma que permite un buen contacto con el cambium liberado en forma de cuña en la variedad a injertar. En ambos casos se precisa un trabajo muy minucioso para que las capas cortadas de tejido puedan combinarse con exactitud.

En los injertos de escudete y en los sistemas injertos de corona se produce una separación de la corteza y la madera inferior, sólo posible mediante desgarro de la capa del cambium, lo que deja en libertad una mayor superficie de tejido de unión tanto en la parte leñosa como en el líber. En la gran mayoría de sistemas de injerto sólo se usa el cambium de la parte leñosa para la unión. Mientras en el injerto oblicuo y en el injerto de incrustación se precisa realizar un trabajo muy minucioso, en otros casos no es necesario ya que el estrecho anillo del cambium de la variedad a injertar se encuentra sobre una mayor superficie cambial del patrón. Es fácil de comprender que este hecho aumente la seguridad de éxito del injerto. Como es lógico casi todos los injertos se llevan a cabo en el periodo en que la corteza se separa con facilidad de la parte leñosa.

2.3.3 Transferencia y unión de los tejidos

Hartman y Kester (1994) indican que a excepción de los injertos, los portainjertos ya se encuentran en lugar fijo en el momento de esta operación. Esto significa que las plantas unidas en el suelo disponen ya de un aporte de agua y nutrientes y por ello portan con un organismo capaz de funcionar. En un organismo bien abastecido, cada célula de los tejidos tendrá un buen estado ¿Qué sucede no obstante con los tejidos de las varas o estacas a injertar, que han sido separados de la planta madre y que han sido almacenados durante un cierto tiempo? Podría pensarse en que la separación del sistema abastecedor puede provocar la muerte de la estaca; esto es lo que sucede si esa parte se dejara abandonada a su suerte bajo las influencias atmosféricas. Si la vara es guardada de una forma adecuada es posible conservarla con vida. Los cuartos o sótanos con baja temperatura, ambiente húmedo y poca luz son contextos adecuados para ello. La posibilidad de guardar con éxito las varas representa una especie de banco de tejidos.

Un especial problema de los almacenamientos de este tipo es la posibilidad de mantener el contenido de agua en los tejidos; no obstante es a partir del injerto cuando comienza el periodo crítico del brote, la púa o yema; cuando los calores y vientos de la primavera amenazan con secarlo antes de que se haya logrado un buen contacto entre las partes injertadas. Sólo cuando se haya formado tejido y las dos partes establezcan una unión mediante los llamados puentes de parénquima se posibilita el transporte de agua del patrón a la púa del injerto. Esta conducción de urgencia de seguridad permanece intacta hasta que los cambiums se hayan unido entre sí y se haya formado un

punte leñoso gracias a la aparición de nuevas células. Gracias a este puente leñoso se consigue el buen transporte de agua.

Hartman y Kester (1994) mencionan que en este proceso de unión existe otro factor de importancia indudable: las varas deben ser injertadas antes de que comience la transformación de las yemas, es decir, que se acabe el período de reposo y se inicie o prepare el desborre. Todos los especialistas en el tema saben que un injerto no ha prendido cuando las yemas del cultivar injertado en su lugar de depósito, muestran síntomas de apertura en primavera, lo que no es extraño en los cerezos. Ello se debe a que la púa, cuando las yemas empiezan a despuntar, no es capaz de formar un callo suficiente, lo que impide una fusión de los tejidos. Gruppe (1998) realizó investigaciones con yemas en reposo y yemas que comenzaban a despuntar de cerezos y ciruelos comunes, y vio que estas debían ser injertadas (injerto de púa) lo más pronto posible en primavera (independientemente de que fuera un injerto de invierno o injerto al aire libre) ya que las condiciones previas para una buena formación del callo sólo se daban en yemas en reposo. La fase de reposo más profundo se sitúa en setiembre y octubre, es decir mucho antes de lo que se suponía hasta ahora. Durante ese período de reposo existe una sustancia vegetal inhibidora que desempeña un papel importante, el ácido abscísico (ABA).

Hartman y Kester (1994) indican que los brotes cortados con hojas deben ser también conservados para las púas de injertos sin hojas, para conservar su contenido en agua pero durante un tiempo mucho menor. Mientras que los tejidos de las varas de invierno se encuentran en un estado latente donde los procesos vitales se hayan reducido al mínimo, los brotes con hojas se encuentran a un máximo de actividad. Cualquier intervención produce un shock muy fuerte que sólo puede ser superado si el traspaso de las partes se realiza en un tiempo muy corto. Además las partes del brote que causan la evaporación del agua deben ser sacadas del brote justo después del corte, los brotes maduros pierden menos agua por evaporación que los verdes. Los brotes marchitos o secos no deben ser adecuados para el injerto. Tampoco se consiguen buenos resultados con brotes dañados por las heladas. Un signo seguro de estas lesiones es la coloración pardusca del anillo del cambium o de una parte del mismo (los brotes de los frutales de hueso suelen ser más delicados que los de pepita). Además de estas influencias existen también otros factores que pueden afectar al cambium en su capacidad de formación de células lo que influye de forma directa en su capacidad de unión. En la descripción de estos fenómenos se pone de manifiesto que las dificultades para una transferencia parten

principalmente del cultivar a injertar, ya que es en él en donde los tejidos separados del resto del organismo deben conservarse vivos. El cambium que se expone en el cultivar y en patrón mediante sendos cortes no soporta bien las condiciones atmosféricas, por ello es conveniente proceder a cortar ambas partes justo antes del injerto. Las últimas investigaciones con yemas y púas pre-cortadas han mostrado que el cambium de las partes ha injertar permanece intacto durante un tiempo mayor al pensado si el manejo es el correcto.

Hartman y Kester (1994) proponen que para la transferencia de tejidos tiene por último gran importancia que la parte leñosa de ambas partes no pueda impedir el contacto de las zonas cambiales. Para que desde el comienzo de la unión exista un estrecho contacto entre el patrón y la parte a injertar se atan bien ambas partes con rafia e incluso pueden llegar a clavarse. El patrón y el cultivo a injertar, comienzan a soldarse en un ambiente cerrado ya sea por el recubrimiento de la unión con cera o preparados especiales, o bien atadura tipo bandas de goma o lámina metálica.

Estudios sobre injertos han mostrado la existencia de tres fases en el proceso de unión:

1ra Fase: Durante los dos primeros días no se observa ninguna reacción en las partes injertadas. Sobre la superficie aparece un color pardusco originado por las células heridas durante el corte. Al tercer día intervienen ya las células del cambium no heridas y otras células del patrón que se encuentran justo debajo de la herida. Este crecimiento celular inicial conduce a la formación del llamado tejido intermedio que crece en el espacio libre entre el patrón y la parte injertada. La zona de la herida del patrón es rodeada y cubierta en parte por este tejido intermedio; en este estadio puede existir ya un contacto entre el patrón y la variedad injertada. No obstante lo más frecuente es que la zona de la herida del patrón se cubra de tejido intermedio y presione la zona de la herida de la púa o yema injertada. Entonces, aparece aquella capa aislante que ya fue nombrada al hablar de los casos de incompatibilidad. En los casos normales, no obstante, esta capa de separación es vencida por el tejido intermedio mediante crecimientos entorno o a través de ella o alejándola hacia una zona no importante para el contacto entre ambas partes.

2da Fase: Aumenta la presión entre ambas partes debido al mayor crecimiento del tejido intermedio. El brote se ha comportado hasta ahora de una forma pasiva.

3ra Fase: Partiendo del tejido intermedio del patrón se forman unas cuñas de crecimiento que se dirigen hacia el tejido de la corteza o yema injertada. A continuación, se desarrollan los puentes de parénquima. Ahora tiene lugar el primer trasvase de agua hacia la zona exterior leñosa de la púa (aún un sistema de emergencia) gracias a estos puentes de parénquima; lo que provoca la primera reacción positiva de la parte injertada. El cambium del cultivar injertado recibe un nuevo impulso y comienza gradualmente su proceso de división celular, después del cual se produce la unión de ambos cambiums a través de los puentes de parénquima. Este cambium recién aparecido comienza a formar xilema hacia el exterior y líber hacia el exterior. Cuando se han formado ya unos puentes leñosos, gracias a la acción del cambium, se establece el suministro de agua a través de ellos. Los puentes de emergencia se paralizan.

Buchloch (1958), mencionado por Hartman y Kester (1994) realizó unas investigaciones histológicas en combinaciones de peral - membrillero y pudo comprobar que el contacto protoplasmático entre el patrón y la púa injertada tenía lugar a través de la conexión de tubos cribosos. La unión de las dos partes injertadas dura de 30 a 50 días. Antes de esta fecha conviene sacar las ataduras que sujetan al patrón de la púa injertada.

2.3.4 Proceso de unión del injerto

Turquois et. al.(1996) enuncia que en el injerto completo las dos partes se comportan como una unidad, no sólo para el flujo de agua en la planta, sino para el envío de señales y coordinación entre la raíz y la parte aérea.

El desarrollo de un injerto compatible comprende tres procesos: cohesión del patrón y la variedad; proliferación del callo en la unión y diferenciación vascular entre ambas partes.

Moore, (1984) indica que la cohesión se produce como resultado de la deposición y subsiguiente polimerización de materiales de las membranas celulares, debida a la herida del injerto. El "cemento" secretado en las uniones, a la vez que proporciona soporte mecánico, establece una vía continua para el flujo de agua a través del injerto que permite la recuperación de la marchitez de la variedad unas horas después de la operación (Fig. 1). Esta primera fase, cohesión, no requiere un reconocimiento entre las partes, puesto que el vegetal puede unirse también a un objeto inerte.

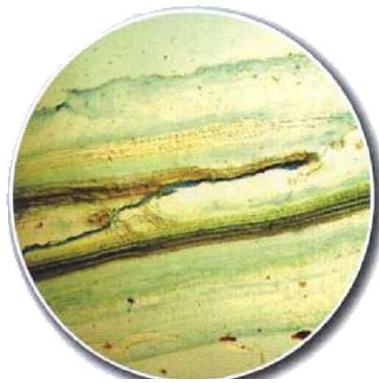


Figura N. 1 Inicio del proceso de unión en la zona de corte.

La proliferación del callo es una respuesta común a las heridas que se produce incluso en injertos incompatibles (Fig.2). En los injertos herbáceos los diferentes tejidos heridos pueden participar en la formación del callo. La diferenciación vascular es el episodio final y es propio de los injertos compatibles. Esta diferenciación vascular se produce entre los vasos del patrón y de la variedad, probablemente en respuesta a las auxinas liberadas de los vasos lesionados.

Poessel. et. Al. (1996) observa en el callo la diferenciación de algunos vasos y tubos cribosos, no directamente derivados del cambium (Fig. 3), que pueden asegurar una primera unión transitoria entre los tejidos conductores de cada uno de los componentes del injerto. Usualmente se diferencian nuevos elementos del xilema lesionado, desde el callo a las dos partes del injerto, a partir de los 4-7 días. El aumento gradual de la unión es evidente desde el día 5-6 correspondiente a la aparición de los puentes entre los xilemas de ambas partes.

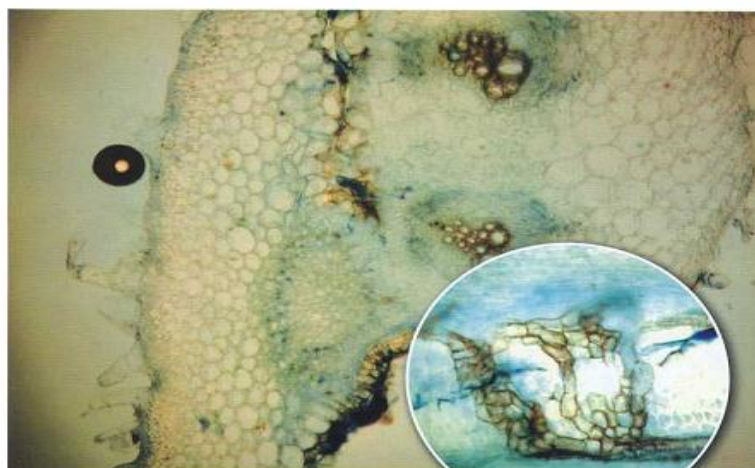


Figura N.2. Formación del callo en la unión.

Figura N. 3 Diferenciación de vasos entre los haces conductores de las dos plantas.

Tiedemann (1989) indica que el desarrollo del floema en la zona del injerto, produce la conexión de los vasos. La unión se completa cuando se han establecido varias conexiones de xilema y floema a través del injerto, lo cual se produce normalmente en un periodo de tres semanas. La respuesta de las células del callo situadas en la periferia de la unión de la unión del injerto, depende de la humedad relativa. Con alta HR, el callo permanece intacto y capaz de soldar el injerto; mientras que un ambiente más seco, las células externas forman una capa suberizada que previene la disecación de las células interiores.

Roberts. et.al (1961) expresa que la fuerza de la unión del injerto evoluciona en tres fases: entre los 1 y 4 días, esta fuerza aumenta lentamente; en los días de 4 al 8 la fuerza de unión aumenta rápidamente y del 8 al 11 a veces crece más lentamente. Entre los días 2 y 6-7 se ve, en la superficie de corte, una capa oscura formada por las células dañadas del corte. A partir del 6to día la división comienza en los tejidos de la variedad y después en los del patrón. La capa necrótica se reabsorbe, se establece la continuidad y se diferencian los elementos vasculares.

2.3.6 Condiciones para el éxito de los injertos

Hartman y Kester (1994) consideran que entre las condiciones más importantes se encuentran las siguientes:

✓ **Temperatura**

La temperatura influye poderosamente sobre la división celular y consecuentemente, sobre la formación de tejido de callo y la diferenciación de nuevos haces vasculares. Con temperaturas bajas o muy altas los procesos se ralentizan o paralizan.

✓ **Humedad**

Los tejidos cortados para la unión del injerto deben mantenerse, por algún medio, en condiciones de humedad elevada pues en caso contrario, las probabilidades de una buena unión son reducidas. Las partes expuestas a baja humedad, se suberifican impidiendo la unión. Por otra parte es necesaria una alta humedad relativa para que no se deshidrate la púa que está sin raíz antes de que se haya restablecido la unión.

✓ **Superficie de contacto**

Un contacto eficaz depende del número y disposición de los haces conductores en las dos plantas que se injertan, y de la importancia y disposición de las zonas de corte que están en contacto.

2.4 CAMAS CALIENTES

Cano, P y Salinas, R (2002) en su trabajo de investigación manifiestan que para calentar el suelo se puede utilizar temperaturas entre 30° y 40°, por lo tanto se pueden aplicar sistemas de energía como la geotérmica, calor residual, industrial, energía solar de baja temperatura. Mediante estas condiciones el sustrato se mantiene en una temperatura constante que favorece el calentamiento basal de las estacas, tratadas además con las raíces, todo ello antes de la apertura de las yemas y de la brotación. Se ha comprobado que es posible disminuir hasta cierto punto la temperatura del aire por debajo de los valores considerados óptimos, si se aumenta la temperatura radicular al mismo tiempo.

En la propagación de plantas por medio de estacas con hojas uno de los principales problemas es evitar que estas se marchiten antes de que formen raíces, esto se puede lograr manteniendo el aire circundante a las estacas a una humedad relativa alta, una aspersión alta intermitente de niebla sobre las estacas que están en la cama de erizamiento es muy efectiva para ayudar al enraíce de estacas con hojas de un gran número de especies de plantas.

Cano, P y Salinas, R (2002) manifiestan que la cama con calefacción con agua caliente y con sustrato de enraizamiento de aserrín y piedra pómez, llegan a tener temperaturas promedio que bordean los 22-24°C. Las especies probadas en las camas calientes fueron membrillero (*Cydonia*, *Ablorga Hill*) granado (*Punica Granatum*) e higera (*Picus cantical*) logrando un 100% de prendimiento en un tiempo menor a los 25 días.

Hartman y Kester (1994) manifiestan que para el enraizamiento de estacas en la mayoría de las especies son satisfactorias las temperaturas diurnas de unos 21 a 27° con temperaturas nocturnas de 15°C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. Las temperaturas del aire en excesivo elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo en las camas de estacas; y algún tipo de calentamiento controlado termostáticamente aplicado debajo de las estacas es beneficioso para mantener la temperatura en la base de las mismas más altas que en las yemas, lo cual en muchos casos estimula el enraizamiento.

2.4.1 Nebulización

Cano, P y Salinas, R (2002) indican que el primer efecto de la nebulización es el enfriamiento del aire por evaporación. El aire enfriado es el más denso, y al descender contribuye al movimiento del aire y del bióxido de carbono por convección a través del cultivo. Si las toberas de nebulización están correctamente colocadas por encima del cultivo, la mayor parte de las gotitas se evaporan en el aire y nunca alcanzan a las plantas. De esta manera, aunque el aire este humidificando, las plantas no llegan a estar húmedas. La nebulización proporciona una homogénea distribución de temperatura y humedad por todo el local y el cultivo, así como reduce las necesidades de ventilación suplementaria para la circulación del aire. Las fluctuaciones estacionales de humedad son equilibradas y hay menos necesidad de riego. La corrosión de las estructuras metálicas se reduce, a menos que se mantenga un elevado grado de humedad constantemente durante prolongados periodos de tiempo.

2.4.2 Temporizador de riego

Cano, P y Salinas, R (2002) manifiestan que el temporizador de riego es un dispositivo que se usa para que la bomba de riego se active y desactive automáticamente, dando así la cantidad de riego requerida a las horas establecidas.

Como para las plantas dentro de un invernadero es ideal una frecuencia de riego diaria, el temporizador nos permite y garantiza que el riego se hará oportunamente, independizando esta labor del factor humano.

Hay diversas clases de temporizadores: unos que abren y cierran válvulas eléctricas que dan paso al riego a sectores previamente asignados, pudiendo con una misma bomba, regar varios sectores previamente asignados a la vez; y los otros que son autoprogramables inalámbricos, que van directamente acoplados a las válvulas sobre las tuberías de riego.

2.5 INJERTACIÓN EN SEMILLA GERMINADA

Gardiazabal y Valenzuela (1983) señalan que la injertación de semillas germinadas ha sido utilizada desde hace muchos años, como una alternativa en la propagación de las especies hortícolas que presentan dificultades para ser reproducidas por otro sistema, es así que se han utilizado con éxito en castaño, nuez de macadamia, nogal, pecano, pistacho; todas de difícil propagación por otros métodos.

Los resultados obtenidos en cuanto a porcentaje de prendimiento son sorprendentemente altos, si se considera que el bajo prendimiento es uno de los factores principales en la injertación de lúcumo. Esta técnica consiste en eliminar la radícula de las semillas germinadas, mediante un corte transversal, luego se hace un corte longitudinal a través de los peciolo cotiledonarios en un ángulo de 90° respecto de las caras internas de los cotiledones y no en el sentido de división, evitando así la apertura de la semilla en dos mitades. La púa se recorta 12 a 14 cm., de longitud con su base en doble bisel, y se sumerge durante 5 segundos en una solución hidro-alcohólica al 50% de ácido indolbutírico (AIB) o en ácido naftalenacético (ANA). Luego se amarra con una banda de polietileno. Se pone en la mesa de propagación quedando el injerto a lo menos 3 cm., bajo el nivel del sustrato.

Hartman y Kester (1994) mencionan que la técnica de injerto anteriormente mencionada, es un procedimiento de injerto usado en algunas especies leñosas con semillas grandes, como el castaño; de germinación hipógea (esto es, los cotiledones permanecen debajo de la superficie del suelo y la púa del tallo aparece sobre la superficie). Este tipo de injerto se hace al comienzo de la primavera, usando semillas debidamente estratificadas. Con este método se han injertado con éxito aguacates y camelias.

2.6 UTILIZACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA ESTIMULAR EL ENRAIZAMIENTO, PRENDIMIENTO DEL INJERTO Y DESARROLLO

Según Hitchcock y Zimmerman (1940) citados por Hartman y Kester (1994), entre los reguladores que comúnmente se utilizan, uno de los mejores estimulantes del enraizamiento es la auxina AIB. Tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructoras de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta, es decir que es químicamente persistente y resulta muy eficaz como estimulante de las raíces. Debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores de crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada. El AIB produce un sistema de raíces fuertes y fibrosas a diferencia de otros reguladores de crecimiento.

Asimismo, el mismo autor, señala que el ANA, es otra auxina excelente, pero es más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas del ANA por el peligro de daños a las plantas. Las sustancias promotoras del enraizamiento, son a

menudo, más eficaces cuando se utilizan en combinación y partes iguales de AIB y ANA, provocan un porcentaje más alto, que cualquiera de ambos utilizado por separado.

Gardizabal y Valenzuela (1983) señalan que se han encontrado enraizamientos máximos desde 83% a 93% en injertos de lúcumo, pero complementando con aplicaciones de fitorreguladores en la técnica del injerto en semilla germinada de lúcumo. En este ensayo utilizaron dos tipos de biorreguladores; ácido indolbutírico y ácido neftalenacético, en dos épocas del año, tanto en invierno como en verano. El porcentaje de enraizamiento fue muy superior a los testigos cuando se empleó AIB en dosis de 2500 y 5000 ppm y con ANA, en una concentración de 1000 ppm.

Asimismo, los autores ya mencionados, señalan que el número de raíces que indica la calidad del enraizamiento fue superior cuando se aplicó AIB o ANA con respecto al testigo en todas las dosis y en ambas épocas, así también se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al largo de raíces.

Weaver (1987) indica que en Hungría se usa comúnmente el ANA a fin de incrementar el porcentaje de prendimiento de injertos de vid, de 10% a 20%. En estacas de frijol mungo, 6 días después de colocar sus bases en agua, son colocadas en solución de AIB concentrado al 1% y AG3 (ácido giberélico) en una concentración de 1 ppm. El AIB estimula el enraizamiento, pero el AG3 lo inhibe por completo.

Herrera (1993) manifiesta que la fitohormona Roothone favorece el desarrollo de las raíces en cuanto a la longitud, tanto al momento del inicio del enraizamiento como en el establecimiento de esquejes.

Margara (1998) señala que en trabajos dirigidos a la multiplicación vegetativa se reemplaza con frecuencia y favorablemente por AIB y AIP (ácido B-indolpropiónico). El ANA es una auxina muy fuerte y muy estable, utilizada especialmente para provocar la rizogénesis. En ocasiones, en la práctica se emplea la asociación AIB y ANA.

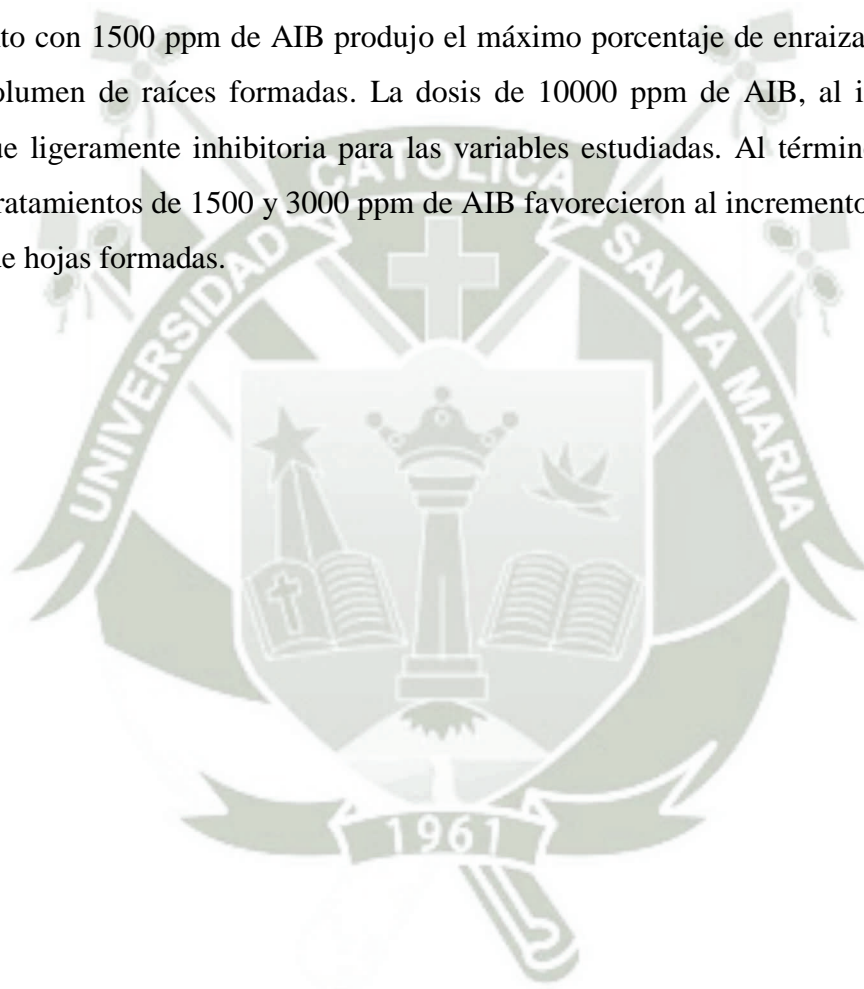
Delgado (1988) indica que la aplicación de 100% de ANA y la mezcla de ANA+AIB generan resultados positivos en el enraizamiento de esquejes de Begonia (*Begonia semperflorens Link*), como es el número de raíces y la longitud de la zona de enraizamiento principalmente, y en el posterior desarrollo logrando un mayor número de ramificaciones, diámetro del tallo, altura de la planta, longitud de entrenudos, número de nudos y diámetro de proyección foliar.

Carrasco (2000) indica que la concentración de ácido indolbutírico (AIB) favorece la formación de raíces en esquejes de dos ecotipos de orégano como es, mayor

longitud de raíces y mayor altura de la planta. La producción de esquejes de orégano es inmediatamente rentable.

Ramírez (2002) indica que en estacas con callo de vid (*Vitis vinífera L.*) se tuvieron buenos resultados en cuanto al volumen radicular, porcentaje de prendimiento, porcentaje de enraizamiento y la longitud del brote usando ANA, que en los tratamientos a los que no se aplicó.

Cetina, et. al (2006) manifiesta que en las dosis de AIB sobre el enraizamiento de ficus (*Ficus benjamina L.*) en diferentes épocas del año, se obtuvieron valores ligeramente mayores para todas las variables durante la época de primavera. El tratamiento con 1500 ppm de AIB produjo el máximo porcentaje de enraizamiento y el mayor volumen de raíces formadas. La dosis de 10000 ppm de AIB, al igual que el testigo fue ligeramente inhibitoria para las variables estudiadas. Al término de los 50 días los tratamientos de 1500 y 3000 ppm de AIB favorecieron al incremento en altura y número de hojas formadas.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El experimento se llevó a cabo en la Instalaciones del Fundo “La Banda” Huasacache, propiedad de la Universidad Católica de “Santa María”, que se encuentra ubicado en:

Distrito	: Hunter
Provincia	: Arequipa
Departamento	: Arequipa
Latitud Sur	: 16°27'51”
Latitud Oeste	: 71°34'30”
Altitud	: 2191 m.s.n.m.

3.1.2. Fecha de ejecución

La siembra de las semillas de lúcumo se realizó del 25 de Setiembre del 2002 hasta el término de la evaluación de las plantas que se realizó el día 25 de Marzo del 2003.

3.1.3 Condiciones ambientales

3.1.3.1 Temperaturas dentro de la cama caliente

El minitúnel construido con fierro de construcción y con cubierta film de polietileno, para mantener una temperatura y humedad adecuada en el interior de esté, cumple satisfactoriamente su finalidad

La temperatura en el interior del minitúnel, a las 07:00 horas varía entre 19.9 °C y 22,7 °C, mientras que los registrados a las 16:00 horas, fluctúan entre 25.8°C a 27.8°C. Las temperaturas medio ambientales fluctuaron entre 15,4 °C y 17,9°C., durante los meses de evaluación.

3.1.3.1 Temperatura del sustrato

Durante los meses en que se desarrolló el experimento las temperaturas registradas, en el sustrato a 4 cm. de la red de tuberías que se mostraron durante las horas del día que comprenden de 07:00 a 16:00, fueron en promedio 20,1°C, mientras que en la tarde la temperatura promedio fueron de 23.5°C; durante la noche 20:00 horas y 05:00 del día siguiente la temperatura promedio que se registro fue 23.2°C

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1 Del material vegetal

3.2.1.1 Semillas

Para el presente trabajo de investigación se emplearon semillas de lúcumo de un peso aproximado de 10 a 12 gr., variedad seda, que se utilizó como patrones o portainjertos, en la realización de la injertación.

3.2.1.2 Plumás o Púas

Se emplearon púas de lúcumo (estacas con hojas) provenientes de árboles madres de lúcumo, variedad seda de madera leñosa del crecimiento de la temporada anterior con hojas maduras y yemas inactivas, pertenecientes a la Universidad Católica de Santa María. Estas estacas se utilizaron como injerto en la semilla germinada (patrón).

3.2.2 De los fitorreguladores auxínicos

Se empleó las siguientes auxinas:

3.2. Ácido indol – 3 butírico (AIB) Q.P.

3.3. Ácido α – naftalenacético (ANA) Q.P.

3.2.3 De los materiales de campo y laboratorio

Equipo de siembra

- ✓ Palas.
- ✓ Rastrillo.
- ✓ Desinfectante (cloro).
- ✓ Bolsas de polietileno.
- ✓ Cinta de polietileno biodegradable.

Equipo de mantenimiento y evaluación

- ✓ Baldes.
- ✓ Regadera.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Película para fotos.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Fungicidas (Benlate, Ridomil, Homai).
- ✓ Calibrador.
- ✓ Manguera.

- ✓ Nebulizadores.
- ✓ Letreros.
- ✓ Cuchillas.
- ✓ Calculadora.

Equipo de laboratorio

- ✓ Reglas graduadas.
- ✓ Pipetas.
- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Frascos ámbar.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Alcohol.
- ✓ Beakers.
- ✓ Bandejas.

3.2.4 Del Sustrato

Sustrato de enraizamiento

Se utilizó piedra pómez (perlita) la cual se desinfectó con Formol al 2 % por 15 días.

Sustrato para el repique en bolsas de polietileno

Se empleó tierra cernida de campo mezclada con compost, en una relación de tres partes de tierra por una de compost.

3.3 FACTORES EN ESTUDIO

Para el presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes factores en estudio:

a. Fitorreguladoresauxínicos

- ✓ Ácido indol – 3 butírico (AIB) Q.P.
- ✓ Ácido α – naftalenacético (ANA) Q.P.

b. Dosis

AIB	{	1000 ppm 2500 ppm 5000 ppm
-----	---	----------------------------------

ANA	{	1000 ppm 2500 ppm 5000 ppm
-----	---	----------------------------------

3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos se hicieron en 3 diferentes concentraciones como se describe en el cuadro N°2 al cuadro N°4

Cuadro N° 2 Clave para factor concentración en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente.

CLAVE	DESCRIPCIÓN
C ₁	1,000 ppm.
C ₂	2,500 ppm.
C ₃	5,000 ppm.

Cuadro N°3 Clave para factor auxina y tratamientos en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente.

CLAVE	DESCRIPCIÓN
A1	AIB
A2	ANA

Cuadro N°4 Clave para factor tratamientos en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente.

CLAVE	DESCRIPCIÓN
T1	A ₁ C ₁
T2	A ₁ C ₂
T3	A ₁ C ₃
T4	A ₂ C ₁
T5	A ₂ C ₂
T6	A ₂ C ₃
T7	sin regulador

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

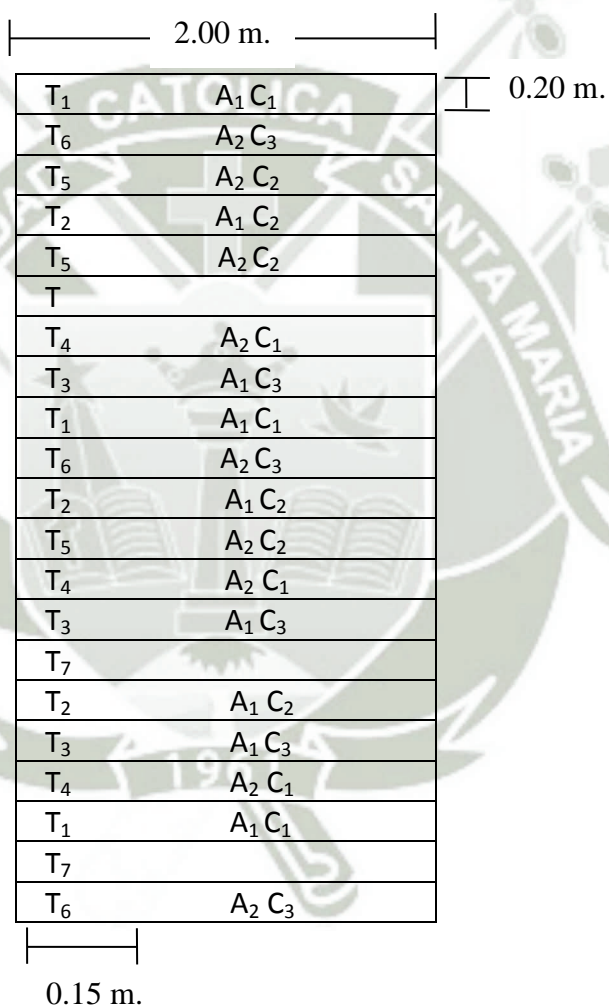
Para el desarrollo y posterior análisis estadístico del presente trabajo se utilizó el diseño Factorial 3 x 2 (3 concentraciones en ppm de productos y 2 diferentes productos: AIB y ANA), con tres repeticiones y 6 combinaciones.

3.5.1 Campo Experimental

Área experimental neta: 18 m²

3.5.2 Unidad Experimental (U.E.)

Número de Unidades Experimentales	: 21
Dimensiones de la Unidad Experimental	: 2.00 x 0.20mt.
Área de la Unidad Experimental	: 0.40mt.
Nº de semillas por U.E	: 10
Nº total de semillas	: 210
Distancia entre semillas	: 15cm.



3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se inició el 25 de setiembre del 2002, y se realizaron las siguientes actividades:

3.6.1 Preparación de la estructura de enraizamiento

- **Cama de germinación, enraizamiento con calefacción.**- Se utilizó la cama caliente de propagación, cuyas medidas son 1.00 x 10.00 m., de superficie disponible. Ha sido construida con ladrillo, mortero de arena y cemento con enlucidos de arena fina con una profundidad de 0.30 m. tiene cuatro tuberías de fierro galvanizado (F^oG^o) de 2" de diámetro. Los costados y el fondo están recubiertos con tecnopor de 2 cm. de espesor, cuya función es de aislante térmico.

- **Preparación y desinfección del sustrato de enraizamiento.**- Se utilizó piedra pómez (perlita), la cual fue previamente esterilizada con Formol al 2 % y cubierta herméticamente con un plástico durante 15 días, después se sometió al proceso de lavado y solarización por el espacio de una semana, para eliminar patógenos y malas hierbas; luego de colocarlo en la cama caliente, se dejó con riego frecuente, antes de sembrar las semillas la altura que alcanzó la cama de sustrato fue de 20 cm.

- **Selección de la semilla.**- Se seleccionaron 300 semillas de tamaño grande (10 a 12 gr), a las cuales se les retiró la cubierta seminal (con golpes suaves tratando de no dañar los cotiledones). Luego se procedió a la desinfección de estas con el fungicida Homay (tiofenate de metil+Tiran) y se llevaron al invernadero para ser sembradas en la cama de germinación.

3.6.2 Siembra.

La siembra se realizó el 25 de setiembre del 2002, en las camas de germinación del invernadero, con un distanciamiento de 10 cm. x 15 cm. entre cada semilla y colocando estas con su polo germinativo orientadas hacia abajo, con el fin que la radícula se desarrolle adecuadamente, y luego se le cubrió con una capa de sustrato. El riego se realizó inmediatamente.

3.6.3 Obtención y preparación de las púas.

Las púas se obtuvieron del centro de Investigación de la Universidad Católica Santa María en la Irrigación de Majes (CEPROBIS). Se seleccionaron árboles que presentaron cualidades agronómicas sobresalientes, esto con el propósito de disponer de material seleccionado (280 púas o plúmas de lúcumo de seda). La recolección se hizo de los ápices de los árboles de madera leñosa del crecimiento de la temporada anterior con

hojas maduras y yemas inactivas de un diámetro aproximado de 4 mm a 8mm y de 20 cm. de longitud; su recolección fue en la mañana, para luego trasladarlas al fundo “La Banda” en Huasache.

3.6.4 Preparación de los fitorreguladores.

La preparación de los fitorreguladores se realizó en los laboratorios del Fundo “La Banda”.

Se preparó soluciones de 5,000 ppm.

- a) 5000 ppm de AIB (1gr. de AIB en 200 ml. de solución)
- b) 5000 ppm de ANA (1gr. de ANA en 200 ml. de solución)

Los fitorreguladores se diluyen en alcohol etílico al 50% (10ml) + Hidróxido de Potasio (50 ml.), luego se completa con agua destilada hasta 200 ml.

Para preparar las diferentes concentraciones se aplica la formula $V_1C_1 = V_2C_2$

Ejemplo: para AIB 1000 ppm.

$$V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1} = \frac{1000\text{ppm} \cdot x200\text{ml.}}{5000\text{ppm}} = 40\text{ml.}$$

Se utiliza 40 ml. de solución AIB 5000ppm y se agrega 160 ml. de agua destilada obteniendo 200ml. de AIB de 1000ppm.

Se prepararon las soluciones según el cuadro siguiente:

Cuadro N° 5 Dosis empleadas en la preparación de los tratamientos (AIB y ANA) en el efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente.

Concentración	AIB 5000ppm(ml.)	ANA 5000ppm (ml.)	Agua destilada ml.
1,000	40ml.	40ml.	160ml.
2,500	100ml.	100ml.	100ml.

3.6.5. Injertación en semilla germinada y aplicación de fitorreguladores auxínicos

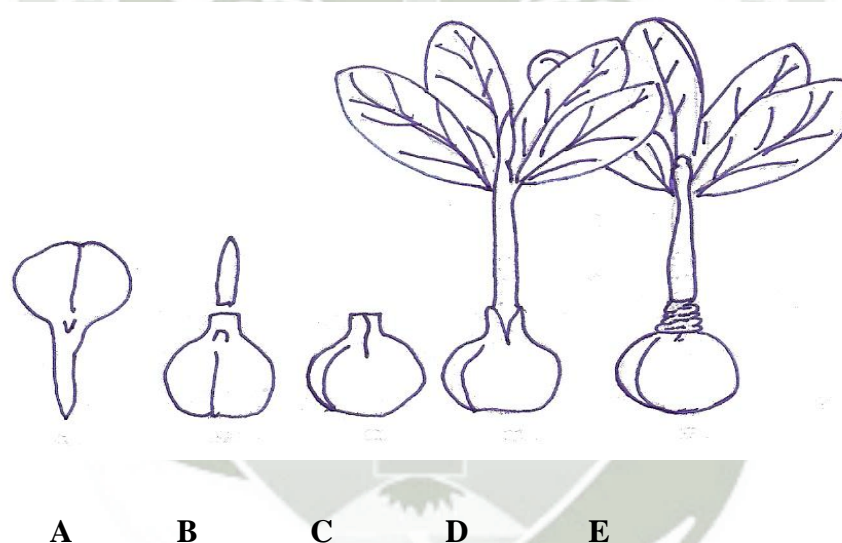
La injertación se realizó el 23 de octubre del 2002, para ello a las semillas ya germinadas se les eliminó la radícula, mediante un corte transversal (con una navaja esterilizada), seguidamente se realizó un corte longitudinal a través de los peciolos cotiledonarios en un ángulo de 90° con respecto a las caras internas de los cotiledones y no en el sentido de su división para evitar la apertura de las semilla en dos mitades. La púa se dejó a 10 cm. de longitud, luego se cortó la base en doble bisel y se sumergió

durante 5 segundos, según corresponda a la solución auxínica de las diferentes concentraciones, a excepción de los testigos.

Luego como para un injerto en hendidura, la púa se insertó entre los cotiledones en tal forma que su superficie quedó en contacto estrecho con la superficie de los cotiledones (a manera de cuña). Posteriormente se envolvió la parte del injerto con parafilm y se amarró muy cuidadosamente con una banda de polietileno (plástico cristal)

Los injertos realizados se plantaron en la cama caliente, con neblina artificial y calor basal. Se enterró la zona del injerto a una profundidad de 3cm. por debajo del nivel del sustrato, donde permanecieron por 60 días hasta la soldadura del injerto y el brotamiento de raíces secundarias.

**DIAGRAMA N. 1 Técnica de injertación en semilla germinada de lúcumo
(*Lucuma obovata* HBK)**



- A. Estado de la semilla previo a la injertación.
 B. Remoción de la radícula.
 C. Corte vertical a través de los peciolos cotiledonarios y embrión.
 D. Inserción de la púa en el corte hecho en la semilla.
 E. Amarrado del injerto.

3.6.6 Sistema de riego

El sistema de riego empleado en el interior de la cubierta de polietileno fue por nebulización, las características del sistema son las siguientes:

- Distanciamiento entre emisores : 1.00 m.
- Altura aproximada del emisor del interior al sustrato : 0,5 m.
- Grado de cobertura del emisor : 360°
- Diámetro del área de cobertura del emisor : 1.83 m. (*)

- Descarga de riego aproximada por emisor : 23.85 lt/h (*)
- Presión de descarga por emisor : 2.0 atmósferas (*)

Estas aplicaciones forman una película de agua sobre las hojas, disminuyendo su temperatura y aumentando la humedad alrededor de las hojas, reduciendo con ello la transpiración y la respiración. La frecuencia de riego fue de 20 segundos cada 10 minutos.

(*) Datos del catálogo del fabricante “Wade Rain”.

3.6.7 Cubierta de polietileno

Se utilizó cobertura de polietileno para mantener temperaturas ambientales óptimas (17°C a 20°C), y con esto se mantenía una alta humedad.

3.6.8 Control de enfermedades

Se hicieron aplicaciones preventivas de fungicida, ya que no se registraron enfermedades por el control que se tuvo.

- Benlate PM (Beromyl), fungicida sistémico en polvo mojable en una dosis 3g.por 1lt o 0.3%.
- RidomilMz 72 (Mancozeb + Meta Laxgl), fungicida sistémico y de contacto en polvo mojable. Dosis 3g. por 1lt. o 0.3%.

3.7 MANEJO DE LAS PLÁNTULAS DURANTE EL ENRAIZAMIENTO

El riego se realizó en forma automática con una frecuencia de 20 segundos cada 10 minutos. Como control preventivo para evitar pérdidas por enfermedades fungosas causante de pudriciones, se aplicó Benlate en una concentración de (3% gr/lt) cada 8 días en un volumen de 10lt.

Se realizó un control diario de temperaturas en el sustrato y la cama cubierta con plástico. Cada 5 días se tomaron 5 plantas al azar para realizar un control fitosanitario y observar el desarrollo de raíces adventicias.

El tiempo de inmersión de la radícula fue en un promedio a los 50 días, del 25 de Setiembre al 25 de Octubre fecha en que se realizó el injerto, dejando de 2 a 3 hojas para incentivar el brotamiento, el repique se realizó a los 90 días después del injerto, esto el 5 de Enero del 2003 trasladándolas a bolsas de polietileno cuando ya hubo cicatrización en la unión del injerto.

3.8 MANEJO DE LAS PLANTULAS DESPUÉS DEL ENRAIZAMIENTO

Para disminuir el estrés ocasionado por el traspaso a las bolsas las plantas enraizadas permanecieron por 30 días más dentro de la cama caliente procediendo a quitar el plástico y disminuir la frecuencia de riego esto hasta el 5 de Febrero, fecha en la que se trasladó a las plantas a un microtúnel con Malla Rashel de 60% y el riego se realizó cada 4 días por 20 minutos. Durante la aclimatación el riego era diario por 3 minutos en la cama caliente.

Se realizó aplicaciones preventivas de fungicidas contra chupadera radicular (enfermedades fungosas), aplicando Benlate y Ridomil en forma intercalada a una concentración de 3% (3gr/lit., luego se hizo aplicaciones cada 8 días con mochila.

Las plantas permanecieron dentro del microtúnel hasta el día su evaluación final el 25 de marzo del 2003.

3.9 EVALUACIONES REALIZADAS

Las características a evaluar nos permiten analizar el efecto de los fitorreguladores utilizados y el comportamiento del prendimiento del injerto en semilla germinada.

3.9.1 Porcentaje de enraizamiento

Se evaluaron las plántulas en su totalidad, lo que se comprobó al momento de su traspaso a las bolsas, comprobando el efecto de los fitorreguladores; las raíces adventicias nacieron de los pecíolos cotiledonales y el alto número de raíces indica la calidad del enraizamiento.

3.9.2. Longitud de raíces

Se midieron la longitud de raíces en cm., desde su origen hasta la punta. Se tomaron las longitudes de las raíces más largas en cada planta esto es la mayor longitud de raíz.

3.9.3. Número de raíces

Se contó el número de raíces por planta de cada longitud de raíz.

3.9.4. Soldadura del injerto

Se observó la cicatrización de la unión del injerto con la formación de una callosidad alrededor de la zona injertada. Se consideraron los siguientes parámetros:

Total : Cuando la soldadura alcanzó el 100%.

Parcial : Cuando sólo alcanzó el 50%.

Deficiente : Cuando la unión fue menos del 50%.

3.9.5. Prendimiento del injerto

Se evaluó la activación de yemas después del repique.

3.9.6. Porcentaje de plantas prendidas

Para obtener el porcentaje de plantas prendidas se tomó toda la población observando las plantas que sobrevivieron al repique y después de este (17DDR).

3.9.7. Diámetro del tallo

Con un calibrador Pie de rey se procedió a medir en mm. el diámetro del tallo de cada planta; se realizó a los 108 DDR.

El desarrollo de un tallo fuerte y vigoroso nos permite evaluar el efecto indirecto de los fitorreguladores en el crecimiento caulinar, a través de la síntesis de fitohormonas en la raíces.

3.9.8. Número de Hojas

Se contó el número de hojas después del brotamiento de las yemas aplicables.

3.9.9. Altura de Planta

Se midió la altura antes del repique y después del primer y segundo brotamiento de yemas apicales a los 48 y 100DR, la altura fue medida en cm. desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las evaluaciones realizadas se utilizó el programa estadístico SPSS V.12

CAPITULO IV RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo de investigación se muestran a través de cuadros y gráficos que permiten explicar e interpretar las observaciones realizadas para posteriormente favorecer la discusión de las mismas, asimismo se presentan los análisis de varianza y datos de campo en el Apéndice.

4.1 PORCENTAJE DE PLANTAS ENRAIZADAS

En el cuadro N° 6 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de plantas enraizadas (%), con un nivel de significación del 5%. Para las distintas fuentes de variabilidad hay diferencia significativa entre la concentración (C) y la interacción (AxC), más no en el factor Auxina (A), presentando un coeficiente de variabilidad de 1.69%. En el Apéndice N° 1 se observa los datos obtenidos

Cuadro N° 6 Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

<i>Fuentes de Variabilidad</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>FT</i>	<i>SIGNIF</i>
Auxina (A)	1	12.50	12.50	4.500	4.750	NS
Concentración C	2	69.444	34.722	12.500	3.890	**
Interacción (AxC)	2	25.00	12.50	4.500	3.890	**
Error	12	33.33	2.778			
Total	17	140.278				

NS= No significativo con $\alpha = 0.05$ en la Prueba de F

**= Significativo con $\alpha = 0.05$ en la Prueba de F

CV= 1.69%

De acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el factor concentración Cuadro N°7, nos indica que existe diferencia significativa para el factor C3 (5000 ppm), en cuanto al porcentaje de plantas enraizadas.

Cuadro N°7 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración (C) en el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MERITO	FACTOR	PROMEDIO DE PLANTAS ENRAIZADAS	SIGNIFICACIÓN
I	C1	100.00	a
II	C2	100.00	a
III	C3	95.833	b

En el Cuadro N° 8, la prueba de rango múltiple de Duncan, para la fuente de variabilidad interacción auxina x concentración (AxC), nos indica que el factor A2C3 (ANA 5000ppm), es estadísticamente inferior a los demás factores o tratamientos.

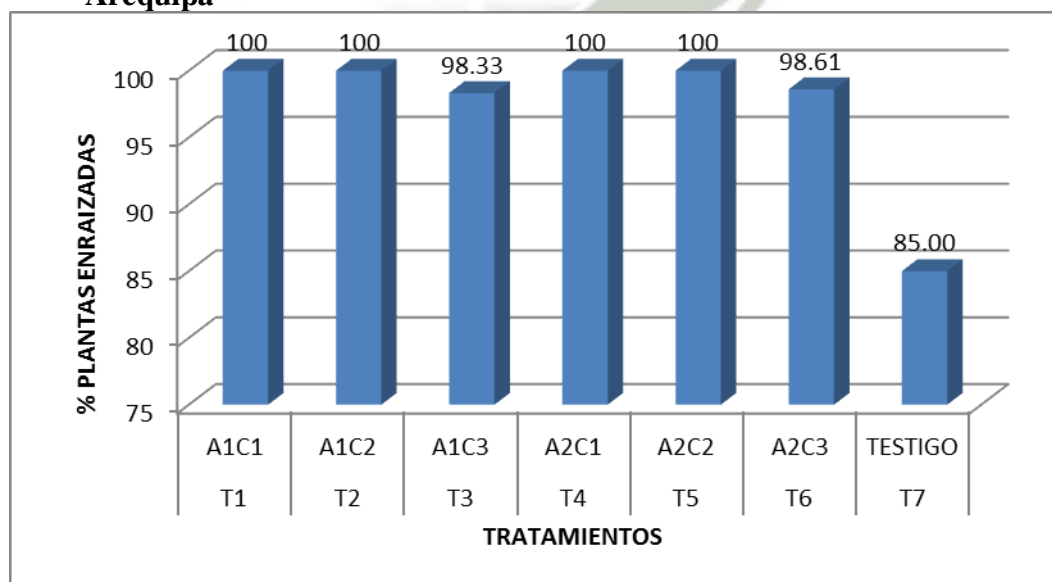
Cuadro N°8 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina * concentración (C) en el porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO DE PLANTAS ENRAIZADAS	SIGNIFICACIÓN
I	A1C1	100.00	a
II	A1C2	100.00	a
III	A2C1	100.00	a
IV	A2C2	100.00	a
V	A1C3	98.33	a
VI	A2C3	93.33	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

En el gráfico N° 1 se observa que el T1 (AIB 1000ppm), T2 (AIB 2500ppm), T4 (ANA 1000ppm), T5 (ANA 2500ppm) con 100% de plantas enraizadas, para el tratamiento T3 (AIB 5000ppm) y T6 (ANA 5000ppm) presenta un porcentaje de 98.33 y 93.33% respectivamente, todos estos valores superiores al testigo con 85.00 %.

Gráfico N°1 Porcentaje de plantas enraizadas (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa



4.2 LONGITUD DE RAÍCES A LOS 60 DDI

El análisis de la longitud de raíces se efectuó a los 60 días después de haber realizado el injerto. En el cuadro N°9 se tiene el Análisis de Varianza (ANVA) a un nivel de significación del 5%, para longitud de raíces a los 60 días después del injerto. En el Apéndice N° 2 se observa los datos obtenidos.

Cuadro N° 9 Análisis de varianza para longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

<i>Fuentes de Variabilidad</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>FT</i>	<i>SIGNIF</i>
<i>Auxina (A)</i>	1	125.61	125.61	42.44	4.750	**
<i>Concentración C</i>	2	24.47	12.24	4.13	3.890	**
<i>Interacción (AxC)</i>	2	33.51	16.75	5.66	3.890	**
<i>Error</i>	12	35.52	2.96			
<i>Total</i>	17	219.10				

NS= No significativo con $\alpha=0.05$ en la Prueba de F.

***= Significativo con $\alpha=0.05$ en la Prueba de F.*

CV= 20.49%.

Los resultados muestran que existe diferencia significativa para el factor A (auxinas), factor C (concentración) y para la interacción A x C (auxinas x concentraciones).

En el Cuadro N° 10 se tiene los resultados de la Prueba de Duncan para el factor auxina, el cual nos indica que el factor A1 (AIB) es estadísticamente superior al factor A2 (ANA).

Cuadro N°10 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO LONGITUD DE RAÍCES	SIGNIFICACIÓN
I	A1	11.04	a
II	A2	5.76	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$.

En el cuadro N°11, los resultados de la Prueba de Duncan nos muestra que estadísticamente, las concentraciones para la longitud de raíces a los 60 DDI, son iguales.

Cuadro N°11 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO LONGITUD DE RAÍCES	SIGNIFICACIÓN
I	C2	9.43	a
II	C1	9.000	a
III	C3	6.77	b

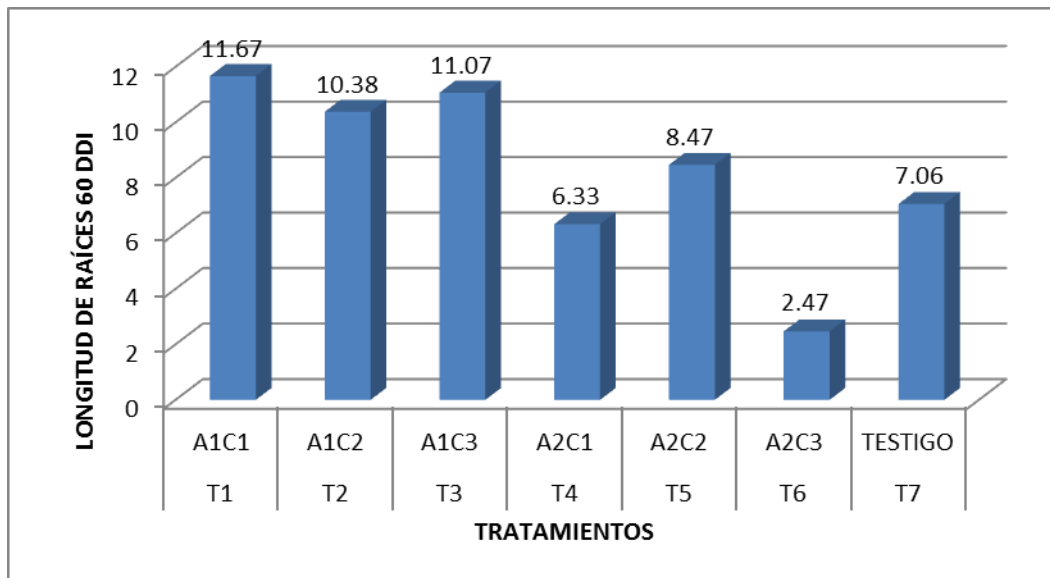
Cuadro N°12 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina *concentración en la longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO LONGITUD DE RAÍCES	SIGNIFICACIÓN
I	A1C3	11.667	a
II	A1C3	11.067	a
III	A2C2	10.383	a
IV	A2C2	8.633	ab
V	A2C1	6.333	b
VI	A2C3	2.467	c

En el Cuadro N° 12 las pruebas de Duncan realizadas para las fuentes de variabilidad auxina*concentración, muestran que las fuentes A2C1 (ANA 1000ppm); A2C3 (ANA 5000ppm) son estadísticamente inferiores a las demás fuentes.

En el Gráfico N° 2 longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, nos muestra que los T1 (AIB 1000 ppm), T2 (AIB 2500 ppm), T3 (AIB 5000 ppm), muestran valores de 11.67, 10.3, 11.07 cm. respectivamente siendo estos valores superiores al del testigo T7 (sin tratamiento) y a los de ANA con concentraciones de 1000 ppm, 2500 ppm y 5000 ppm.

Gráfico N°2 Longitud de raíces (cm.) a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa



4.3 NÚMERO DE RAÍCES A LOS 60 DDI

El análisis de número de raíces se efectuó a los 60 después de haber realizado el injerto. El análisis de varianza nos muestra que se tiene diferencia significativa para el factor Auxina (A)(AIB, ANA) y para la interacción auxina y concentración (AxC), con un coeficiente de variabilidad de 25.08%, para un nivel de significación es de 5%. En el Apéndice N° 3 se observa los datos obtenidos

Cuadro N°13 Análisis de varianza para número de raíces a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIF
Auxina (A)	1	84.500	84.500	13.580	4.750	**
Concentración C	2	17.444	8.722	1.402	3.890	NS
Interacción (AxC)	2	64.333	32.167	5.170	3.890	**
Error	12	74.667	6.222			
Total	17	240.944				

C.V.=25.08%

Al efectuar la Prueba de Duncan para el Factor Auxina (AIB, ANA) como se muestra en el Cuadro N°14, sí existe diferencia significativa entre las auxinas.

Cuadro N°14 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina en el número de raíces a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO NUMERO DE RAÍCES	SIGNIFICACIÓN
I	A1	12.111	a
II	A2	7.778	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

Para la interacción auxina x concentración del Cuadro N°15, al realizar la prueba de Duncan se tiene que el tratamiento A2C3 (ANA 5000ppm) es estadísticamente inferior a los demás tratamientos.

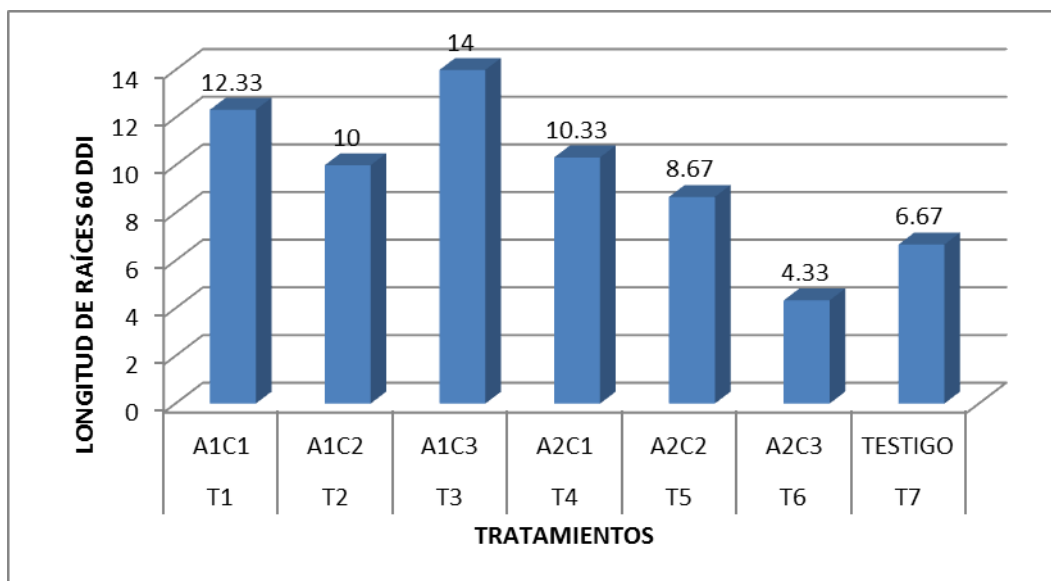
Cuadro N°15 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina *concentración en el número de raíces a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO NUMERO DE RAÍCES	SIGNIFICACIÓN
I	A1C3	14.000	a
II	A1C1	12.333	ab
III	A2C1	10.333	ab
IV	A1C2	10.000	ab
V	A2C2	8.667	bc
VI	A2C3	4.333	c

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

En el Gráfico N°3 se muestra el número de raíces en promedio a los 60 días después del injerto, mostrando que los tratamientos T3 (AIB 5000 ppm), T1 (AIB 1000 ppm) y el T4 (ANA 1000ppm) muestran un número mayor de raíces en comparación con los otros tratamientos, presentando los valores de 14.00, 12.33 y 10.33 respectivamente; el tratamiento T6 (ANA 5000 ppm) es el que presenta menor número con 4.33.

Gráfico N°3 Número de raíces a los 60 DDI, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.



4.4 SOLDADURA DEL INJERTO

El análisis de varianza para soldadura del injerto Cuadro N° 16 expresado en porcentaje (%), nos muestra que se tiene diferencia significativa para el factor Auxina (A)(AIB, ANA) y para la interacción auxina y concentración (AxC), con un coeficiente de variabilidad de 16.20%, para un nivel de significación es de 5%. Apéndice N° 4 se observa los datos obtenidos.

Cuadro N° 16 Análisis de varianza para soldadura del injerto (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIF
Auxina (A)	1	2616.779	2616.779	21.853	4.750	**
Concentración C	2	67.718	33.859	0.283	3.890	NS
Interacción (AxC)	2	933.541	466.770	3.898	3.890	**
Error	12	1436.946	119.746			
Total	17	5054.984				

C.V=16.20%

En el Cuadro N° 17 se tiene los resultados de la Prueba de Duncan para el factor auxina, el cual nos indica que el factor A1 (AIB) es estadísticamente superior al factor A2 (ANA).

Cuadro N° 17 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina para soldadura del injerto, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MERITO	FACTOR	PROMEDIO SOLDADURA DEL INJERTO	SIGNIFICACIÓN
I	A1	79.603	a
II	A2	55.489	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

Para la interacción auxina x concentración al realizar la prueba de Duncan como se aprecia en el Cuadro N° 18, se tiene que el tratamiento A2C1 (ANA 1000ppm) y A2C3 (ANA 5000ppm) es estadísticamente inferior a los demás tratamientos, no encontrándose diferencia significativa alguna en los demás tratamientos.

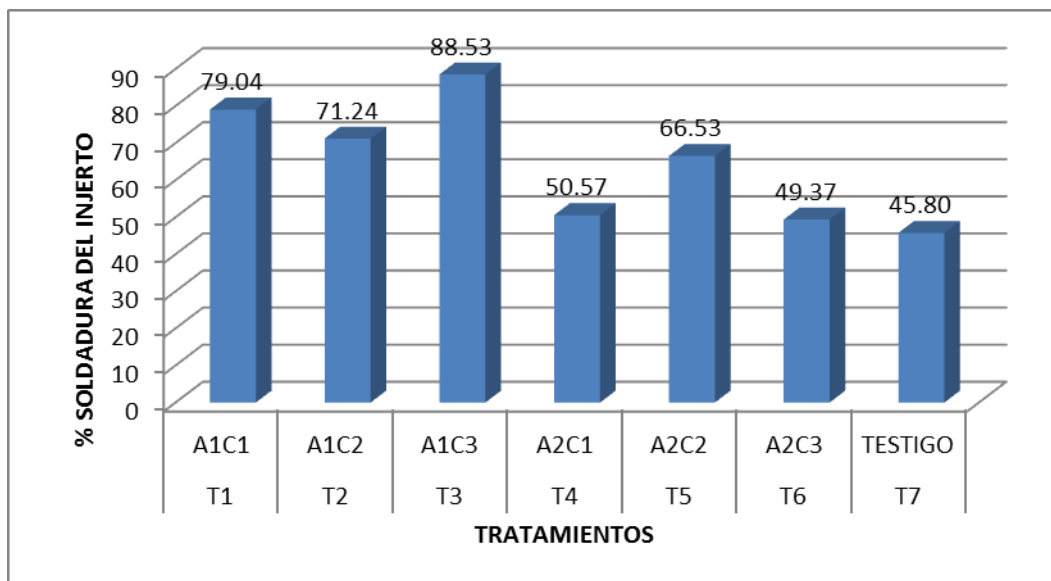
Cuadro N°18 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina *concentración en la soldadura del injerto, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO SOLDADURA DEL INJERTO	SIGNIFICACIÓN
I	A1C3	88.533	a
II	A1C1	79.040	ab
III	A1C2	71.237	ab
IV	A2C2	66.533	bc
V	A2C1	50.567	c
VI	A2C3	49.367	c

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

En el Gráfico N° 4 encontramos el porcentaje de soldadura del injerto, el tratamiento T3 (AIB 5000 ppm) presenta un 88.53% de soldadura de injerto siendo este el que tiene mayor porcentaje, el T7 tratamiento testigo (sin aplicación) presenta el menor porcentaje de soldadura de injerto con un 45 %.

Gráfico N°4 Soldadura del injerto (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.



4.5 PRENDIMIENTO DEL INJERTO (%)

El análisis de varianza del prendimiento del injerto expresado en porcentaje (%), nos muestra en el cuadro N° 19 que tiene diferencia significativa para el factor Auxina (A), (AIB, ANA), no así para el factor concentración ni interacción auxina por concentración. con un coeficiente de variabilidad de 14.31%, para un nivel de significación es de 5%. Apéndice N° 5 se observa los datos obtenidos.

Cuadro N°19 Análisis de varianza para prendimiento del injerto (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIF
Auxina (A)	1	1195.014	1995.014	9.069	4.750	**
Concentración C	2	290.463	145.232	0.660	3.890	NS
Interacción (Ax C)	2	336.501	168.251	0.765	3.890	NS
Error	12	2639.847	219.987			
Total	17	5261.825				

CV=21.34%

En el Cuadro N° 20 se tiene los resultados de la Prueba de Duncan para el factor auxina, nos indica que la auxina AIB es estadísticamente superior a la auxina ANA; existiendo diferencia significativa entre ambas.

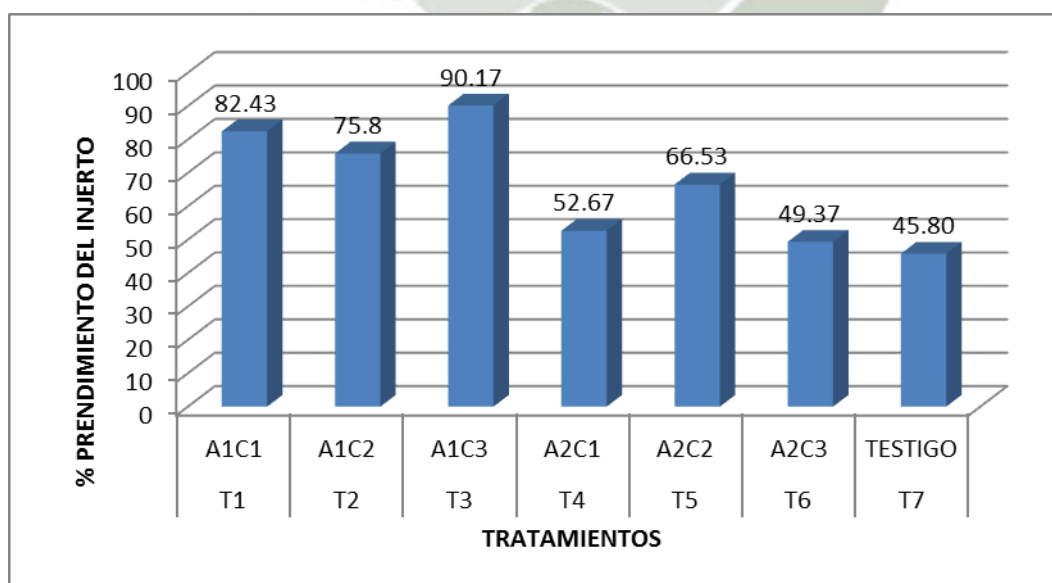
Cuadro N°20 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor auxina para prendimiento del injerto (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MÉRITO	FACTOR	PROMEDIO PRENDIMIENTO DEL INJERTO	SIGNIFICACIÓN
I	A1	77.244	a
II	A2	56.189	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

En el Gráfico N° 5 encontramos el porcentaje de prendimiento del injerto, el tratamiento T3 (AIB 5000 ppm) presenta un 90.17% de prendimiento de injerto siendo este el que tiene mayor porcentaje; el T7 tratamiento testigo (sin aplicación) presenta el menor porcentaje de prendimiento de injerto con un 45.80 %; el tratamiento que ocupa un segundo lugar es el T1 (AIB 1000ppm) con 82.43% de prendimiento de injerto.

Gráfico N°5 Prendimiento del injerto (%), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.



4.6 NÚMERO DE HOJAS

El análisis de varianza del número hojas Cuadro N°21 nos muestra que se tiene diferencia significativa para el factor concentración (C), con un coeficiente de variabilidad de 26.59%, para un nivel de significación es de 5%. Apéndice N° 6 se observa los datos obtenidos.

Cuadro N°21 Análisis de varianza para número de hojas, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

<i>Fuentes de Variabilidad</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>FT</i>	<i>SIGNIF</i>
<i>Auxina (A)</i>	1	4.702	4.070	2.256	4.750	NS
<i>Concentración C</i>	2	18.788	9.394	4.508	3.890	**
<i>Interacción (Ax C)</i>	2	9.541	4.771	2.289	3.890	NS
<i>Error</i>	12	25.007	2.084			
<i>Total</i>	17	58.038				

C. V=26.59%

En el Cuadro N°22 se tiene los resultados de la Prueba de Duncan para el factor concentración, nos indica que la concentración C3 es estadísticamente significativa en relación a las demás concentraciones.

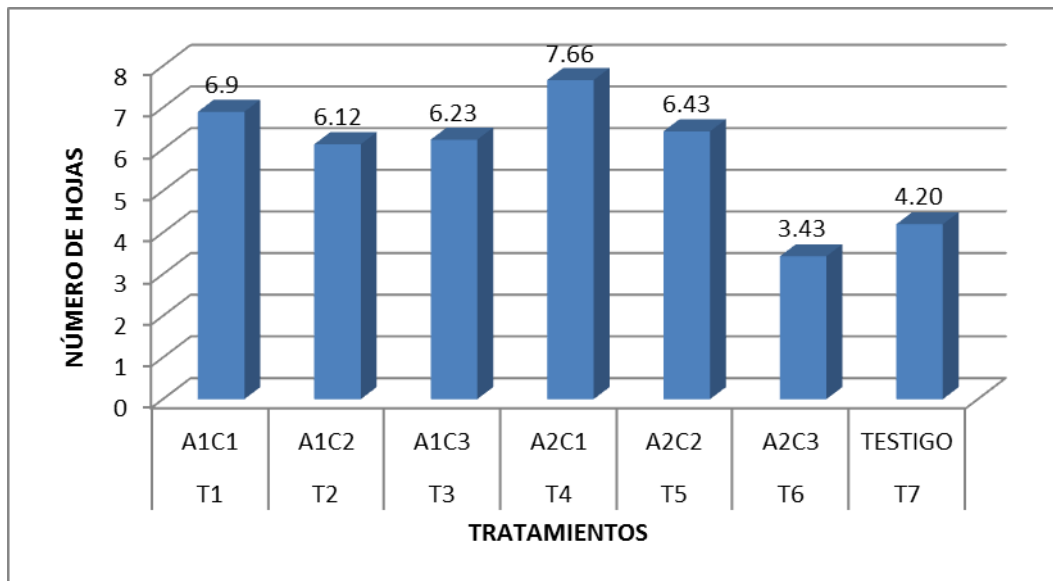
Cuadro N°22 Prueba de rango múltiple de Duncan para el factor concentración para el número de hojas, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

ORDEN DE MERITO	FACTOR	PROMEDIO NUMERO DE HOJAS	SIGNIFICACIÓN
I	C1	7.283	a
II	C2	5.617	ab
III	C3	4.833	b

Letras iguales indica que no existe diferencia estadística Duncan de $\alpha=0.05$

En el Gráfico N° 6, encontramos el número de hojas, el tratamiento T4 (ANA 1000 ppm) presenta 7.66 de número de hojas, el T1 (AIB 1000ppm) ocupa el segundo lugar, siendo estos los de mayor número de hojas en relación con el T6 (ANA 5000 ppm) y el testigo (sin aplicación) con 3.43 y 4.20 respectivamente.

Gráfico N°6 Número de hojas, en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa



4.7 ALTURA DE PLANTA

El análisis de varianza de la altura de planta Cuadro N°23, nos muestra que no se tiene diferencia significativa para el factor auxina, concentración (C) y la interacción auxina*concentración, con un coeficiente de variabilidad de 14.03%, para un nivel de significación es de 5%. En el Apéndice N° 7 se observa los datos obtenidos.

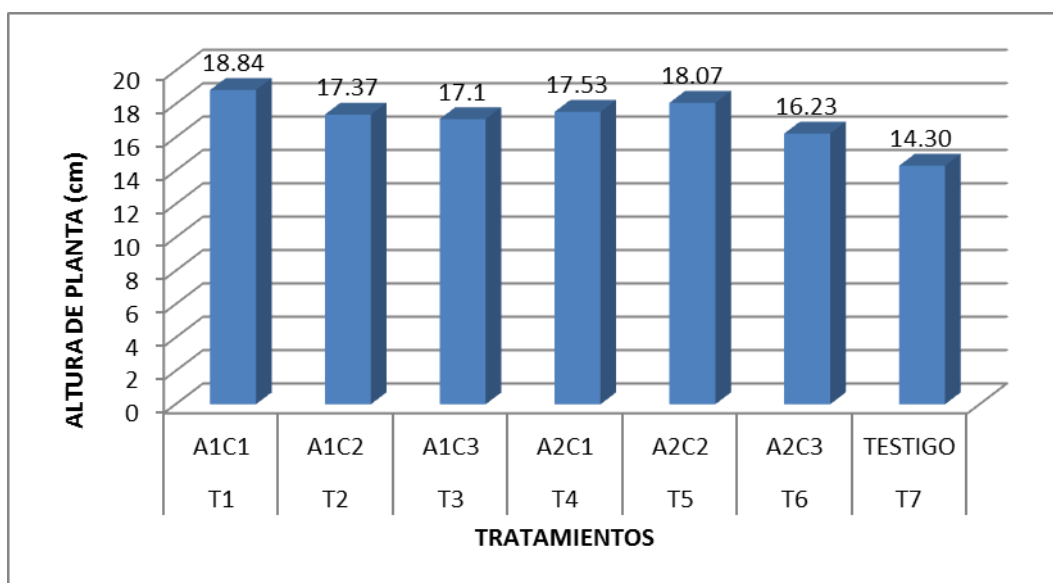
Cuadro N°23 Análisis de varianza para la altura de planta (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIF
Auxina (A)	1	0.497	0.497	0.820	4.750	NS
Concentración C	2	3.538	1.769	0.293	3.890	NS
Interacción (Ax C)	2	3.395	1.698	0.810	3.890	NS
Error	12	72.532	6.044			
Total	17	79.962				

C.V= 14.03%

En el Gráfico N°7 se observa que destacan el T1 (AIB 1000ppm), T5 (ANA 2500ppm), T4 (ANA 1000ppm), T2 (AIB 2500ppm) con 18.84; 18.07; 17.53 Y 17.37 cm. respectivamente, para el tratamiento T3 (AIB 5000ppm) y T6 (ANA 5000ppm) presentan una altura de planta de 17.10 y 16.2 cm., todos estos valores superiores al testigo con una altura de planta de 14.30 cm.

Gráfico N°7 Altura de planta (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.



4.8 DIÁMETRO DE TALLO

El análisis de varianza del diámetro de tallo Cuadro N° 24, nos muestra que no se tiene diferencia significativa para el factor auxina, concentración (C) y la interacción auxina*concentración, con un coeficiente de variabilidad de 12,19 %, para un nivel de significación de 5%. Apéndice N° 8 se observa los datos obtenidos

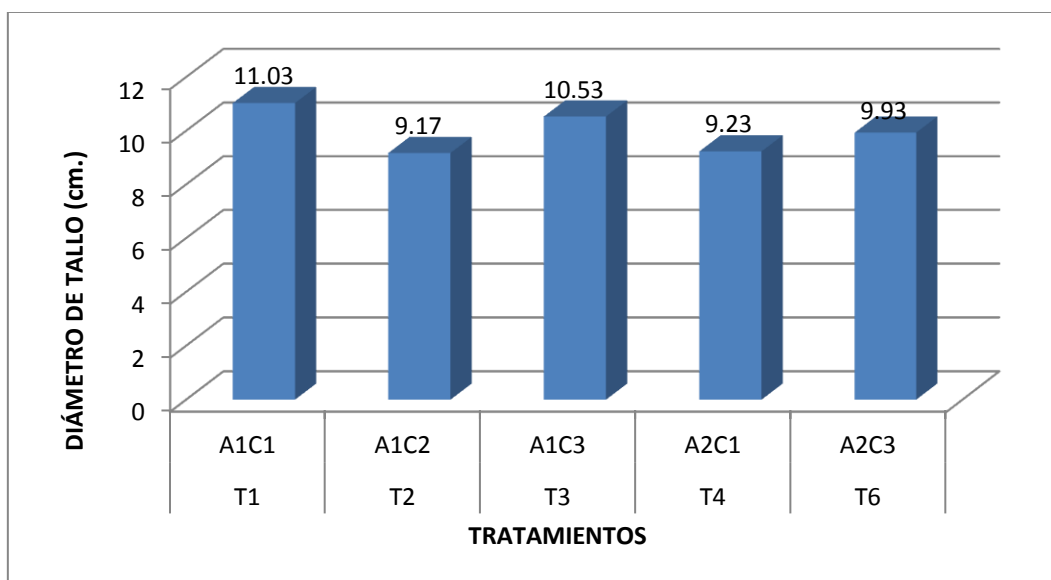
Cuadro N°24 Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	FT	SIGNIF
Auxina (A)	1	0.980	0.980	0.804	4.750	NS
Concentración C	2	1.468	0.734	0.602	3.890	NS
Interacción (AxC)	2	5.470	2.735	2.245	3.890	NS
Error	12	14.620	1.218			
Total	17	22.538				

C.V=12.19%

En el Gráfico N° 8 se observa que destacan el T1 (AIB 1000ppm), T3 (AIB 5000ppm), T5 (ANA 2500ppm), T6 (ANA 500ppm) con 11.03; 10.53; 10.07 y 9.93 cm. respectivamente, para el tratamiento T4 (ANA 1000ppm) y T2 (AIB 2500ppm) presentan un diámetro de tallo de 9.23 y 9.17 cm., todos estos valores superiores al testigo con un diámetro de tallo de 8.17 cm.

Gráfico N° 8 Diámetro de tallo (cm.), en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.



El resumen del análisis de las evaluaciones realizadas para el presente trabajo se presenta en el Cuadro N° 25 para el factor auxina, el cual nos muestra que existe diferencia entre AIB y ANA en longitud y número de raíces, soldadura y prendimiento del injerto.

Cuadro N°25 Resumen de evaluaciones para el factor auxina en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

		LONGITUD DE RAÍCES (cm)	NÚMERO DE RAÍCES	SOLDADURA DE INJERTO (%)	PRENDIMIENTO DE INJERTO (%)
AUXINA (A)	A1 AIB	11.64 a	12.11 a	79.60 a	77.244 a
	A2 ANA	5.76 b	7.78 b	55.49 b	56.189 b

En el Cuadro N°26 se presenta el resumen para el factor concentración el cual nos muestra que existe diferencia entre las diferentes concentraciones en % de plantas enraizadas y longitud y número de raíces.

Cuadro N°26 Resumen de evaluaciones para el factor concentración en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata* HBK) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

			PLANTAS ENRAIZADAS(%)		LONGITUD RAÍCES (cm)		NÚMERO DE HOJAS	
CONCENTRACION	C1	1000 ppm	100%	a	9.00	a	7.283	a
	C2	2500 ppm	100%	a	9.43	a	5.617	ab
	C3	5000 ppm	95.83%	b	6.77	b	4.833	b

4.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

El análisis de correlación mide el grado de asociación lineal entre dos variables medidas a intervalos o de razón, tomando valores de 1 y -1. Valores de p próximos a 1 indicarán una fuerte asociación lineal positiva (a medida que aumenta los valores de una de las dos variables, aumenta los de la otra), valores p próximos a -1 indicaran una fuerte asociación lineal negativa (a medida que aumenta los valores de una de las dos variables, disminuirá los de la otra), y valores próximos a 0 indicaran no asociación lineal.

Teniendo en cuenta el signo de las correlaciones estadísticamente significativas del Cuadro N° 27 se puede tener en cuenta las siguientes apreciaciones. Anexo 2.

Podemos observar que la asociación lineal entre la variable Auxina y cada una de las dependientes; teniendo en este caso AIB y ANA en relación con la longitud de raíces, esta asociación presenta una correlación lineal negativa (Sig = -.740); una de las dos auxinas producirá una menor longitud de raíces para las dos observaciones, igual caso sucede con número de raíces (15 y 60 días), soldadura y prendimiento del injerto. (Sig= -.675 y -.632) respectivamente.

Cuadro N°27 Correlaciones para el factor auxina y concentración en el estudio del efecto de los fitorreguladores ácido indolbutírico y ácido naftalenacético en la injertación de semilla germinada de lúcumo (*Lucuma obovata HBK*) bajo condiciones de cama caliente Fundo La Banda Huasacache-Arequipa.

		PLANTAS ENRAIZADAS(%)	LONGITUD DE RAÍCES (cm)	NÚMERO DE RAÍCES	SOLDADURA DE INJERTO (%)	PRENDIMIENTO DE INJERTO (%)
AUXINAS	Coefficiente de correlación		-0.740	-0.624	-0.675	-0.632
CONCENTRACION	Coefficiente de correlación	-0.651				

Para la concentración se establece que para un porcentaje mayor de plantas enraizadas y mayor número de hojas, menor será la concentración a ser utilizada.

El porcentaje de plantas enraizadas tiene una correlación positiva con el porcentaje de prendimiento del injerto (Sig = 595 **); es decir un mayor porcentaje de plantas enraizada será mayor también el prendimiento del injerto (la correlación es significativa a un nivel 0.01); así mismo presenta una correlación positiva con el número de hojas (Sig = .511*), teniendo en este caso la misma interpretación anterior.

Las variables altura y diámetro de tallo no presentan una correlación significativa al nivel de 0.01 ni 0.05.

CAPITULO V DISCUSIÓN

5.1 PORCENTAJE DE PLANTAS ENRAIZADAS.

El efecto de los fitorreguladores, sobre el porcentaje de enraizamiento de injertos de lúcumo, es superior al testigo, el T1 (AIB 1000ppm), T2 (AIB 2500ppm), T4 (ANA 1000ppm), T5 (ANA 2500ppm) con 100% de plantas enraizadas, para el tratamiento T3 (AIB 5000ppm) y T6 (ANA 5000ppm) presenta un porcentaje de 98.33 y 93.33% respectivamente, todos estos valores superiores al testigo con 85.00 %.

Esto corrobora el trabajo de investigación de Gardizabal y Valenzuela (1993), referente al uso de fitorreguladores en injertos en semilla germinada de lúcumo, en el cual obtuvieron como resultado que el porcentaje de enraizamientos fue muy superior a los de los testigos, cuando se empleó AIB en dosis de 1000, 2500 y 5000 ppm, y que el máximo de enraizamiento de 83% y 93%, se obtuvo con dosis de 2500 y 5000 ppm, con el ANA se observó que sólo en dosis de 1000 ppm promovió un mayor enraizamiento

Se ha demostrado que la auxina, natural o aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de las raíces, según indica Hartman y Kester (1994). Y uno de los mejores estimulantes del enraizamiento es la auxina AIB, porque tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructoras de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta y resulta muy eficaz como estimulante de las raíces, debido a que AIB se desplaza muy poco. Al ANA también es excelente pero muy tóxico, por lo que las concentraciones excesivas son perjudiciales para la planta, como lo menciona Hithoock y Zimmerman (1940), citados por Hartman y Kester (1994).

Existe diferencia significativa para el factor concentración en el porcentaje de plantas enraizadas en el injerto de lúcumo, concentraciones relativamente altas de 5000 ppm presentan enraizamiento inferiores a los otros tratamientos, lo que demuestra con lo manifestado con Devlin (1980), que postulan que las raíces son mucho más sensibles a las auxinas que los tallos, y se puede obtener un estimulación de rizogénesis con concentraciones suficientemente bajas. La aplicación de concentraciones relativamente altas de auxinas, retardarían el alargamiento de la raíz y provocaría un aumento en el número de ramificaciones de ésta.

En el testigo, sin tratamiento, la producción de raíces se debe a la presencia de yemas en la púa de injertación como lo menciona Went citado por Delgado (1998) lo

cual es significativo para la producción de raíces, una estaca sin yema no forma raíz aunque se trata con una preparación rica en auxinas, lo cual indica que para la formación de raíces se necesita un factor diferente presumiblemente producido en la yema, las hojas y las yemas son ricas productoras de auxinas.

5.2 LONGITUD DE RAÍCES

Se establece que existe diferencia significativa, para el factor auxinas (A), factor concentración (C) y para la interacción auxina x concentración (A X C).

Desarrollando la prueba de rango múltiple de Duncan, existe una diferencia significativa para el factor auxina, siendo el AIB el que presenta una mayor significación con una media de longitud de raíces de 11.039 cm., en comparación con el ANA con una media de 5.811 cm. Para el factor concentración no existe diferencia significativa, la interacción auxina x concentración, nos detalla que para el tratamiento A2C1 (ANA 1000ppm), A2C3 (ANA 5000ppm), son estadísticamente inferiores a los demás factores indicando lo manifestado por Davlin (1980), que concentraciones relativamente altas de ANA retardan el alargamiento de la raíz.

Se puede señalar que el AIB y el ANA son independientes uno de otro. La aplicación de auxinas es influenciada para la longitud de raíz, ya que las plántulas injertadas no tratadas, tienen valores por debajo de los tratamientos de 5 cm., a excepción del T6 (ANA 5000 ppm) con 3 cm. Similares resultados se obtuvieron con el trabajo de investigación de Gardiazabal y Valenzuela, al aplicar AIB y ANA, a injertos de lúcumo, en cuanto a largo de raíces.

La auxina incrementa la plasticidad de la pared celular porque estimula la acción de una enzima específica que provoca la ruptura de los puentes de calcio; este cambio reduce la presión de la pared celular y aumenta la turgencia (por lo que se produce el estiramiento elástico) tal como lo menciona Vásquez y Torres (1990). La auxina interviene en el control del crecimiento de raíz, según indica Ovebeck (1952).

Para el caso del tratamiento testigo (sin aplicación), se produce un enraizamiento mayor al obtenido en el tratamiento T6 (ANA 5000ppm) debido quizás a la presencia de auxinas producidas por las yemas y las hojas de las púas utilizadas en la injertación de la semilla. Se da una disminución en la longitud de raíces en el caso de ANA a 5000ppm debido a las concentraciones relativamente altas como lo menciona Davlin (1980) retardando el alargamiento de la raíz.

5.3 NÚMERO DE RAÍCES

Existe diferencia significativa en el factor Auxina (A) y para la interacción auxina x concentración (A x C). Al efectuar la prueba de rango múltiple de Duncan se establece que para factor auxina (AIB, ANA) existen diferencias. Para la interacción auxina x concentración, el tratamiento A2C3 (ANA 5000ppm) es estadísticamente inferior a los demás tratamientos, explicándose de este modo que concentraciones altas de auxinas provoca una disminución en la ramificación de la raíz.

Se puede señalar que la aplicación de auxinas influye el número de raíces. Este resultado coincide con los trabajos de investigación de Gardiazabal y Valenzuela (1983), al obtener un resultado satisfactorio en cuanto al número de raíces de injerto, lo cual indica la calidad de enraizamiento, al aplicar AIB o ANA, con respecto al testigo en todas las dosis, destacándose la dosis de 5000 ppm de AIB para el enraizamiento de injerto en semilla germinada de lúcumo.

Las sustancias promotoras del enraizamiento, son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación y partes iguales de AIB y ANA, pues, provocan un porcentaje más alto de estacas que echan raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizado por separado, según Hitchcock y Zimmerman (1940).

Hartmann y Kester (1994), señalan que ha mayor concentración existe un mayor incremento favorable del efecto auxínico, hasta un punto en que se torna descendente, el límite es la concentración más óptima, para nuestro caso es de 5000ppm para AIB, para número de raíces. Salisbury (1996) señala que el ANA es una auxina muy potente, lo que evidencia el menor número de raíces conseguido en las dos observaciones realizadas, en esta misma auxina se produce un descenso a mayor concentración, para el número de raíces, aplicaciones de AIB a concentraciones de 5000ppm favorecen a la formación de mayor número de raíces, la auxina ANA en la misma concentración produce efectos contrarios.

5.4. SOLDADURA DEL INJERTO (%)

La soldadura del injerto se refiere a la cicatrización de la unión del injerto con la formación de una callosidad en la zona injertada.

Para la soldadura del injerto, referida a la cicatrización de la unión del injerto con la formación de una callosidad en la zona injertada, expresado en porcentaje (%), se

encuentra diferencia significativa para el factor Auxina (A) y para la interacción auxina x concentración (A x C).

Por medio de la prueba de Duncan para el factor auxina se establece que el factor A1 (AIB) es estadísticamente superior al factor A2 (ANA).

Para el factor auxina x concentración, se tiene que el tratamiento A2C1 (ANA 1000ppm) y A2C3 (ANA 5000ppm), es estadísticamente inferior a los demás tratamientos, no encontrándose diferencia significativa alguna en los demás tratamientos.

El tratamiento testigo (sin aplicaciones) es el que presenta un menor porcentaje de soldadura del injerto.

Este resultado coincide con la funcionalidad de las auxinas en la estimulación de la división celular en las células de origen cambial, efecto calificado como “histógeno”, ya que conduce a numerosas células, todas ellas semejantes, que forman un callo tanto con el uso del ácido indolbutírico (AIB) y el ácido indolacético (AIA) así como el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) en diferentes rangos.

5.5 PRENDIMIENTO DEL INJERTO (%)

Existe diferencia significativa para el factor auxina (AIB, ANA), los resultados de la prueba de Duncan, nos indica que la auxina AIB es estadísticamente igual a la auxina ANA, no existiendo diferencia significativa entre ambas.

El mayor porcentaje de prendimiento se obtiene con el AIB en sus tres concentraciones, no superando el ANA, el tratamiento T7 (sin tratamiento) es el que presenta menor porcentaje de prendimiento con 45.8%

El prendimiento del injerto es considerado como la activación de las yemas después del repique, las bajas concentraciones de auxinas necesarias para el prendimiento del injerto se deben a que una vez activadas las yemas; estas, como lo menciona Went citado por Delgado (1998), son altas productoras de auxinas por lo que el prendimiento se deberá más aún factor endógeno que exógeno, pero interviniendo en pequeñas cantidades las auxinas que en este caso se trata del AIB más que del ANA.

Se puede deducir que en todos los tratamientos el efecto de los fitorreguladores, no es influenciado para el prendimiento del injerto. Esto coincide con el trabajo de investigación de Gardiazabal y Valenzuela (1983), el cual consistió en aplicar fitorreguladores a injertos en semilla germinada de lúcumo, cuyos resultados muestran

que AIB y ANA no tuvieron efectos positivos sobre el porcentaje de prendimiento, incluso con dosis altas de AIB (8000 ppm) y todas las dosis de ANA son detrimentes.

5.6 NÚMERO DE HOJAS

Para el número de hojas, dadas las fuentes de variabilidad existentes se encuentra diferencia significativa para el factor concentración (C), la prueba de Duncan, nos indica que las concentraciones son estadísticamente iguales; no existiendo diferencia significativa.

Como lo menciona Worth P. (1993) el lugar de producción de las auxinas se encuentra en los meristemos apicales de los vástagos, también es producida por las hojas jóvenes, embriones en desarrollo y frutos.

Los resultados pueden responder a la mayor potencia de acción de ANA, lo cual habría originado una mayor diferenciación celular, un mayor y mejor metabolismo de los carbohidratos, enzimas y otras sustancias, lo cual implica un mayor desarrollo de las plantas manifestado por Sivori, E. (1980).

5.7 ALTURA DE PLANTA

Se determina que no existe diferencia significativa para las fuentes de variabilidad, auxina (A), concentración (C) e interacción auxina x concentración.

La mayor altura alcanzada por los tratamientos auxínicos comparados con el testigo se debe al efecto favorable que ejerce las auxinas sobre el metabolismo de las púas o esquejes, incrementando la síntesis de enzimas y asimilación de carbohidratos (Weaver, 1996); lo cual posteriormente estimula el crecimiento, lo cual implica la biosíntesis de proteínas, parte de las cuales son enzimas que intervienen en la síntesis de nuevos materiales de la pared celular necesarios para el crecimiento continuo (Worth, P. 1993).

5.8 DIÁMETRO DE TALLO

El análisis de varianza nos indica que para las distintas fuentes de variabilidad, estadísticamente no hay diferencia significativa entre los mismos.

CAPITULO VI CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes conclusiones

1. Para el factor auxina no existe diferencia estadística para porcentaje de plantas enraizadas. En tanto que para el factor concentración C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm) hubo estadísticamente un mayor % de plantas enraizadas con 100% respectivamente. Con respecto a la longitud de raíces para el factor auxina se obtiene una mayor longitud con la auxina AIB con 11.64 cm. A nivel del factor concentración tanto C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm) fueron estadísticamente superiores a C3 (5000 ppm) con 9.00 y 9,43 cm., respectivamente a los 60 DDI.
2. Para el estudio de soldadura y prendimiento del injerto se encuentra diferencia significativa en el factor auxina presentando el AIB un porcentaje de 79.6% y 77.24% respectivamente en relación al ANA con 55.49% y 56.18%. En cuanto a la concentración no se encontró diferencia significativa.
3. En cuanto a la evaluación del proceso de crecimiento no se encuentra diferencia significativa tanto en altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas para el factor auxina, sólo el número de hojas estadísticamente presenta diferencia significativa para el factor concentración en los niveles C1 (1000 ppm) y C2 (2500 ppm).
4. Se reduce el tiempo del proceso de crecimiento y es más viable.

CAPITULO VII RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes recomendaciones

1. Bajo las condiciones de la realización del presente trabajo de investigación se recomienda la utilización de la auxina AIB para el prendimiento y soldadura del injerto.
2. Se recomienda nuevos experimentos con nuevas concentraciones de AIB y ANA.



CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Cano, P y Salinas, R (2002).** Diseño y construcción de una terma solar para la calefacción del sustrato con agua caliente en camas de propagación con las especies higuera (*Ficus carica L.*), granado (*Punica granatum L.*) y membrillero (*Cydonia oblongo Mill*), Huasacache-Arequipa.
2. **Carrasco, Ch. (2000).** Enraizamiento de dos ecotipos de orégano (*Origanum vulgare L.*) a diferentes concentraciones de ácido indolbutírico en condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
3. **Cetina.V; Esteba, L.; Gonzales, H. Jasso, J. (2006).** Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* en diferentes épocas del año.
4. **Davies, J. (1987).** Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development Martininus Nijhoff Puplicher Boston
5. **Del Solar, C.D. y Valdebenito M.N. (1993).** Estudio sobre primordios radiculares en patrones de Vid (*Vitis vinifera L.*), tratados con AIB. Revista Aconex 42,5-90.
6. **Delgado, G. (1988).** Efecto de diferentes concentraciones y proporciones de ácido indolbutírico+ácido naptalenacético en enraizamiento bajo condiciones de invernadero en Begonia (*Begonia semperflorens Link*). Tesis Ing. Agronómica. P.P. Ing. Agronómica. Universidad Católica Santa María . Arequipa. Perú. 250 Pag.
7. **Devlin, M.R. (1980).** Fisiología Vegetal . Edición Omega S.A. Barcelona.
8. **Franciosi, R. (1992).** El Cultivo de Lúcumo en el Perú. Ediciones Fundeagro. Lima, Perú.
9. **Franciosi, R. (1995).** Manual de Cultivo de Frutales. Ediciones Fundeagro. Lima, Perú.
10. **Gardiazabal, F. y Valenzuela. (1983).** Nuevas técnicas de propagación en lúcumo. Rev. Frut. Copefrut (Chile) 4(3):91-93.
11. **Hartman, H.T., y D.E. Kester (1994).** Plant Propagation, 4th Edit. Pretice-Hall, Inc. New Jersey. EE.UU.

12. **Hartmann, H.T; Kester, D.; Davies, FT. Jr; Geneve, R.L. (1997).** Plant Propagation. Principles and practice. Sixth Edition. Pretice Hall. Inc. New Jersey. P.770.
13. **Herrera, Z. (1993).** Efecto de Roothone y cuatro medios en el enraizamiento y establecimiento de esquejes de hierbabuena (*Mentha viridis L.*). Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú
14. **Jarvis, W. (1998).** Control de enfermedades en cultivos de invernadero. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España.
15. **Jarvis, B. (1986).** Endogenous control of adventitious rooting in Root for formation plant and cutting. Martinicius Nishoff Puplishers. TheNetherlands-p 556.
16. **Margara, J. (1988).** Multiplicación vegetativa y cultivo in vitro. Ediciones Mundi-Prensa Castellano. Madrid, España.
17. **Moore, R. (1984).** A model for graft compatibility-incompatibility in higer plant. Amer. J. Bot 71(5).
18. **Ramírez, S. (2002).** Determinación del efecto del ácido neftalenacético en dos tipos de estacas y el empleo de selladores en injerto de vid (*Vitis vinífera L*) cultivo Italia. En la Irrigación Majes Arequipa. Tesis de Ingeniero Agrónomo Universidad Católica de Santa María. Arequipa. Perú.
19. **Rivero, et. al. (2005).** Enraizamiento en estacas de Semeruco (*Malpighia glabra L.*) Rev. Fac. Agron. (LUZ).2005,22:23-40. Universidad de Zulia. Fac. Agronomía. Maracaibo. Venezuela.
20. **Rojas, G. y Ramírez, H. (1993).** Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Fisiología. Tecnología Experimentación. 2da Edición LIMUSA. México.
21. **Salazar, J. (1986).** Aplicación de la Técnica de cultivo de Tejido meristemático in Vitro a cuatro cultivares de Caña de Azúcar.
22. **Santelices, R. y Garcia, C. (2003).** Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothafagus alessandrii Espinosa*. Bosque (Valdivia) Agos.2003, Vol 24 2.p. 53-61 ISSN 0717-9200.
23. **Tiedemann, R. (1989).** Graft Union Development and Symplastic Phloem Contact in the Heterograf *Cucumis sativus* on *Cucurbita ficifolia*. J. Plant Physiol.134.

24. **Turquois, N y Malone, M. (1996).** Non destructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. *Jor, Exp. Bot* 47(298).
25. **Vasquez, E. y Torres, S. 1990.** *Fisiología Vegetal*. Editorial Puebla Educación. La Habana. Cuba.
26. **Vejarano, A. y Martínez, C. (1990).** *Reguladores vegetales del crecimiento y desarrollo*. Dpto. de Biología. UNA “La Molina”. Lima, Perú.
27. **Villanueva, M. (2001).** *La lúcumá*. Fondo Editorial Asociación Casa Grande. Lima, Perú.
28. **Weaver, J. (1985).** *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México. D.F. Editorial Trillas.



ANEXOS

**FOTOGRAFÍAS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS
CON LA APLICACIÓN DE AIB Y ANA EN LA
INJERTACIÓN DE LA SEMILLA GERMINADA DE
LÚCUMO (*Lucuma obovata* HBK)**

Foto 01. Recolección de púas de la plantación de lúcumo de la Universidad Católica de Santa María



Foto 02. Injertos en Cama Caliente en condiciones de invernadero



Foto 03. Enraizamiento de un injerto tratado con fitorreguladores



Foto 04. Injerto en semillas tratadas con AIB y ANA



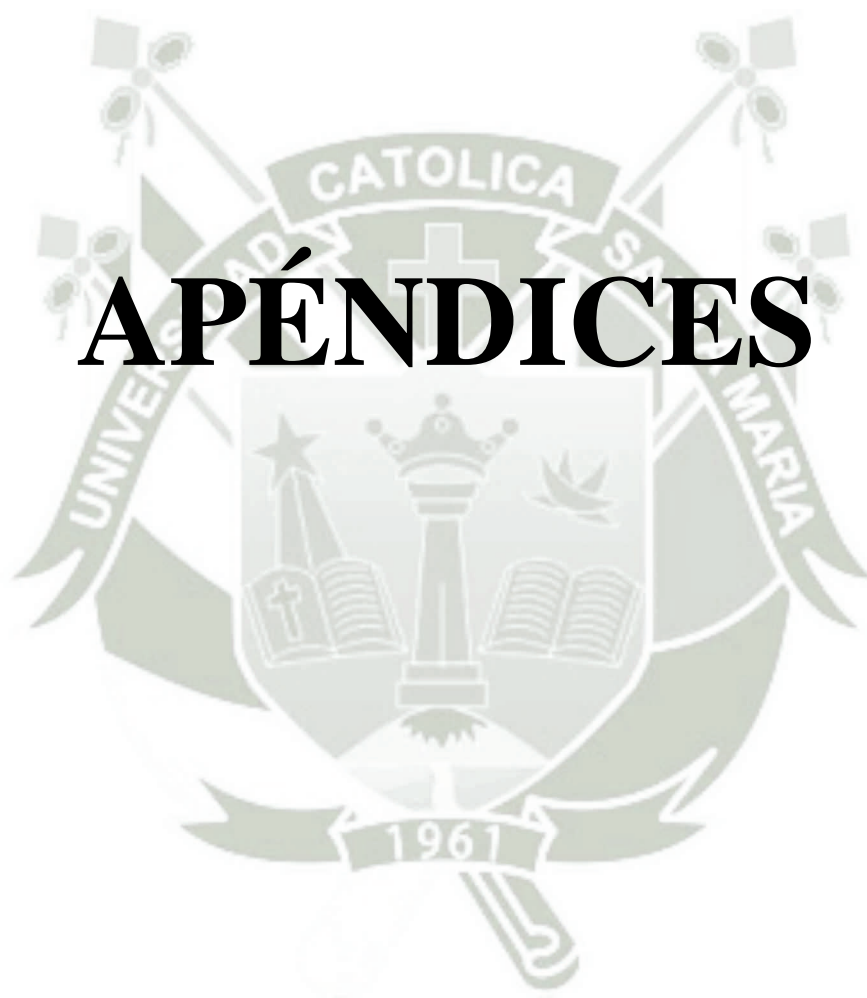
Foto 05. Trasplante de injertos de lúcumo para condiciones de vivero.



Foto 06. Condiciones de túnel bajo tinglado, de injertos de lúcumo, en condiciones de vivero



APÉNDICES



APÉNDICE 1

PLANTAS ENRAIZADAS (%)

AUXINA	CONCENTRACIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
A1	C1	T1	100	100	100	300	100
	C2	T2	100	100	100	300	100
	C3	T3	100	95	100	295	98.3
A2	C1	T4	100	100	100	300	100
	C2	T5	100	100	100	300	100
	C3	T6	95	90	95	280	93.3
SUMA			595	585	595	1775	98.6
TESTIGO			85	90	80	255	85

APÉNDICE 2

LONGITUD DE RAÍCES (cm.) A LOS 60 DDI

AUXINA	CONCENTRACIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
A1	C1	T1	11.90	9.80	13.30	35.00	11.67
	C2	T2	9.60	8.75	12.80	31.15	10.38
	C3	T3	10.90	13.30	9.00	33.20	11.07
A2	C1	T4	6.30	6.20	6.50	19.00	6.33
	C2	T5	9.00	6.00	6.00	25.40	8.47
	C3	T6	3.00	1.80	1.80	7.40	2.47
SUMA			50.70	45.85	54.60	151.15	50.38
TESTIGO			9.10	6.30	5.77	21.17	7.06

APÉNDICE 3

NÚMERO DE RAÍCES A LOS 60 DDI

AUXINA	CONCENTRACIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
A1	C1	T1	15.00	10.00	12.00	37.00	12.33
	C2	T2	8.00	8.00	14.00	30.00	10.00
	C3	T3	14.00	15.00	13.00	42.00	14.00
A2	C1	T4	8.00	10.00	13.00	31.00	10.33
	C2	T5	6.00	8.00	12.00	26.00	8.67
	C3	T6	4.00	3.00	6.00	13.00	4.33
		SUMA	55.00	54.00	70.00	179.00	59.67

TESTIGO	6.00	8.00	6.00	20.00	6.67
----------------	------	------	------	-------	------

APÉNDICE 4

SOLDADURA DEL INJERTO (%)

AUXINA	CONCENTRACIÓN	TRATAMIENTO	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
			I	II	III		
A1	C1	T1	82.12	62.50	92.50	237.12	79.04
	C2	T2	75.41	62.50	75.80	213.71	71.24
	C3	T3	86.90	90.30	88.40	265.60	88.53
A2	C1	T4	63.50	48.60	39.60	151.70	50.57
	C2	T5	75.60	55.30	68.70	199.60	66.53
	C3	T6	45.70	64.00	38.40	148.10	49.37
		SUMA	429.23	383.20	403.40	1215.83	67.55

TESTIGO	46.00	38.80	52.60	137.40	45.80
----------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------