

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE HORMONAS ENRAIZANTES  
EN TRES SUSTRATOS, PARA LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS GXN COMO PIE  
DE INJERTO PARA EL DURAZNERO, EN EL MUNICIPIO DE LURIBAY,  
PROVINCIA LOAYZA – LA PAZ**

**WILSON TUCUPA HUANCA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2012**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE HORMONAS ENRAIZANTES  
EN TRES SUSTRATOS, PARA LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS GXN COMO PIE  
DE INJERTO PARA EL DURAZNERO, EN EL MUNICIPIO DE LURIBAY,  
PROVINCIA LOAYZA – LA PAZ**

Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniería Agronómica

**WILSON TUCUPA HUANCA**

**Asesores:**

Ing. Agr. Hugo Roberto Choquecallata .....  
Ing. Agr. Victor Paye Huaranca .....  
Ing. Agr. M.Sc. Yakov Arteaga García .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. Agr. M.Sc. Félix Rojas Ponce .....  
Ing. Agr. René Calatayud Valdez .....

**Aprobado**

Presidente Tribunal Examinador: .....

**2012**



U M S A

---

## DEDICATORIA

*Con mi admiración, respeto y todo mi amor a mis  
más queridos padres:*

*Eusebio Tucupa Corena y Concepción por el  
esfuerzo, sacrificio y por todas sus enseñanzas.*

*A mis hermanitos Wilmer, Fanny, por su apoyo y  
paciencia.*

*A toda mi familia.*

*A Rosio y Lucia Apaza Calle. Gracias*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis sinceros agradecimientos:

- 🌿 A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a la Facultad de Agronomía, a quien debo mi formación.
- 🌿 A los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por formar y transmitir sus conocimientos.
- 🌿 Agradecer a mis asesores Ing. Hugo Roberto Choquecallata por su colaboración, apoyo, como también al Ing. Yákov Arteaga García por sus valiosas sugerencias en el desarrollo del presente trabajo.
- 🌿 Agradecer a mis queridos padres que siempre me apoyaron y hermanos, como también a la familia Apaza que indirectamente me enseñó a mejorar día a día, esperando algún día, llegar a todos los propósitos trazados en la vida.
- 🌿 A mis compañeros de la Facultad, por brindarme su apoyo, por su amistad y por la colaboración de opiniones para la presentación del presente trabajo de investigación.

**Muchas Gracias**

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE TEMÁTICO .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE MAPAS .....	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xvii

---



---

**ÍNDICE TEMÁTICO**

	Página
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	2
2.1 Justificación .....	3
3. OBJETIVOS .....	4
3.1 Objetivo general .....	4
3.2 Objetivos específicos .....	4
3.3 Hipótesis .....	4
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
4.1 Características del híbrido .....	5
4.1.1 Origen .....	5
4.1.2 Descripción sistemática .....	5
4.1.2.1 Taxonomía .....	5
4.1.3 Descripción botánica .....	6
4.1.3.1 Raíz .....	6
4.1.3.2 Tallo .....	6
4.1.3.3 Hoja .....	6
4.1.3.4 Flor .....	7
4.1.3.5 Fruto y semilla .....	7
4.1.4 Importancia del híbrido .....	7
4.2 Propagación Asexual .....	8
4.2.1 Bases celulares de la propagación .....	9
4.2.2 Razones para emplear la propagación .....	9
4.2.2.1 Evitación de periodos juveniles prolongados .....	9
4.2.2.2 Combinación de clones .....	9
4.2.2.3 Razones económicas .....	10
4.2.2.4 Mantenimiento de clones .....	10
4.2.3 Ventajas - Desventajas .....	10
4.2.3.1 Ventajas .....	10
4.2.3.2 Desventajas .....	11
4.2.4 Importancia de la propagación .....	12
4.3 Factores que afectan la regeneración de la planta a partir de las estacas .....	12
4.3.1 Selección de material para estacas .....	13
4.3.1.1 Condición fisiológica de la planta madre .....	13
a. Escasez de agua .....	14

b. Carbohidratos .....	14
c. Nutrición mineral .....	15
4.3.1.2 Factor de juvenilidad (edad de la planta madre) .....	15
4.3.1.3 Tipo de madera seleccionada .....	16
4.3.1.4 Época del año en que se toma la estaca .....	16
a. Plantación directa en otoño .....	17
4.3.1.5 Presencia de virus .....	17
4.4 Tratamiento de las estacas para inducir al enraizamiento .....	18
4.4.1 Anillado .....	18
4.4.2 Lesionado .....	19
4.4.2.1 Callo .....	19
4.4.3 Fungicidas .....	20
4.5 Estructuras y medios para la propagación .....	20
4.5.1 Estructuras .....	20
4.5.1.1 Invernaderos .....	21
a. Camas enraizantes .....	21
4.5.1.2 Sombreaderos o semi-sombra .....	22
4.5.2 Medios de enraíce .....	22
4.5.2.1 Arena .....	23
4.5.2.2 Tierra del lugar .....	23
4.5.2.3 Materia orgánica .....	23
4.5.2.4 Combinación de medios .....	24
4.6 Practicas sanitarias en la propagación .....	24
4.6.1 Tratamientos para el medio de enraíce .....	24
4.6.1.1 Calor (físico) .....	24
a. Calor seco .....	24
b. Calor húmedo .....	24
4.6.1.2 Fumigación (químico) .....	25
a. Formaldehido .....	25
b. Soluciones fúngicas .....	25
b Benomyl .....	25
b Captano .....	26
4.7 Sustancias reguladoras del crecimiento .....	26
4.7.1 Tipos de reguladores de crecimiento .....	27
4.7.1.1 Giberelinas .....	27
4.7.1.2 Citocininas .....	28

---

4.7.1.3 Auxinas .....	28
a. Ácido Indolbutírico .....	28
b. Ácido Naftalenacético .....	29
4.7.1.4 Transporte .....	29
4.7.1.5 Efecto de las Auxinas en el enraizado .....	30
4.7.2 Métodos de uso de los reguladores .....	30
4.7.2.1 Inmersión en solución concentrada o inmersión rápida .....	31
4.7.2.2 Inmersión prolongada denominada remojo prolongado .....	32
4.7.2.3 Espolvoreo .....	33
4.7.2.4 Otros .....	34
4.7.3 Interacción de las hormonas .....	35
4.8 Condiciones para la propagación .....	36
4.8.1 Etiolación .....	36
4.8.2 Temperatura .....	36
4.8.3 Relación con el agua .....	37
4.8.4 Luz .....	37
4.9 Patógenos en la propagación vegetativa .....	38
4.9.1 Hongos .....	38
4.9.2 Bacterias .....	38
4.9.2.1 Tumor o agallas del cuello y de las raíces .....	39
4.9.3 Nemátodos .....	39
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	40
5.1 Localización .....	40
5.1.1 Ubicación geográfica .....	40
5.1.2 Características Generales .....	41
5.1.2.1 Clima .....	41
5.1.2.2 Temperatura .....	41
5.1.2.3 Precipitación pluvial .....	41
5.1.2.4 Características del lugar .....	42
5.2 Materiales .....	42
5.2.1 Materiales de gabinete .....	42
5.2.2 Material de campo .....	42
5.2.3 Material biológico .....	42
5.2.4 Material Sintético .....	43
5.3 Metodología .....	43
5.3.1 Procedimiento experimental .....	43

---

5.3.1.1	Preparación de camas enraizantes .....	43
a.	Construcción .....	43
b.	Acondicionamiento de la construcción .....	44
c.	Acondicionamiento del ambiente para la multiplicación .....	44
d.	Uso de semi-sombra para la aclimatación .....	44
5.3.1.2	Desinfección de camas enraizantes .....	45
5.3.1.3	Preparación de unidades experimentales .....	45
5.3.1.4	Selección de las estacas para su multiplicación .....	45
5.3.1.5	Pre-tratamiento antes de su multiplicación .....	46
a.	Anillado .....	46
b.	Recolección .....	46
c.	Tratamiento contra el ataque de hongos .....	46
d.	Lesionado .....	46
e.	Tratamiento con reguladores de crecimiento .....	47
5.3.1.6	Estacado .....	47
5.3.1.7	Periodo de etiolación .....	47
5.3.1.8	Reguladores de crecimiento .....	48
5.3.1.9	Prácticas en la propagación .....	48
a.	Desmalezado .....	48
b.	Riego .....	48
c.	Control de plagas y enfermedades .....	48
d.	Periodo de aclimatación .....	49
e.	Temperatura .....	49
f.	Repicado .....	49
g.	Aclimatación bajo el uso de semi-sombra .....	50
5.4	Diseño experimental .....	50
5.4.1	Tratamientos .....	50
5.4.2	Croquis del experimento .....	51
5.5	Variables de respuesta .....	52
5.5.1	Días a la brotación .....	52
5.5.2	Crecimiento longitudinal del brote principal .....	52
5.5.3	Porcentaje de prendimiento .....	52
5.5.4	Longitud de raíz .....	53
5.5.5	Porcentaje de sobrevivencia .....	53
5.5.6	Numero de hojas .....	53
5.5.7	Altura de plantines .....	54

5.6 Análisis económico .....	54
6. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	55
6.1 Días a la brotación .....	55
6.2 Crecimiento longitudinal del brote principal .....	57
6.3 Porcentaje de prendimiento .....	60
6.4 Longitud de raíz .....	62
6.5 Porcentaje de sobrevivencia .....	65
6.6 Altura de plantín .....	68
6.7 Análisis económico .....	71
7. CONCLUSIONES .....	74
8. RECOMENDACIONES .....	76
9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	77
10. ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación usual del sitio de origen de las raíces adventicias .....	13
Figura 2. Incisión anular en relación con los hidratos de carbono .....	19
Figura 3. Camas de propagación para el estacado .....	21
Figura 4. Distribución de los tratamientos en el estudio realizado .....	51
Figura 5. Factor B (reguladores de crecimiento) en días a la brotación .....	56
Figura 6. Interacción Factor (A) x Factor (B) en el crecimiento longitudinal del brote ..	58
Figura 7. Factor (A) (sustratos para el enraizado) en el porcentaje de prendimiento ...	61
Figura 8. Interacción Factor (A) x Factor (B) en la longitud de raíz .....	63
Figura 9. Interacción Factor (A) x Factor (B) en el porcentaje de sobrevivencia .....	66
Figura 10. Interacción Factor (A) x Factor (B) en la altura .....	69
Figura 11. Ingresos (Bs) - costos (Bs) y la relación (B/C) .....	71
Figura 12. Costo unitario por tratamiento con estándar de precio a la venta .....	72
Figura 13. Pérdidas expresadas en porcentaje .....	73

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Análisis de varianza de días a la brotación .....	55
Cuadro 2. Análisis de varianza del crecimiento longitudinal del brote principal .....	57
Cuadro 3. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción .....	58
Cuadro 4. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento .....	60
Cuadro 5. Análisis de varianza de la longitud de raíz .....	62
Cuadro 6. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción .....	63
Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia .....	65
Cuadro 8. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción .....	66
Cuadro 9. Análisis de varianza de la altura de plantín .....	68
Cuadro 10. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción .....	69

ÍNDICE DE MAPAS

	Página
Mapa 1. Ubicación geográfica del estudio realizado .....	40

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía 1. Construcción .....	43
Fotografía 2. Acondicionado .....	43
Fotografía 3. Desinfección de sustratos .....	45
Fotografía 4. Selección - recolección del híbrido .....	45
Fotografía 5. Días a la brotación .....	56
Fotografía 6. Crecimiento longitudinal del brote .....	59
Fotografía 7. Iniciación de encallado .....	64
Fotografía 8. Encallado - enraizado del híbrido .....	64
Fotografía 9. Mortandad del híbrido .....	67
Fotografía 10. Plantín obtenido .....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Plano de cimiento del invernadero
- Anexo 2. Plano de cortes del invernadero a diferentes escalas
- Anexo 3. Plano de elevaciones del invernadero
- Anexo 4. Plano de cimiento del sombreadero
- Anexo 5. Plano de cortes del sombreadero a diferentes escalas
- Anexo 6. Plano de elevaciones del sombreadero
- Anexo 7. Costos de Producción
- Anexo 8. Costos de enraizamiento para los sustratos
- Anexo 9. Porcentaje de pérdidas de estacas por los medios de enraíce
- Anexo 10. Ingresos, Costos, B/C por tratamiento como sus totales
- Anexo 11. Relación de costos para la propagación
- Anexo 12. Fotografías del estudio realizado Luribay – La Paz
- Anexo 13. Glosario de términos explicando algunos conceptos
- Anexo 14. Programa **Sistema de Análisis eStadístico** para días a la brotación
- Anexo 15. Otros cálculos

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en condiciones de invernadero a 220 km de la ciudad de La Paz, situado a 17°04' de latitud Sur y 67°40' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, Luribay ofrece un clima variable, con predominancia de clima sub húmedo ubicado en la primera sección de la Provincia Loayza, la altitud se halla aproximadamente en 2150 m.s.n.m. con una temperatura promedio mensual en verano de 29°C y en invierno 20°C., con precipitación promedio anual de 600 mm con vientos suaves en la época de invierno y una bajísima incidencia de heladas y granizos el relieve presenta un paisaje de serranías con climas irregulares, además de valles profundos y angostos, de origen aluvial, dando como resultado la remoción de masas grandes de suelo que van formando el lecho de río. La topografía de la zona es un 90% accidentada, típica de los valles cerrados y encajonados, que se caracteriza por la formación de serranías altas, cimas semiagudas y pendientes abruptas.

El estudio, evaluó dos aspectos: el uso de reguladores de crecimiento y el medio más adecuado para el enraizado del híbrido (GxN). Los resultados permitieron escoger que: en el uso de los reguladores de crecimiento el que obtuvo mayor aceptabilidad es la combinación de ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA), y en el medio de enraíce la combinación de: arena corriente, tierra negra y hojas de algarrobo (descompuesto) denominado en el idioma aymara kokaguano a fin de obtener una estructura esponjosa. Tratando de asemejar a las siguientes características: porosidad, constante en el volumen, retención de humedad cuasi a capacidad de campo.

El experimento demandó el manejo de factores por los dos aspectos mencionados anteriormente llegándose a determinar un diseño completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas por la siguiente razón: el estudio se realizó en condiciones de invernadero, con un control de temperatura y humedad, dentro de esto se consideró al medio de enraíce en parcela grande y al uso de reguladores de crecimiento como parcela pequeña considerado de mayor interés por

lo siguiente: la multiplicación asexual del híbrido es difícil, pero no imposible cada plantin obtenido tiene un costo de venta de Bs 10, la venta se considera un monopolio por que el precio fluctúa desde los diez a veinticinco bolivianos. Por tanto, y por todo lo mencionado una de las fases más críticas de la producción del híbrido usado como porta-injerto para frutales de carozo, es durante la etapa de enraizamiento y conociendo de antemano que la manera de no perder las características que posee este híbrido como ser: tolerante a la sequia, tolerante a la agalla de corona, tolerante a suelos poco fértiles, precocidad en el desarrollo y otros, es a través de la propagación asexual se llega a la consideración de su importancia en la Fruticultura y por ende el propagar vegetativamente por medio de estacas, las cuales deberán tener hojas completamente desarrolladas y fotosintéticamente activas además se necesita proveer sombra y ventilación una vez que se ha iniciado la propagación. La selección de las plantas madres se realizó de acuerdo a las características como: vigor, presencia de yemas, ubicación y sanidad.

El procedimiento fue de la siguiente manera, primero, fueron seleccionadas las plantas madres según las características mencionadas, para proceder así al anillado de las ramas, transcurridos dos semanas después se cortaron en estacas cuya longitud fue de veinte centímetros conteniendo cuatro a cinco nudos, toda operación se llevo en la mañana y en la tarde con la ayuda de una tijera de podar desinfectada, también se procedió a eliminar el exceso de hojas para evitar la deshidratación por transpiración, finalmente el conjunto de estacas con longitud casi homogénea, se sumergieron en fungicida como medida preventiva, para proseguir al lesionado en la parte basal del corte con una longitud de dos centímetros. Tanto el anillado como el lesionado se efectuaron con el objetivo de inducir al enraizado; el primero incrementa la relación carbono nitrógeno y el segundo incrementa la actividad celular; para terminar se aplicó los reguladores de crecimiento. Las mismas se procedieron a su estacado de acuerdo al diseño con una densidad de diez centímetros en cada cama enraizante.

Segundo se procedió con el etiolado (oscuridad), induciendo así: la formación de raíces, para no anticipar el desarrollo de los brotes que formarán los nuevos tallos

y hojas, para tal efecto se cubrió con una segunda infraestructura de campana agrofilm y malla russell. Se tomó dos semanas como rango para: el inicio del encañado y de la iniciación de las primeras raíces, notándose que no poseen una relación estrecha, posteriormente proceder a la aclimatación gradual con un mayor porcentaje de luz en el que se observó el desarrollo de los primeros brotes procedentes de las yemas, como también el crecimiento de los mismos, los cuales se evaluaron de acuerdo a las variables de respuesta.

Como fase final se realizó la aclimatación del híbrido dentro el invernadero por dos semanas para poder proceder al repique de cada cama enraizante con la precaución de no exponer las raíces a factores abióticos como luz y aire, en un medio de enraíce a capacidad de campo. Terminado lo anterior se aclimató durante dos semanas más por el estrés sometido y así poder llevar a los sombreaderos situándolos en platabandas.

La parte negativa del estudio son las pérdidas, debido al desarrollo de hongos causado por la alta acumulación de humedad en algunos medios de enraíce también la temperatura e intensidad lumínica tuvieron efectos negativos en el inicio del enraizado por la pérdida de hoja al igual que el estrés hídrico provocando deceso de los mismos. La recomendación por las conclusiones dadas son el asegurar el manejo en la etapa inicial, esto implica riego, ventilación, tratamiento preventivo contra plagas, uso de medios de enraíce con estructura y un manejo de ácidos en combinación.

Finalmente recalcar que el híbrido denominado GxN procedente del durazno Garfi y del almendro Nemared, es uno de los porta-injertos apreciados desde el punto de vista de la Fruticultura cuya propagación es dificultosa pero en los últimos años se ha multiplicado en porcentajes de sobrevivencia aceptables por varias instituciones como: CARITAS, SAVE THE CHILDREN, PROINPA CBBA, así como personas netamente dedicadas a la fruticultura como: Juan Ardaya, Toshihiro Tajima y otros. El dominio de la técnica en la multiplicación asexual es conservado de alguna manera como premio por la dedicación de los mismos.

## ABSTRACT

The present work was realized in conditions of greenhouse to 220 km from the La Paz city, located at 17 ° 04' South latitude and 67 ° 40' longitude west of the Greenwich meridian, Luribay offers a variable climate, with a predominance of climate sub humid is located on the first section of the Loayza province, the altitude is approximately 2150 meters above sea level with an average monthly high temperatures in summer of 29 °C and in winter 20 °C. , with average annual rainfall of 600 mm with mild winds at the time of winter and a very low incidence of frost and hail the relief presents a landscape of hills with irregular climates, in addition to deep valleys and narrow, Of alluvial origin, resulting in the removal of large bodies of soil that are forming the riverbed. The topography of the area is a 90% rugged, typical of the valleys closed and closely hemmed in, which is characterized by the formation of high mountain ranges, semi sharp tops and abrupt earrings.

The study evaluated two aspects: the use of growth regulators and the most appropriate means of the deep-rooted. The results allowed to choose which: in the use of growth regulators which obtained a higher acceptability is the combination of butyric acid and acid naftalenacético, and in the middle of embedded a combination of: Sand flow, black earth and sheets of carob-tree (decomposed) called in the Aymara language kokaguano order obtain a spongy structure. Trying to mimic the following characteristics: porosity, constant in volume, moisture retention quasi-field capacity.

The experiment sued the handling of factors by the two aspects mentioned above came to determine a completely randomized design with factorial arrangement in divided plots for the following reason: the study was conducted under greenhouse conditions to control in temperature and humidity within this was considered to the environment of embedded in big plot and the use of growth regulators as small plot considered of greater interest in the following: The asexual multiplication of the hybrid is difficult but not impossible each seedling obtained has a cost of sale of Bs 10, the

sale is considered a monopoly that the price fluctuates from ten to twenty-five Bolivians. Therefore, by everything mentioned one of the more critical phases of the production of the hybrid used since it carries graft for fruit trees of corn cob is during the stage of rooting, and knowing in advance that the way to not lose the characteristics it possesses this hybrid such as: Drought-tolerant, tolerant to rot of the crown, tolerant to unfertile soil, precocity in the development and other is through the asexual propagation is reached for the consideration of its importance in the fruit and therefore the propagate vegetative by means of cuttings, Which must have fully developed leaves and photosynthetically active also needs to provide shade and ventilation once it has initiated the spread. The selection of the mother plants was carried out in accordance with the characteristics as: force, presence of egg yolks, location and health.

The procedure was as follows, first, were selected the mother plants according to the characteristics mentioned above to proceed as well to the ringing of the branches, after two weeks later they cut in stakes whose length was 20 centimeters containing four to five knots, every operation is conducted in the morning and in the afternoon with the help of a pair of secateurs disinfected, also proceeded to eliminate excess leaves to prevent dehydration by sweating, Finally, the set of stakes with length almost homogeneous, they were immersed in fungicide as a preventive measure, to continue to the injured in the basal part of the court with a length of two centimeters.

The ringed as the injured were made with the aim of inducing the rooted; the first increases the relationship carbon nitrogen and the second increase the cellular activity; to finish applied this growth regulators. They preceded the same ones to his staked one of agreement to the design with a density of 10 centimeters on each bed rooting.

Second is proceeded with the etiolado (darkness), thereby inducing: the formation of roots, not to anticipate the development of outbreaks which will form the

new stems and leaves, for this purpose are covered with a second infrastructure of campaign agrofilm and mesh rassell. It took two weeks as range for: The start of the run aground and the initiation of the first roots, being obvious that they do not possess a close relationship, then proceed to gradual acclimation with a greater percentage of light in which it was observed the development of the first outbreaks from the buds as well as the growth of the same which is evaluated according to the variables of response.

As the final stage was held the acclimatization of the hybrid within the greenhouse for two weeks to be able to proceed to the ringing of each rooting bed with the side of caution not to expose the roots to abiotic factors such as light and air with a means of embedded at field capacity. Finished the above ask for two more weeks by the stress caused to carry to the pergolas embedding them in platabandas.

The negative part of the study are the losses, due to the development of fungi caused by the high accumulation of moisture in some media embedded also temperature and light intensity had a negative effect on the start of the rooted for the loss of leaf like the water stress causing death of the same. The recommendation for the conclusions given are ensuring the management in the initial stage, this involves irrigation, ventilation, preventive treatment against pests, use of media embedded with structure and management of acids in combination.

Finally emphasize that the hybrid called GxN from the peach Garfi and of the almond-tree Nemared, is one of them carries grafts appreciated from the point of view of the Fruit-growing which spread is difficult but in recent years has been multiplied in percentages of survival acceptable by several institutions, such as: CARITAS, SAVE THE CHILDREN, PROINPA CBBA, As well as people clearly dedicated to the fruit as: Ardaya J, Tajima T and others. Mastery of technique in the asexual multiplication is preserved in some way as a prize for the dedication of the same.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Fruticultura rama de la Agricultura va tomando cada vez mayor incremento en el país, y en el mundo en general, debido a la gran redituabilidad; reporta buenos ingresos por unidad de superficie, se llega a comprender que la actividad frutícola representa uno de los medios importantes para lograr el mejor aprovechamiento de las escasas superficies. Un aspecto, interesante de la fruticultura, que constituye una labor específica de esta actividad, y que debe ser aprendida, al no ser usual en el cultivo de otras plantas, es la propagación asexual. Por lo cual, el conocimiento de ciertas técnicas es plenamente necesaria en la práctica, por representar ingresos al fruticultor, además son de gran interés, para la mayoría de los viveristas, y otros que se dediquen netamente a la multiplicación de árboles frutales. Al igual que en el valle de Luribay la Fruticultura representa una actividad económica de mucha importancia, el cual necesita de tecnología, para obtener buenos rendimientos y calidad del producto, partiendo desde ese punto de vista, es necesario introducir conocimiento de nuevas tecnologías tanto en manejo agronómico, riego tecnificado, maquinaria agrícola, insumos y materiales genéticos. Este último es sin duda el más importante dentro un paquete tecnológico, es por esto que se presenta una alternativa de estudio en material genético denominado Garnem (GxN) usado como pie de injerto para plantas de duraznero, desarrollado para altos rendimientos en otros países, y producción sostenida por muchas e importantes causas, debiendo recurrirse a métodos bastante complejos que implican una gran serie de nuevos conocimientos que forma toda una especialidad en la multiplicación asexual. Ello no quiere decir que las especies no frutales, pertenecientes a los cultivos comunes, no se propaguen, sino que en estas la multiplicación suele efectuarse por semilla, sin complicaciones de ninguna naturaleza. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la fruticultura no es un remedio que pudiera, en un momento dado, resolver llana y sencillamente todos los problemas económicos que aquejan al agricultor, transformando de la noche a la mañana a los agricultores de escasos recursos en personas de estrato económico muy superior, sin mayor esfuerzo. La fruticultura puede realizar esa transformación pero para ello es necesario tiempo, gran esfuerzo y dedicación, inversiones elevadas, paciencia y conocimientos técnicos sobre esta actividad como es la propagación.

## 2. ANTECEDENTES

Calderón (1987), menciona que entre las especies almendro y durazno es posible la obtención de híbridos, siempre y cuando sea el almendro quien aporte los gametos femeninos y el durazno el que proporcione el polen. La hibridación en sentido inverso no resulta posible. Los híbridos almendro por duraznero son conocidos desde la antigüedad como resultado de cruzamientos naturales, siendo árboles que presentan diferentes características intermedias entre las dos especies. Su utilización como patrón se realiza en función de la mayor resistencia que ofrecen a suelos con alto contenido de calcáreo y al gran vigor que manifiestan. A pesar de su condición de híbridos algunos individuos producen semilla fértil que da lugar a plántulas, las cuales, sin embargo, no pueden ser utilizadas como patrones debido a su alto grado de heterogeneidad. Resulta entonces necesario recurrir a la propagación vegetativa, ya sea estacado o acodo. En la estación experimental de La Grande Ferrade, en Francia, han efectuado numerosos trabajos de hibridación y de selección de este tipo de patrones. Algunos de los híbridos artificiales obtenidos han mostrado facultades y comportamientos bastante aceptables, por lo que han sido objeto de propagación. Entre ellos puede citarse el GF-677.

Ardaya (2009), señala que es un patrón muy vigoroso entre 10 y 20 % (más que el franco duraznero), tiene un sistema radicular muy ramificado, tiene un buen comportamiento en terrenos cansados por plantaciones anteriores de duraznero, la productividad inducida es muy buena induciendo una rápida entrada en producción. La coloración de las hojas es roja dando al porta-injerto un aspecto colorido y diferente, esto es porque viene de la hibridación de un almendro silvestre (Garfi) por un duraznero de hoja roja muy utilizado como porta-injerto (Nemared), tiene flores grandes de color rosado fecunda frutos poco vistosos, con unas semillas con embriones y genes recesivos. La única forma de propagar este material es por métodos vegetativos.

## 2.1 Justificación

La investigación planteada, es justificada por que busca generar información sobre el híbrido Garnem (GxN) cuya propagación asexual no es fácil, aunque se ha avanzado notablemente en el conocimiento de las técnicas adecuadas para obtener rendimientos aceptables al realizar: ambientes controlados, sustratos adecuados para el enraizado y la incorporación de insumos como: reguladores de crecimiento, estimulantes de crecimiento y fungicidas, todo con la finalidad de brindar mayor eficiencia en la producción del porta-injerto (GXN) para plantas de duraznero, además se conoce que en la multiplicación asexual la principal economía proviene de la eliminación de la fase juvenil y del acortamiento del tiempo necesario para llegar a la madurez reproductiva, por esta circunstancia el perfeccionamiento de las técnicas o la adecuada tecnificación, es pues, de gran necesidad para que se obtengan mayores rendimientos y mejores calidades en los productos, y consecuentemente más elevados ingresos, por lo que resulta de gran interés su estudio, paralelamente conocer la aplicación de los reguladores de crecimiento e indirectamente mejorar el nivel de vida del agricultor mediante la explotación del cultivo de duraznero a través de la propagación del pie de injerto, este último aspecto netamente frutícola y que adquiere importancia en lo que respecta a la época de recolección y la aplicación como el uso de metodologías comerciales de los ácidos IBA, NAA, debiendo recurrirse a métodos bastante complejos que implican una gran serie de conocimientos que forman toda una especialidad.

Por todo lo mencionado se justifica el estudio exhaustivo de dicho híbrido por que el estacado hoy es toda una técnica usado desde tiempo inmemorial, lo importante es aplicar las técnicas apropiadas para tal porta-injerto, en consecuencia nos permitirá conocer desde la cama de propagación, las incisiones anulares, el sustrato apropiado y la actividad fisiológica. Con este conocimiento tecnológico se motivará al empleo de la propagación para hacer de los frutales individuos sumamente económicos, además esta base de formación nos da un criterio para un árbol, de cualquier clase, que pudiera ser atendido en ese aspecto como es la propagación asexual.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de tres tipos de hormonas enraizantes en tres sustratos, para la propagación de estacas Garfi x Nemared como pie de injerto para el duraznero, en el Municipio de Luribay, Provincia Loayza – La Paz

#### 3.2 Objetivos específicos

- 🌱 Determinar el efecto de tres enraizantes en pie de injerto.
- 🌱 Comparar el efecto de tres diferentes sustratos en pie de injerto.
- 🌱 Evaluar el efecto de la interacción de tres enraizantes y tres diferentes sustratos en el comportamiento del plantin GxN.
- 🌱 Comparar los costos variables y el beneficio/costo en la producción.

#### 3.3 Hipótesis

- 🌱 Ho. No existen diferencias significativas por efecto de los enraizantes.
- 🌱 Ho. No existen diferencias significativas por efecto de los sustratos.
- 🌱 Ho. No existen diferencias significativas en el comportamiento del plantin GxN por efecto de la interacción de los tres enraizantes y los diferentes sustratos.
- 🌱 Ho. No existen diferencias en los costos variables en la producción.

## 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Características del híbrido

#### 4.1.1 Origen

Ardaya (2009), menciona que es un híbrido natural entre melocotonero y almendro encontrado en Lot et Garonne (Francia), seleccionado en la estación francesa de la Grande Ferrade, de entre una población de híbridos naturales reunidos entre 1944 y 1950; es un patrón muy vigoroso entre 10 y 20 % más que el franco de duraznero.

#### 4.1.2 Descripción sistemática

Calderón (1987), señala que la hibridación del GF-677 es posible en un sentido, siempre y cuando sea el almendro quien aporte los gametos femeninos y el durazno el que proporcione el polen. Los híbridos almendro por durazno son conocidos desde la antigüedad como resultado de cruzamientos naturales, siendo árboles que presentan gamas diferentes de características intermedias entre las dos especies.

##### 4.1.2.1 Taxonomía (Fuente: Herbario nacional, 2011)

REINO	: Plantae
DIVISIÓN	: Magnoliophyta
CLASE	: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
SUBCLASE	: Rosidae
ORDEN	: Rosales
FAMILIA	: Rosaceae
SUBFAMILIA	: Prunoideae
GENERO	: Prunus
N. CIENTÍFICO	: Prunus Pérsica (Híbrido GF-677)
N. COMÚN	: Grande Ferrade, Durazno Salvaje, GarFi, GxN, Garfi x Nemared, Garnem

### 4.1.3 Descripción botánica

#### 4.1.3.1 Raíz

Ardaya (2009), describe que las raíces del híbrido; están muy ramificadas e igual que en la mayor parte de las plantas arbóreas, están extendidas y poco profundas. Las raíces profundizan sobre todo en los primeros años y son especialmente sensibles a la presencia de una elevada humedad.

Hebert (2007), menciona que posee raíces fibrosas a ramificadas, tiene un típico color anaranjado, no tolera la excesiva humedad; son sensibles a la presencia de raíces de otras especies; el antagonismo que se establece entre los sistemas radiculares de las plantas próximas es tan acentuado que induce a las raíces de cada planta a no invadir el terreno de la planta adyacente adquiriendo unas dimensiones medias de crecimiento. Sí es expuesto a una elevada humedad llega a morir aun en el tercer año de vida.

#### 4.1.3.2 Tallo

Calderón (1987), menciona que el tallo es un órgano que se desarrolla en sentido contrario a la ley de gravedad, que en un principio es un elemento simple, con el tiempo no tarda en complicarse, al aparecer ramificaciones, constituidas por brotes que aparecen a partir de las yemas vegetativas del mismo.

#### 4.1.3.3 Hoja

Ardaya (2009), cita que la coloración de las hojas es roja dando al porta-injerto un aspecto colorido y diferente, esto es porque viene de la hibridación de un almendro silvestre (Garfi) por un duraznero de hoja roja muy utilizado como porta-injerto (Nemared).

#### 4.1.3.4 Flor

Ardaya (2009), menciona que el híbrido tiene flores, de color rosácea, reunidas o en grupos. Las primeras tienen los pétalos grandes, de color rosa claro, abierto; las segundas tienen los pétalos más pequeños, de color rosa intenso y no se abren completamente.

#### 4.1.3.5 Fruto y semilla

Ardaya (2009), sostiene que el patrón fecunda frutos poco vistosos, el fruto es una drupa con las siguientes características epicarpio membranoso, mesocarpio pulposo, endocarpio leñoso, con una semilla con embrión y genes recesivos. La única forma de propagar este material es por métodos vegetativos.

#### 4.1.4 Importancia del híbrido

Ardaya (2009), señala que tiene un buen comportamiento en terrenos fatigados por plantaciones anteriores de duraznero, la productividad inducida es muy buena induciendo una rápida entrada en producción. Se adapta bien a todo tipo de suelo, muy buen anclaje radicular, precocidad, tolerancia a sequía, los injertos de variedades prenden muy bien en él.

Fideghelli (1987), menciona que es un híbrido natural muy vigoroso adecuado especialmente para terrenos secos, clorosantes (resiste más del 12 por 100 de caliza activa) y los cultivados anteriormente de melocotonero; resiste bien en terrenos. Se multiplica por estaca de hojas o estaca herbácea bajo niebla (enraizamiento del 60% - 70%). Es un patrón resistente a la sequía. Resistente a nematodos, así como a los problemas de replantación. Compatibilidad muy empleado para Durazno y Nectarín y sobre todo para Almendro también tiene buen comportamiento con variedades de Ciruelo (Menos empleado hasta ahora).

Hartmann y Kester (1997), mencionan que estos patrones se destacan por su vigor y por su excelente compatibilidad con las variedades que se les injerten. Son la primera generación filial del cruzamiento almendro x durazno. Característicamente para terrenos secos.

Calderón (1987), señala que entre ellos puede citarse el GF-677, que en suelos ligeros y calientes da lugar a árboles muy vigorosos, de gran desarrollo, que resisten bastante bien elevados porcentajes de calcáreo, siendo tan susceptibles al exceso de humedad como los francos. Su multiplicación se realiza por estacado de madera tierna con hojas, en cámara de nebulización.

#### 4.2 Propagación Asexual

Hartmann (1998), menciona que un estudio de la propagación de plantas presenta tres aspectos diferentes: primero, para propagar las plantas con éxito es necesario conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, cuyo dominio requiere de cierta práctica y experiencia, siendo ejemplo de ello como hacer injertos o preparar estacas. Este aspecto puede considerarse como el arte de la propagación. Segundo, el éxito en la propagación de plantas requiere del conocimiento de la estructura y la forma de desarrollo de la planta, lo cual puede decirse que constituye la ciencia de la propagación. Un tercer aspecto de la propagación exitosa de las plantas es el conocimiento de las distintas especies o clases de plantas y los varios métodos con los cuales es posible propagar ciertas de ellas. En gran parte, el método seleccionado debe estar en relación con las respuestas de la especie de planta que se propaga y la situación en que se efectúa.

Calderón (1987), señala que actualmente en fruticultura es usado este procedimiento para la propagación de patrones vegetativos o de especies frutales que ofrecen un difícil enraizamiento en condiciones normales. Consiste en el corte de material vegetativo, ya sean pedazos de brotes, ramas o raíces, que después se colocan en un medio de suelo propicio donde se logra el enraizamiento y la brotación

de la parte aérea, es decir, se obtienen nuevas plantas completas que serán o no injertadas después. A cada pedazo de material vegetativo se le llama estaca, pudiendo este ser de muy diferentes características tanto por su tamaño, por su edad, por su estado fisiológico, por su parte de origen o procedencia en el árbol, por su contenido o no de hojas, etcétera.

#### 4.2.1 Bases celulares de la propagación

Hartmann y Kester (1997), mencionan que la propagación de plantas implica el control de dos tipos de desarrollo del ciclo biológico básicamente diferentes, sexual y asexual. La función de cualquier tipo de técnica de propagación de plantas es conservar un genotipo o una población de genotipos específicos, que produzcan la clase de planta que en particular se desea.

#### 4.2.2 Razones para emplear la propagación

##### 4.2.2.1 Evitación de periodos juveniles prolongados

Hartmann y Kester (1997), señalan que las plantas que se cultivan a partir de semillas pasan por un periodo juvenil prolongado en el cual no ocurre floración. La propagación vegetativa retiene esa capacidad de floración y con ella se evita la fase juvenil.

##### 4.2.2.2 Combinación de clones

Hartmann y Kester (1997), afirman que un aspecto importante de la propagación asexual lo constituye la posibilidad de combinar en una sola planta dos o más clones por injerto. Parte de uno de los principales progresos de la agricultura primitiva fue el descubrimiento de que los mejores individuos de plantas alimenticias, podían reproducirse simplemente encajando en el terreno trozos de sus tallos leñosos.

#### 4.2.2.3 Razones económicas

Hartmann (1998), señala que en general, la propagación en masa por medios vegetativos no es más económica que la propagación comparable por semilla, pero su empleo se justifica por la superioridad y uniformidad de clones específicos. La principal economía de la propagación vegetativa proviene de la eliminación de la fase juvenil y del acortamiento del tiempo necesario para llegar a la madurez reproductiva.

#### 4.2.2.4 Mantenimiento de clones

Hartmann y Kester (1997), mencionan que la propagación vegetativa es asexual en cuanto a que involucran divisiones mitóticas de las células, que duplican el genotipo de la planta; esa duplicación genética se designa clonación y a la población de plantas descendientes se les llama clones. En la clonación las características específicas de cualquier planta individual son perpetuadas por propagación. La clonación es de particular importancia en horticultura debido a que la mayoría de las cultivares de gran parte de las plantas frutales y ornamentales tienen un genotipo altamente heterocigoto y las características únicas de dichas plantas se pierden de inmediato al propagarlas por semillas.

Fideghelli (1987), señala que el concepto de multiplicación comporta la definición de clon que es el conjunto de plantas obtenidas por multiplicación a partir de un solo individuo. La estaca es una parte de la planta (rama, brote, hoja, raíz) que por autoenraizamiento, origina una nueva planta.

#### 4.2.3 Ventajas - Desventajas

##### 4.2.3.1 Ventajas

Calderón (1987), menciona que cualquier sistema de propagación de plantas puede ofrecer ciertas ventajas sobre otro, al igual que inconvenientes. La elección del

sistema a seguir dependerá de un análisis y de un enfrentamiento de los pros y contras de todos ellos, en el cual, desde luego se tomará muy en cuenta la facilidad que la especie en cuestión ofrece a los distintos procedimientos.

Fideghelli (1987), señala que la ventaja más importante de la propagación agámica es la conservación en la descendencia del patrimonio genético de la planta multiplicada y por tanto de la posibilidad de obtener plantas exactamente iguales entre sí.

Garner (1987), menciona que la principal ventaja del patrón propagado vegetativamente sobre el plantón procedente de semillas es la uniformidad. La eficiencia de las plantas propagadas vegetativamente es raras veces discutida y las ventajas de esta práctica han sido siempre reconocidas. La impredecible variabilidad de los patrones semillados no se aceptará probablemente por mucho tiempo. La determinación a continuar el desarrollo de la propagación vegetativa ha puesto en marcha muchos métodos diferentes, demasiado numerosos para describirlos individualmente aquí.

Calderón (1987), afirma que el carácter de estas ventajas se agranda cuando la especie que se propaga posee característica de fácil enraizamiento, mientras que se hacen poco notorias en el caso de árboles de difícil emisión de raíces, señala que las ventajas de propagar por estaca son: notable simplicidad del crecimiento, obtención de gran número de árboles a partir de una sola planta madre, gran rapidez, absoluta homogeneidad de todos los árboles obtenidos, ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas, perfecta conservación de las características clonales, necesidad de poco espacio, muy bajo costo de operación.

#### 4.2.3.2 Desventajas

Calderón (1987), señala las siguientes características como desventajas: imposibilidad de una resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables,

imposibilidad de lograr enanización y precocidad y reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades.

#### 4.2.4 Importancia de la propagación

Hartmann (1998), menciona que las estacas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, tanto de especies deciduas como de hoja ancha y de hoja angosta. Las estacas se usan, también, extensamente en la propagación comercial en invernadero de muchos cultivos florales y su empleo es común en la propagación de diversas especies frutales. Otra de las características significativas de la clonación es que como todos los miembros del clon tienen el mismo genotipo básico, la población tiende a ser fenotípicamente muy uniforme. Por lo general, todos los miembros de un clon tienen el mismo aspecto, tamaño, época de floración, época de maduración, etcétera, haciendo con ello posible la estandarización de la producción y otros usos de la cultivar.

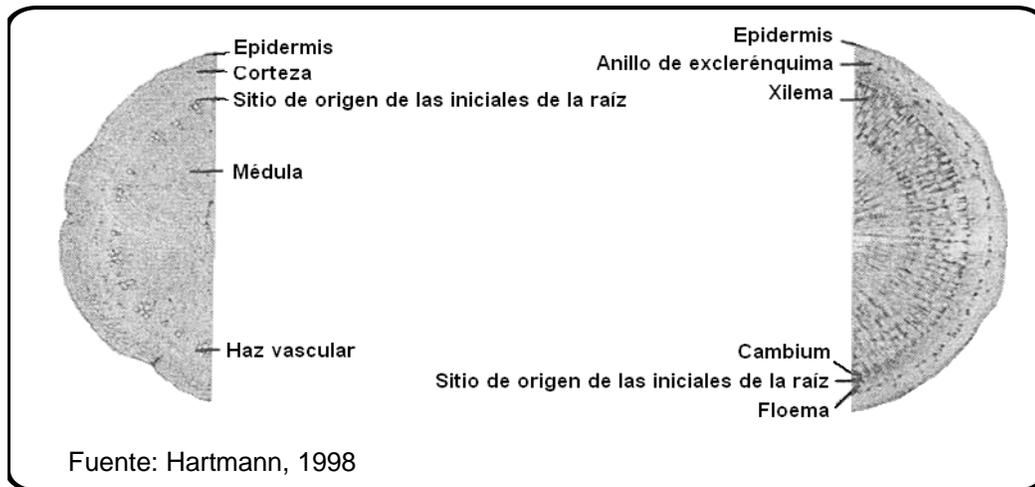
#### 4.3 Factores que afectan la regeneración de la planta a partir de las estacas

Hartmann y Kester (1997), señalan que entre las diferentes especies y cultivares existe marcada diferencia en la capacidad de enraizamiento de las estacas que se toman de ellas. Para determinar dichas diferencias es necesario hacer pruebas empíricas, lo cual ya se ha hecho con la mayoría de las plantas de importancia económica. Las estacas de tallo de algunas cultivares enraízan con tal facilidad que con las instalaciones y cuidados más simples se pueden lograr porcentajes elevados de enraizamiento. Por otra parte, todavía no se ha logrado hacer enraizar las estacas o cultivares de muchas variedades y especies. Las estacas de algunas cultivares "difíciles" se pueden hacer enraizar si se toman en cuenta varios factores que influyen en ello y se mantienen en condiciones óptimas. Los factores ambientales que se tratan en esta sección son de gran importancia para este grupo y la atención que se preste a ellos hace la diferencia entre el éxito o el fracaso de obtener un enraizamiento satisfactorio. Esos factores son:

### 4.3.1 Selección de material para estacas

Hartmann (1998), menciona que en la propagación por estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja, después de lo cual esa porción se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, independientemente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre.

Figura 1. Sección transversal de una planta joven que muestra la ubicación usual del sitio de origen de las raíces adventicias (Izquierda: herbácea. Derecha: leñosa)



Fideghelli (1987), señala que para la propagación de algunos porta-injertos de melocotonero se utilizan generalmente las estacas de ramo, de brote y de hoja. La estaca de ramo o estaca leñosa está constituida por un trozo de ramo de una longitud variable, comprendida entre los 20 y 30 centímetros. En el cultivo del melocotonero las dos únicas formas de multiplicación utilizadas en la práctica son la estaca y el injerto.

#### 4.3.1.1 Condición fisiológica de la planta madre

Hartmann y Kester (1997), afirman que al seleccionar el material para estacas es importante usar plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean

moderadamente vigorosas y de identidad conocida. Los propagadores deben evitar plantas madres que hayan sido dañadas por heladas o sequía, defoliadas por insectos, achaparradas por la fructificación excesiva o por la falta de humedad del suelo, o nutrición inadecuada, así como aquellas que tengan un desarrollo, excesivamente vigoroso.

a. Escasez de agua

Hartmann (1998), menciona que los propagadores de plantas a menudo recalcan la conveniencia de tomar las estacas en la mañana, temprano, cuando el material vegetal está turgente. Existen datos experimentales que apoyan este punto. Estudios mostraron una reducción del enraizamiento cuando las estacas se tomaron de plantas madres que sufrían por carencia de agua.

b. Carbohidratos

Calderón (1987), señala que su vigor debe ser equilibrado, de tal modo que su relación carbono/nitrógeno sea normal y no estén presentes características juveniles, como tampoco síntomas de senectud o de desnutrición y que en especies de difícil o deficiente enraizamiento puede practicarse, con tiempo suficiente, antes del corte de las estacas, una incisión transversal que implique la interrupción del movimiento descendente de hidratos de carbono, con lo cual la relación carbono/nitrógeno de la rama que se cortará y se pondrá a enraizar aumenta.

Hartmann (1998), menciona que La nutrición de la planta madre puede ejercer una fuerte influencia en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Este efecto, que puede estar relacionado con un estado fisiológico dado del tejido, puede asociarse con ciertas relaciones carbohidratos/nitrógeno. Factores internos, tales como el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden, desde luego, influir en la iniciación de raíces de las estacas. La selección del material adecuado para estacas, en cuanto al contenido de

carbohidratos, puede determinarse por la macidez del tallo. Aquellos que son indeseablemente pobres en carbohidratos están suaves y flexibles, en tanto que los ricos en carbohidratos son: macizos, rígidos y se rompen tronándose antes de doblarse. Sin embargo, esta condición conveniente puede confundirse con la macidez debida a la maduración de los tejidos, causada por el engrosamiento y la lignificación de las paredes celulares.

#### c. Nutrición mineral

Hartmann (1998), menciona que al igual que en el caso de los carbohidratos, un contenido moderado de nitrógeno en los tejidos es mejor para lograr un enraizamiento óptimo. El contenido de nitrógeno muy bajo conduce a una reducción del vigor, mientras que en su abundancia produce un vigor excesivo. Cualquiera de estos extremos es desfavorable para un buen enraizamiento. En diversas clases de plantas el enraizamiento de las estacas ha sido marcadamente estimulado con la adición de compuestos nitrogenados. El boro estimula la producción de raíces en las estacas, cuando menos de algunas plantas, debido generalmente a su estímulo del crecimiento más bien que a un efecto en la iniciación de raíces. Aparentemente se registró una acción sinérgica con él IBA, ya que el boro sólo no tuvo ningún efecto.

#### 4.3.1.2 Factor de juvenilidad (edad de la planta madre)

Calderón (1987), señala que al cortar las estacas es conveniente tener en cuenta el siguiente aspecto, sabiéndose a *priori* que aquellas que estén bien maduras y representen partes basales de ramas tendrán mayor oportunidad de prendimiento que otras mismas de la misma edad, que posean menor cantidad de carbohidratos y sus tejidos sean suculentos.

Hartmann (1998), menciona que en plantas difíciles de hacer enraizar, la edad de la planta madre puede ser un factor dominante en la formación. Las estacas del tallo o de raíz tomadas en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, como se

encuentran en las plántulas jóvenes, con frecuencia forman nuevas raíces con mucha mayor facilidad que aquellas tomadas de plántulas que están en la fase adulta de su desarrollo, ya sean procedentes de semillas o propagadas vegetativamente. La relación de la juvenilidad con el crecimiento de las raíces tal vez se pueda explicar por el incremento en la formación de inhibidores de enraizamiento a medida que la planta se hace vieja.

#### 4.3.1.3 Tipo de madera seleccionada

Calderón (1987), señala que se ha comprobado que no todas las partes vegetativas de un árbol ofrecen las mismas facilidades de enraizamiento, sino que hay diferencias en este proceso determinadas por la relación carbono/nitrógeno del material que se use. Sobre este aspecto debe decirse que actualmente en fruticultura se usan solamente dos tipos de estacas: las de madera dura y las de madera tierna. Se considera madera dura aquella que constituye parte de ramas o brotes que tienen por lo menos una temporada completa de crecimiento, habiendo sido detenido normalmente por cumplimiento del ciclo estacional. A cualquier rama de un año de edad o más se la considera para el fin del estacado como de madera dura.

Hartmann (1998), menciona que hay muchas posibilidades de escoger el tipo de material a usar, abarcando (perennes leñosas) desde las ramas terminales muy suculentas del crecimiento en curso hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. Aquí, al igual que en la mayoría de los factores que afectan el enraizamiento de las estacas, es imposible establecer algún tipo de material que sea mejor para todas las plantas. Lo que puede ser ideal para una planta, puede resultar en una falla en otra. Sin embargo, lo que se ha encontrado que se aplica a ciertas especies o cultivares a menudo pueden extenderse a otras especies o cultivares afines.

#### 4.3.1.4 Época del año en que se toma la estaca

Hartmann (1998), menciona que en algunos casos, la estación del año puede

tener enorme influencia en los resultados obtenidos y puede ser la clave para obtener un enraizamiento exitoso. Es posible, desde luego, hacer estacas en cualquier época del año. En la propagación de especies deciduas, se pueden tomar estacas de madera dura durante la estación de reposo o bien durante la temporada de crecimiento se pueden preparar estacas foliosas de madera suave o de madera semidura, usando madera suculenta o parcialmente madura. Las especies siempreverdes de hoja angosta y de hoja ancha, tienen durante el año, uno o más periodos de crecimiento y se pueden obtener estacas en varias épocas, relacionadas con dichos periodos.

a. Plantación directa en otoño

Hartmann (1998), señala que usando este método se ha logrado hacer enraizar con éxito estacas de madera dura de durazno y de híbridos de durazno por almendro, siempre que antes de plantarlas se les trate con ácido indolbutírico (IBA) y captano.

Calderón (1987), menciona que el estacado de este tipo de material consiste esencialmente en el corte, a finales de otoño, de pedazos regulares en su longitud, variable según las especies entre 15 y 40 cm, de ramas que ya detuvieron su crecimiento y se encuentran defoliadas, en su periodo de reposo.

4.3.1.5 Presencia de virus

Hartmann (1998), manifiesta que desde que se desarrollaron procedimientos para eliminar virus de clones mediante el tratamiento con calor, ha sido posible mostrar el efecto depresivo de los virus en la iniciación de raíces advertencias. La presencia de virus reduce no sólo el porcentaje de enraizamiento sino también el número de raíces que se forman en las estacas. Los malos resultados que con frecuencia se obtienen en el enraizamiento de estacas es posible que puedan deberse al uso de material para estacas infectado por virus y puede explicar los resultados variables que a menudo se obtienen en diferentes pruebas.

#### 4.4 Tratamiento de las estacas para inducir al enraizamiento

Calderón (1987), señala que considerándose una especie y variedad particulares, con sus propias características respecto a facilidad y logro de enraizamiento, éste puede ser influenciado por numerosos factores, tanto del medio como del estado fisiológico de las partes puestas a estacar, y del tratamiento que reciban.

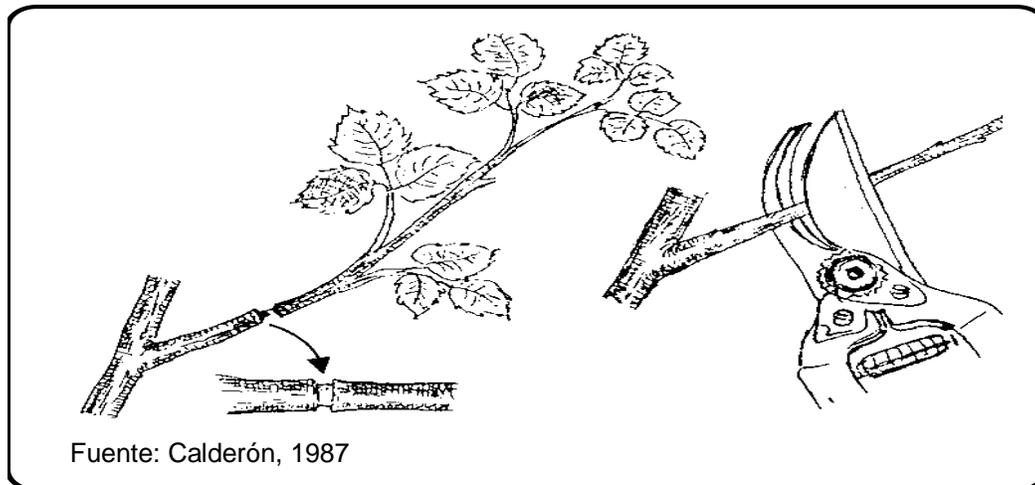
##### 4.4.1 Anillado

Hartmann (1998), sostiene que el anillado, o la constricción del tallo en alguna otra forma, bloquea la translocación hacia abajo de carbohidratos, hormonas y otros posibles factores que promueven el crecimiento de las raíces y puede conducir a un aumento en su iniciación. Aplicando esta técnica a las ramas antes de separarlas para su empleo como estacas, debe mejorar el enraizamiento. En muchos casos con esta práctica se ha tenido gran éxito.

Weaver (1980), señala que por lo común, el anillado de los tallos produce un aumento en la producción de auxinas, por encima de la incisión, durante cerca de 10 días; después se produce una disminución gradual, correlacionada frecuentemente con un cese o un retraso en el crecimiento de los brotes.

Calderón (1987), afirma que el efecto de las incisiones, que son cortes transversales que se efectúan en la corteza, alrededor de toda la rama o brote, estriba en la mayor acumulación de hidratos de carbono, así como de hormonas, que por ser de molécula muy grande forzosamente deben moverse en el vegetal por el floema. Al quedar éste interrumpido no puede efectuarse el descenso a tejidos más bajos, por lo que el contenido aumenta en el lugar cercano al corte y se favorece la emisión de raíces.

Figura 2. Muestra la incisión anular para que las ramas que sirvan de estacas tengan un mayor contenido de hidratos de carbono, es conveniente hacer en ellas con suficiente anticipación



#### 4.4.2 Lesionado

Hartmann (1998), menciona que practicar heridas basales es benéfico para el enraizado de las estacas de ciertas especies, en especial en estacas que tienen madera vieja en la base. Además, los tejidos lesionados con las heridas son estimulados para que produzcan el etileno, del cual se sabe que promueve la formación de raíces adventicias. Es probable que las estacas lesionadas absorban del medio más agua que las que no lo están y que el lesionado permita que los tejidos que se encuentran en la base de la estaca efectúen una mayor absorción de los reguladores de crecimiento aplicados.

##### 4.4.2.1 Callo

Hartmann (1998), señala que con frecuencia después de las lesiones, la producción de callo y el desarrollo de raíces son mayores en los márgenes de la herida. Es evidente que en esos casos se estimula a los tejidos heridos para que entren en división celular y a producir primordios radicales. Esto se debe a una

acumulación natural de auxina y de carbohidratos en el área lesionada y a un incremento en la tasa de respiración. Cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento ordinario se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal. El callo es una masa irregular de células de parénquima en varios estados de lignificación. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la creencia de que la formación de callo es esencial para el enraizamiento. En la mayoría de plantas la formación de callo y de raíces es independiente entre sí y cuando ocurren simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares.

#### 4.4.3 Fungicidas

Hartmann (1998), señala que la iniciación de raíces adventicias seguida por la supervivencia de las estacas enraizadas constituye dos fases diferentes. Con frecuencia las estacas forman raíces pero no sobreviven mucho tiempo. Durante el enraizamiento y el periodo siguiente, las estacas están expuestas a ataques por diversos microorganismos. Tratamientos con fungicidas prestan cierta protección y conducen tanto a una mayor supervivencia como a una mejor calidad de las raíces. Estos beneficios se han demostrado en numerosas instancias, pero queda en pie la cuestión de que si el mejoramiento es debido a la protección contra el ataque de los hongos, a un estímulo de enraizamiento producido por el fungicida o a ambos factores.

#### 4.5 Estructuras y medios para la propagación

##### 4.5.1 Estructuras

Las estructuras o cajas de enraizamiento deben estar de preferencia elevadas del suelo, con profundidad suficiente a fin de que se puedan insertar hasta la mitad de su longitud y la base de las mismas quede 2,5 cm o más por encima del fondo de la estructura.

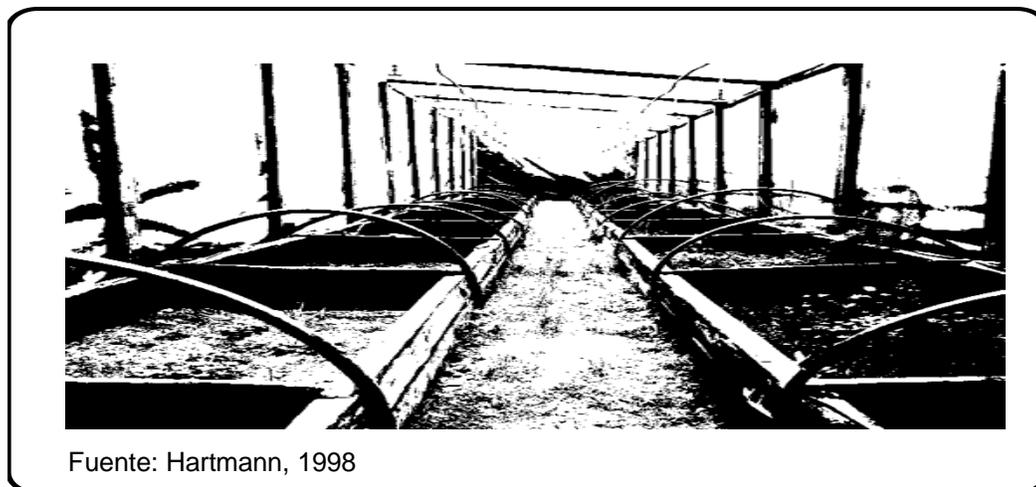
#### 4.5.1.1 Invernaderos

Hartmann (1998), menciona que existen varios tipos de invernaderos. Un invernadero es una estructura con control de la temperatura y una amplia provisión de luz, en donde puedan hacerse germinar las semillas o enraizar estacas. Aún en un invernadero, no siempre la humedad es suficiente para permitir un buen enraizamiento de ciertas clases de estacas con hojas. Para que enraícen satisfactoriamente, es posible que se necesiten armazones cubiertos con vidrio o alguno de los materiales plásticos. Existe en la actualidad muchas variaciones de esas estructuras encerradas a las que se les denomina cajas Wardian que también son útiles para colocar en ellas injertos terminados de material de vivero pequeño, ya que retienen una humedad elevada durante el proceso de cicatrización.

##### a. Camas enraizantes

Hartmann (1998), señala que las cajas o bancos de enraizamiento deben estar de preferencia elevados del suelo, o si se encuentran en éste, deben estar equipados con drenaje mediante los tubos para asegurar que se escurra el exceso de agua evitándose la muerte del material propagado. Antes de insertar las estacas, el medio de enraizamiento se debe regar muy bien. Es importante que se protejan las estacas del secamiento durante todas las etapas de preparación e inserción en el medio.

Figura 3. Muestra las camas de propagación para el estacado



Tarima (2002), indica que las estructuras o gavetas u otro material estéril; en el fondo cuentan con pequeños orificios que sirven de drenaje para evitar el encharcamiento. Por encima de los orificios se debe colocar una tela fina desinfectada con el fin de evitar el derrame del sustrato. Utilizando maderas duras se pueden construir gavetas de bajo precio con materiales del mismo lugar.

#### 4.5.1.2 Sombreaderos o semi-sombra

Hartmann (1998), menciona que en la propagación de plantas, los sombreaderos tienen múltiples usos, en particular en relación con el trasplante y el mantenimiento de plantas de sombra o delicadas. La mayoría de las especies necesitan semi-sombra.

Tarima (2002), explica que el uso de semi-sombra tiene ventajas y desventajas. Lo bueno es que mantiene un micro clima que favorece al buen desarrollo de los plantines; lo malo es que si se excede en el riego y se reduce demasiado la entrada de luz, se pueden crear condiciones adecuadas para la proliferación de hongos y otras enfermedades.

#### 4.5.2 Medios de enraíce

Hartmann (1998), señala que un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir buena aireación, tiene una alta capacidad de retención del agua, pero permanece bien drenado y está libre de organismos patógenos. El medio de enraíce tiene tres funciones: mantener a las estacas en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar humedad a las estacas y permitir la penetración del aire a la base de la estaca.

#### 4.5.2.1 Arena

Hartmann (1998), sostiene que la arena de cuarzo, que está formada en su mayor parte por un complejo de sílice, es la que en general se usa para fines de propagación. La arena es el más pesado de los materiales que se utilizan como medio de crecimiento de las raíces. De preferencia debe ser fumigada o tratada con calor antes de usarla, ya que puede contener semillas de malezas y organismos patógenos. La arena prácticamente no contiene nutrientes minerales ni capacidad de amortiguamiento químico. Se usa principalmente en combinación con materiales orgánicos.

#### 4.5.2.2 Tierra del lugar

El mismo autor considera que un medio ideal de enraizamiento es aquel que tiene bastante porosidad, aireación y la suficiente capacidad de retención de agua, pero al mismo tiempo que este bien drenado. Por lo general es muy difícil encontrar la perfección.

Cruz (2000), ha demostrado que el sustrato de textura liviana facilita el enraizamiento de las estacas, compuesto preferentemente de tierra del lugar o tierra negra 40%, arena 30% y 30% de tierra vegetal que se forma por la deposición de hojarasca y restos vegetales, que a su vez sufren una descomposición por la actividad microbiana que la convierten en compost.

#### 4.5.2.3 Materia orgánica

Tarima (2002), recomienda una textura suelta con 15% a 35% de materia orgánica descompuesta. Para que se permita mantener una adecuada humedad. Se debe usar solamente cuando se tiene la seguridad de que está bien descompuesta, por ser causante de la proliferación de algunos tipos de hongos que podrían afectar la producción de plantas en el vivero.

#### 4.5.2.4 Combinación de medios

Hartmann (1998), señala que el medio de enraizamiento puede afectar al tipo de sistema radical que se origina de las estacas. Las estacas de algunas especies si se hacen enraizar en arena, producen raíces largas, no ramificadas, gruesas y quebradizas; pero cuando enraízan en una mezcla como de arena y musgo turboso, o de perlita y musgo turboso, desarrollan raíces bien ramificadas, delgadas y flexibles, de un tipo más apropiado para extraerse y volver a plantar.

#### 4.6 Practicas sanitarias en la propagación

Hartmann (1998), menciona y recalca que las practicas sanitarias en la propagación en años recientes, se ha venido aceptando ampliamente la importancia de las prácticas sanitarias, reconociéndolas como una parte esencial de las operaciones del vivero.

##### 4.6.1 Tratamientos para el medio de enraíce

###### 4.6.1.1 Calor (físico)

###### a. Calor seco

Rojas (1991), indica que para evitar el efecto dañino de una enfermedad hay determinadas prácticas que evitan la introducción de patógenos. Entre éstos están el retostado que es un método de esterilización del suelo, pero que no llega a matar a todos los organismos.

###### b. Calor húmedo

Chávez y Egoavil (1991), indican que se debe realizar la desinfección del sustrato para eliminar huevos de gusanos y hongos que puedan ocasionar daños a

las plántulas. Un método sencillo de desinfección es verter agua hirviendo al sustrato, a razón de aproximadamente 15 litros por cada metro cuadrado en 30 centímetros de altura de cama, además se elimina agentes dañinos y semillas de malas hierbas.

#### 4.6.1.2 Fumigación (químico)

##### a. Formaldehido

Hartmann y Kester (1997), mencionan que es un buen fungicida, con buen poder de penetración. Mata algunas semillas de malezas, pero no es confiable para matar nematodos o insectos. Se aplica al suelo usando una mezcla de 3.8 litros de formalina comercial (con 37% de concentración) en 190 litros de agua, aplicándola al suelo a razón de 21 a 42 litros/m<sup>2</sup>. El área tratada debe ser cubierta de inmediato con material que no deje pasar el aire y dejarse así 24 horas o más. Después de ese tratamiento, se deben dejar pasar unas dos semanas para que se seque y se airee, pero no se debe sembrar en el suelo antes que se haya disipado el olor del formaldehido.

##### b. Soluciones fúngicas

Hartmann (1998), menciona que las soluciones fungicidas para suelos se pueden aplicar al terreno en que estén creciendo plantas jóvenes, o donde se van a plantar, para inhibir el desarrollo de muchos hongos del suelo. Estos materiales pueden aplicarse al suelo o a las plantas. Algunos ejemplos de estos materiales son:

##### b<sub>1</sub> Benomyl

Es un fungicida sistémico muy efectivo que inhibe el crecimiento de organismos patógenos del suelo, y que controla muchos hongos en una amplia gama de plantas. A menudo su uso, ha demostrado que estimula la supervivencia de plantas propagadas. (Fernández, 1987).

## b<sub>2</sub> Captano

Algunos estudios indican que puede actuar protegiendo las raíces de nueva formación del ataque de los hongos. El captano es en especial adecuado para tratar estacas, ya que no se descompone con facilidad y tiene una prolongada acción residual. (Fernández, 1987).

### 4.7 Sustancias reguladoras del crecimiento

Weaver (1980), enfatiza que el término "hormona", empleado correctamente, se aplica en exclusiva a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el término "regulador" no se limita a los compuestos sintéticos, sino que puede incluir también hormonas. Dicho término cubre un terreno muy amplio, puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta. El término "regulador" debe utilizarse en lugar de "hormona", al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen para controlar cultivos.

Hartmann y Kester (1997), mencionan que para inducir raíces adventicias antes del empleo de reguladores del crecimiento sintético que promueven la formación de raíces (auxinas) en el enraizamiento de estacas de tallo, se han probado muchas otras sustancias con diversos grados de éxito. El descubrimiento efectuado en 1934 y 1935 de que algunas auxinas, como el ácido indolacético (IAA) y el ácido indolbutírico (IBA) tenían un valor real para estimular la producción de raíces adventicias en estacas de tallo y de hoja constituye un evento en la historia de la propagación. Sin embargo, la respuesta no es universal; las estacas de algunas especies de enraizamiento difícil todavía tienen una mala producción de raíces después del tratamiento con auxina. Se piensa que en tales casos ciertos materiales de ocurrencia natural (cofactores del enraizamiento) limitan el enraizado. La forma ácida de la mayoría de estos compuestos es relativamente insoluble en agua, pero se puede disolver en unas cuantas gotas de alcohol o de hidróxido de amonio antes de añadir agua. En algunos casos, las sales de ciertos reguladores del crecimiento

pueden resultar más convenientes que el ácido, debido a que son de una actividad comparable y más soluble en agua.

#### 4.7.1 Tipos de reguladores de crecimiento

Calderón (1987), señala que los productos químicos enraizadores son sustancias hormonales de molécula grande, generalmente ácidos orgánicos o sus sales, siendo estas más fácilmente utilizables debido a su mayor solubilidad en agua. Las concentraciones que se usan son muy bajas, expresadas en ppm, debido a la alta toxicidad que pueden presentar para el material vegetativo. En general debe considerarse que el mayor efecto se logra con concentraciones elevadas, cercanas a las que tienen efecto tóxico, siendo este aspecto el limitante para el aumento de aquellas.

Weaver (1980), menciona que definir las sustancias que intervienen en el crecimiento de las plantas es requisito previo de cualquier estudio de su desarrollo histórico, y de lo más importante para quienes deseen establecer alguna comunicación inteligente sobre el tema. En la actualidad, se reconocen cuatro tipos generales de hormonas de las plantas: Giberelinas, Citocininas, Auxinas e Inhibidores. También se han reconocido las propiedades hormonales del etileno.

##### 4.7.1.1 Giberelinas

Barcelo (1987), manifiesta que este grupo de sustancias son conocidos por sus efectos de promover el alargamiento de los tallos y ramas. A concentraciones relativamente altas, inhibido de manera consistente la formación de raíces adventicias. Que impide la división celular temprana. Sin embargo, en concentraciones bajas han estimulado la iniciación de raíces.

Weaver (1980), menciona que estos reguladores del crecimiento se oponen a la iniciación de raíces. Las Giberelinas quizá impiden la división celular en los tejidos

maduros, que constituye un requisito previo, necesario para la creación de condiciones meristemáticas y la formación de las iniciales de raíces. El efecto de la Giberelinas puede ser también nutritivo debido a que se estimula el crecimiento de los brotes, compitiendo así por obtener los productos asimilados que requiere la iniciación de las raíces.

#### 4.7.1.2 Citocininas

Weaver (1980), señala que la diferenciación de un meristemo en un primordio de raíces es el primer paso en la formación de estas últimas. Demostraron que el tipo de diferenciación que se produzca en un meristemo dependerá de la proporción entre auxinas y citocininas u otras sustancias, como la adenina, que estimulan la división celular.

Rodríguez (1991), define "como compuestos químicos orgánicos dotados de actividad biológica y que es activo en algunas respuestas vegetales, especialmente aquellas incluyen divisiones celulares en tejidos no organizados, como el callo, pero es necesario la presencia del ácido indolacético, aunque también participan en la senectud y crecimiento del brote"

#### 4.7.1.3 Auxinas

Calderón (1987), señala que las tres sustancias más ampliamente usadas y que ofrecen un buen enraizamiento dentro de un elevado índice de seguridad son: el ácido indolacético (AIA), el ácido naftalenacético (NAA) y al ácido indolbutírico (IBA), ya sea en sus formas ácidas o constituyendo sales. Estas últimas son solubles en agua, mientras que las otras deben ser primero disueltas en alcohol isopropílico.

##### a. Ácido Indolbutírico (IBA)

Weaver (1980), menciona que entre los que comúnmente se utilizan, uno de

los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina IBA. Tiene una actividad auxínica al sindicato débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente resulta muy eficaz como estimulante de las raíces. Debido a que el IBA se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta propagada.

b. Ácido Naftalenacético (NAA)

Weaver (1980), señala que otra auxina excelente utilizada con frecuencia en la promoción de raíces es el NAA. Sin embargo, este compuesto es más tóxico que el IBA y deben evitarse las concentraciones excesivas de NAA por el peligro de provocar daños a las plantas.

4.7.1.4 Transporte

Rodríguez (1991), indica que el traslado de la auxina en los tejidos vegetales posee un rasgo único y exclusivo que los distingue de la circulación de los solutos en general y es su carácter ordinariamente "polar", es decir que la auxina se dirige desde el ápice a la base pero en sentido contrario, tanto en la raíz como en el tallo. Muchas de las respuestas y correlaciones del crecimiento realizadas por la auxina, dependen precisamente de este carácter polar de su desplazamiento.

Barcelo (1987), señala que la fitohormona se caracteriza por moverse en el organismo desde un punto de síntesis hasta el lugar de acción, por tanto existe movimiento de la auxina a través del organismo, este desplazamiento de lugar a otro es denominado "transporte de la auxina".

#### 4.7.1.5 Efecto de las Auxinas en el enraizado

Rodríguez (1991), indica que la acción de la auxina en el crecimiento de las raíces es parecida a su acción sobre los tallos, con la salvedad de que la concentración de auxina en el crecimiento del tallo actúa como estimuladora, mientras para el crecimiento de raíz es inhibidora.

#### 4.7.2 Métodos de uso de los reguladores

Calderón (1987), menciona que desde hace más de 40 años se conoce el efecto benéfico, que en la formación de raíces en estacas, poseen algunos productos químicos, entre ellos varios de los conocidos como reguladores de crecimiento. Hoy su uso está generalizado para obtener más rápidamente el enraizamiento, mayor cantidad de raíces y más largas.

Weaver (1980), afirma que existen muchos métodos para aplicar cantidades suficientes de reguladores de crecimiento a las estacas de tallos. No obstante, los únicos tres métodos que en la actualidad han llegado a utilizarse amplia y prácticamente son la inmersión rápida, el remojo prolongado y el espolvoreado.

Calderón (1987), señala que cuando se utilizan soluciones diluidas, de concentración variable de 30 a 200 ppm, las estacas pueden ser remojadas en sus partes basales durante 24 horas y plantadas inmediatamente después. Si la concentración de la solución es muy alta, del orden de 1000 a 5000 ppm, la inmersión de las bases de las estacas debe ser de unos pocos minutos.

Hartmann y Kester (1997), señalan que para uso general en el enraizamiento de estacas en la mayoría de las especies de plantas se recomienda el ácido indolbutírico (IBA) o a veces el ácido naftalenacético (NAA). Para determinar el mejor material y la concentración óptima para el enraizado de una especie en particular y en un grupo de condiciones dadas, es necesario hacer pruebas empíricas. La aplicación de auxinas sintéticas a las estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas,

en ocasiones al grado de que no se obtiene formación de tallos aunque la formación de raíces sea adecuada. También la aplicación de sustancias para el enraizamiento a estacas de raíz puede inhibir el desarrollo de tallos en esos trozos de raíz. Con frecuencia se presenta la cuestión acerca de la duración de las diversas preparaciones que estimulan la formación de raíces sin que pierdan sus propiedades. En soluciones estériles, este material permanece activo durante varios meses.

#### 4.7.2.1 Inmersión en solución concentrada o inmersión rápida

Weaver (1980), señala que en este método, los extremos basales de las estacas se sumergen aproximadamente durante cinco segundos en una solución concentrada (500 a 10000 ppm) del producto químico en alcohol. El producto químico puede absorberse a través del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en los extremos apical o basal de las estacas. Luego, las estacas se colocan inmediatamente en el medio de enraizamiento. Este método tiene la ventaja de requerir menor equipo en el remojo, que la técnica de remojo prolongado. La cantidad de auxinas aplicadas por unidad de superficie de la base de la estaca, es constante y depende menos de las condiciones externas, que en el caso de los otros dos métodos. La misma solución puede usarse repetidas veces, pero deberá sellarse herméticamente entre usos a fin de que no se evapore el alcohol.

Fideghelli (1987), indica que los tratamientos más empleados son con IBA a 4000 ppm, por inmersión rápida tomándose la parte basal de la estaca, mostraron que ésta intervenía en actividades como la división de las primeras células iniciales para este propósito.

Garner (1987), propone que el método inmersión en solución concentrada con un manojo cada vez y sumergiendo la parte basal de las estaquillas aéreas, manteniéndolas un momento en unos cinco milímetros de una solución alcohólica de la sustancia de crecimiento y a continuación se plantan cuando están secas. Para preparar la solución, se disuelven cinco gramos de sustancia hormonal en 500 centímetros cúbicos de alcohol etílico, alcohol metílico o acetona, después se diluye

con un volumen igual de agua para obtener una disolución a 5000 ppm. Las sustancias puras pueden ser obtenidas en tubos de un gramo, disoluciones menos concentradas se obtendrán diluyendo con más alcohol y agua. Disoluciones muy concentradas pueden ser perjudiciales para el material. La disolución se conservará en botellas opacas bien cerradas, en lugar fresco, la solución en estas condiciones se conserva activa aproximadamente un año.

Weaver (1980), afirma que las concentraciones de reguladores de crecimiento inmediatamente inferiores al punto tóxico, resultan óptimas en la promoción del enraizamiento. Dichas concentraciones provocan cierto hinchamiento en la parte basal del tallo, acompañado por la producción profusa de raíces, inmediatamente arriba de la base de la estaca. Las concentraciones fuertes pueden inhibir el desarrollo de yemas o provocar el amarillamiento o caída de las hojas, o bien, incluso la muerte de la estaca.

#### 4.7.2.2 Inmersión prolongada denominada remojo prolongado

Weaver (1980), menciona que en este método prepara una solución madre concentrada de auxinas, con etanol al 95%, y luego se diluye en agua para obtener la dosis deseada. Las concentraciones utilizadas varían desde 20 ppm en las especies de enraizamiento fácil, hasta 200 ppm en las de enraizamiento más difícil. Las estacas (solamente una pulgada basal 2.54 cm) se remojan en la solución durante 24 horas en un lugar sombreado y a temperatura ambiente, colocándolos inmediatamente en el medio de enraizamiento. La cantidad de compuesto químico absorbido por cada corte, depende de las condiciones ambientales y las especies utilizadas (por ejemplo, las estacas suculentas de madera suave varían mucho en cuanto a la cantidad de solución que absorben). Se absorbe mucha más solución en la corriente de transpiración, en condiciones cálidas y secas, que en las frías y húmedas. Por consiguiente, las estacas deberán mantenerse en una atmósfera húmeda durante el periodo de remojo, de modo que se obtenga una absorción más lenta, pero continua. La cantidad de auxina requerida varía según las especies, la

época del año en que se toman las estacas y el compuesto utilizado. Para las estacas suculentas de especies leñosas, resultará óptimo un remojo de uno a dos horas en una solución de 100 ppm, o bien, un remojo de 10 a 24 horas en una solución de 5 ppm.

#### 4.7.2.3 Espolvoreo

Calderón (1987), menciona que la forma comercial en polvo esta casi siempre realizada utilizando como medio de dilución el talco, material inerte con el que se puede efectuar una mezcla muy homogénea de los productos técnicos. Cualquier producto similar, deben ser humedecidas las bases de las estacas, y una vez escurridas, pero húmedas, ponerse en contacto con el polvo de tal manera que éste quede adherido, sacudiéndose luego para que se desprenda un posible exceso de él, que en forma de grumos pudiera ser retenido. Inmediatamente las estacas deben ser colocadas en el medio de enraizamiento, debiendo tenerse la precaución de abrir en el previamente los agujeros correspondientes, con un palo por ejemplo, para evitar que el deslizamiento entre las partículas de suelo limpien el polvo de la estaca. Posteriormente el suelo debe ser compactado con los dedos alrededor de la parte enterrada de la estaca.

Weaver (1980), aclara que en este método la base de la estaca se trata con una hormona de crecimiento mezclada con un portador (un polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco). Deben utilizarse aproximadamente 200 a 1000 ppm de la hormona de crecimiento en las estacas de madera blanda y cinco veces esa cantidad en maderas duras. Se emplean dos métodos principales para preparar la mezcla de tratamiento. Uno de ellos es moler los cristales de auxina a fin de formar un polvo fino y a continuación mezclar ese polvo con el portador. El otro consiste en empapar el portador en una solución alcohólica de sustancia de crecimiento, dejando luego que se evapore el alcohol, a fin de que el portador permanezca en forma de polvo. Con frecuencia resulta conveniente efectuar antes del tratamiento cortes nuevos en la base de las estacas para facilitar la absorción. La pulgada basal de las estacas se

humedece luego en agua y se empapa en el polvo. Debe retirarse de las estacas todo exceso de polvo a fin de impedir los efectos tóxicos posibles. A continuación las estacas se plantan inmediatamente, teniendo cuidado de no eliminar por frotación la capa delgada del polvo adherido (a ese fin, puede utilizarse un cuchillo grueso para hacer una zanja en el medio de enraizamiento, antes de insertar las estacas). Pueden surgir dificultades para obtener resultados uniformes mediante este método, debido a la variabilidad en la cantidad de material que se adhiere a las estacas.

Garner (1987), menciona que las partes basales de un determinado número de estaquillas se sumergen en una sola solución alcohólica o de acetona, al 50%, después de sacudir el exceso de líquido, se introducen por su parte inferior (basal) cinco milímetros, justo el 1/4 de pulgada inferior, en el polvo preparado. Las estaquillas se plantan inmediatamente en una zanja o por medio de un plantador no más profundo que lo normal. El talco de farmacia es el vehículo normal, pero también se ha utilizado con éxito turba y otros materiales. El polvo, listo para su uso, puede comprarse o se puede hacer como se indica a continuación. Las sustancias de crecimiento se disuelven en un volumen suficiente de alcohol o acetona hasta conseguir una mezcla pastosa, cuando se mezcle con el talco. La mezcla se agitará o removerá alguna vez mientras seca entre una suave circulación de aire sin calentar y en habitación oscura. Para preparar 100 gramos (cuatro onzas) de polvo a 500 partes por millón, disolver 0.5 gramos (1/50 onza) de sustancia de crecimiento en 40 centímetros cúbicos de alcohol, remover dentro de 100 gramos (4 onzas) de talco y secar como se ha descrito. Este polvo se guarda durante meses, si se pone en un recipiente cerrado, el ambiente fresco y lugar oscuro.

#### 4.7.2.4 Otros

Weaver (1980), señala además de estos tres métodos principales para la aplicación de reguladores del crecimiento, experimentalmente se han utilizado multitud de técnicas distintas con grados variables de éxito. Se han sumergido partes foliares de estacas en soluciones de auxinas, asperjando el follaje con esas

soluciones, ya sea antes o después de retirar las estacas de la planta madre. Se han inyectado soluciones de auxinas en las estacas y, por la fuerza se han introducido auxinas en los tallos mediante el filtrado al vacío. Asimismo, se han asperjado auxinas en el suelo para que las absorban las plantas, y también se han insertado espigas empapadas de auxina en orificios perforados de los tallos de plantas.

Fideghelli (1987), señala que para la aplicación del método de calor de fondo se utiliza determinado tipo de cajoneras cuyo fondo se calienta, mediante resistencias eléctricas, a una temperatura de 20-25°C. Las estaquillas se colocan verticalmente enterradas en un substrato (generalmente de turba y perlita o material similar) con la base a 2-3 centímetros del plano de calentamiento.

Weaver (1980), señala que existe para la propagación otros métodos como el que utiliza pasta de lanonina y la inyección e inserción de mondadientes empapados en auxina, que por lo común no se utilizan comercialmente debido a su inconveniencia en el factor tiempo.

Hartmann y Kester (1997), mencionan que en tiempos pasados una práctica seguida por algunos jardineros de Europa y del Medio Oriente era introducir semillas de granos en los extremos partidos de las estacas para estimular con ello el enraizamiento. Este procedimiento al parecer extraño tendría una base fisiológica correcta, ya que ahora se sabe que las semillas en germinación son buenas productoras de auxinas, las cuales, ayudan materialmente en la formación de raíces en las estacas.

#### 4.7.3 Interacción de las hormonas

Calderón (1987), señala que se ha podido constatar que la mezcla uso simultáneo de varios productos hormonales en este tipo determina un resultado más positivo que el que reporta cada uno de ellos de forma independiente. Por esto es que los productos comerciales de patente o marca que se encuentran en el mercado están elaborados con la utilización de varios reguladores de crecimiento

Hartmann (1998), menciona que a menudo, las mezclas de sustancias estimuladoras del enraizamiento son más efectivas que cualquiera de sus componentes aislados. Por ejemplo, cuando en cierto número de especies muy diferentes se usó una mezcla de partes iguales de ácido indolbutírico (IBA) y de ácido naftalenacético (NAA), se encontró que inducía un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas y la producción de más raíces por estaca que cada material por separado.

Weaver (1980), indica que las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación partes iguales de IBA y NAA provocan que un porcentaje más alto de estacas echen raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizado por separado. Esas raíces presentan algunas características de los sistemas radicales tratados ya sea con IBA o con NAA. El IBA y el NAA resultan más efectivos en la inducción del enraizamiento que el IAA.

#### 4.8 Condiciones para la propagación

##### 4.8.1 Etiolación

Weaver (1980), señala que por lo común, las estacas producen raíces con mayor facilidad cuando se les cultiva inicialmente en la oscuridad, de modo que los tallos estén en condiciones etioladas. Los procedimientos de enraíce deben orientarse a alcanzar esa meta.

##### 4.8.2 Temperatura

Hartmann y Kester (1997), mencionan que para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21 a 27°C, 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 las raíces y a

aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo. En las camas de estacas, algún tipo de calentamiento controlado termostáticamente aplicado abajo de las estacas es benéfico para mantener la temperatura en la base de las mismas más altas que en las yemas, lo cual en muchos casos se estimula el enraizamiento.

#### 4.8.3 Relación con el agua

Hartmann (1998), afirma que aunque la presencia de hojas en las estacas constituye un fuerte estímulo para la iniciación de raíces, la pérdida de agua por las hojas puede reducir el contenido de agua de las estacas a un nivel tal que ocasione su muerte antes de que pueda efectuarse la formación de raíces. Para lograr un buen enraizamiento de las estacas con hojas es esencial de que éstas mantengan su turgencia y que tengan un potencial de agua elevado. En las estacas se ha interrumpido la provisión natural de agua de las raíces a las hojas, pero estas todavía transpiran. En estacas de especies que enraízan con facilidad, la formación rápida de las raíces permite que la absorción de agua compense la que es removida por las hojas, pero en especies de enraíce más lento, las pérdidas de agua por las hojas debe reducirse a una tasa muy baja para mantener viva la estaca hasta que forme raíces. Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas, la presión del vapor de agua de la atmósfera que circunde a las hojas debe mantenerse casi igual a la existente en los espacios intercelulares del interior de la hoja. Existen varios métodos con los que se puede reducir la pérdida de agua de las hojas de las estacas durante el enraizado.

#### 4.8.4 Luz

Hartmann (1998), menciona que en todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas, los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces.

#### 4.9 Patógenos en la propagación vegetativa

Hartmann y Kester (1997), señalan que la propagación de plantas, ya sea por semilla o vegetativa, puede verse afectada de manera adversa por diversos organismos patógenos, como hongos, bacterias, insectos y ácaros, para lograr el éxito en la misma se necesita controlarlos. Los programas de control deben ser incluidos como una parte esencial de las operaciones de propagación.

##### 4.9.1 Hongos

Hartmann (1998), menciona que los hongos son organismos que no fotosintetizan sino que deben obtener nutrientes orgánicos ya sea de materia orgánica muerta (saprofitos) o de tejidos vivos (parásitos) y con frecuencia las estacas forman raíces pero no sobreviven mucho tiempo por estar expuestas a ataques de los mismos.

Weaver (1980), indica que las estacas son objeto de ataques por parte de varios hongos, durante el periodo de enraizamiento. Sin embargo, al tratarlas con fungicidas se logra frecuentemente la supervivencia de la estaca y un mejoramiento de la calidad de las raíces. No es muy evidente que los fungicidas afecten directamente la iniciación de raíces o que sólo protejan a la estaca de los ataques de los hongos. Se ha señalado que varios fungicidas, mejoran la calidad de las raíces.

##### 4.9.2 Bacterias

Hartmann y Kester (1997), mencionan que una bacteria es un organismo unicelular con una pared celular. Comprenden formas tanto benéficas como patógenas. En general invaden la planta a través de heridas abiertas o de aberturas naturales en donde exista humedad libre. Las esporas durmientes de las formas no patógenas permiten que las bacterias sobrevivan a periodos secos y a que sean llevadas en la superficie del material o de las herramientas de propagación. Las

principales fuentes de bacterias son las plantas maternas, el suelo o las mezclas para macetas contaminados. Las bacterias pueden existir en infecciones latentes hasta que la planta o las partes de propagación son colocadas en un ambiente favorable para su desarrollo. A menudo, la infección está asociada con heridas; las bacterias pueden ser en particular dañinas durante los procedimientos de propagación, en los cuales se hace necesario hacer cortes en los tejidos de las plantas.

#### 4.9.2.1 Tumor o agallas del cuello y de las raíces

Fideghelli (1987), indica que ataca a las raíces y al cuello produciendo vistosos tumores de consistencia leñosa, de forma esférica imperfectamente vascularizada, con epidermis parda u oscura, agrietada. Las plantas afectadas por la bacteria tienen un desarrollo inferior al normal y las hojas de color verde claro o clorótico. Es una enfermedad peligrosa en los primeros años de vida de la plantación y puede causar incluso la muerte de las plantas; si sobreviven pueden iniciar un crecimiento normal y vegetar sin mostrar síntomas. La infección tiene lugar siempre a través de una lesión, producida en los tejidos corticales por causas muy variadas. La lucha es más preventiva que curativa, tendiendo a utilizar material sano y a eliminar las causas de infección de las plantas jóvenes. Evitar la plantación en los suelos en que se hayan observado la presencia de tumores.

#### 4.9.3 Nemátodos

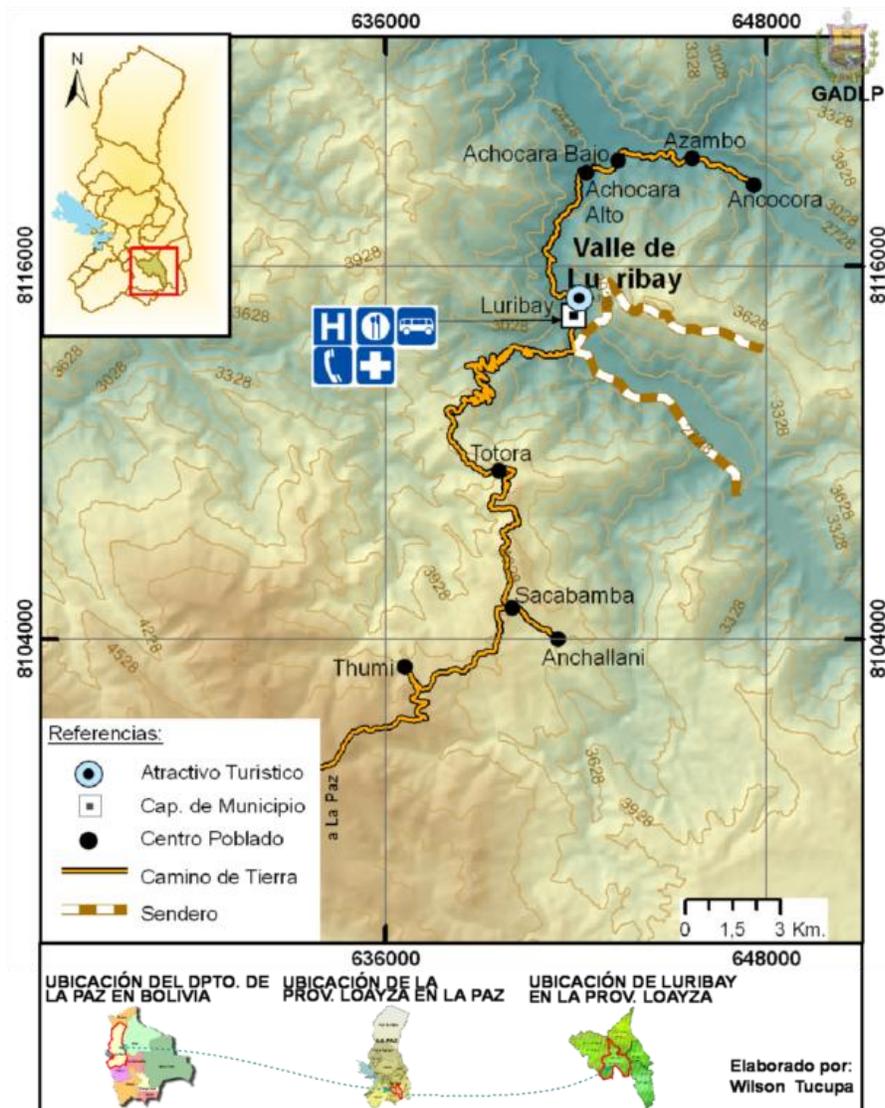
Fernández (1987), señala que son gusanos cilíndricos microscópicos que viven en las raíces de las plantas arruinándolas por completo. Durante muchos años, la atención se ha centrado en los nematodos de las raíces, del género *Meloidogyne*, que provocan la formación de nudos o agallas carnosas en las raíces y terminan por morirse. Investigaciones más recientes se han interesado por otras especies, como algunos nematodos, que viven en las hojas, los tallos.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización

#### 5.1.1 Ubicación geográfica

El presente estudio fue realizado en la provincia Loayza de la primera sección Luribay, que se encuentra a 220 km de la ciudad de La Paz, se sitúa a 17°04' de latitud Sur y 67°40' longitud Oeste del meridiano de Greenwich. La altitud se halla aproximadamente en 2150 m.s.n.m. (Montes de Oca, 1995).



Mapa 1. Ubicación geográfica del estudio realizado

## 5.1.2 Características Generales

### 5.1.2.1 Clima

El clima tiene una gran influencia en la vegetación desempeña un papel significativo en muchos procesos fisiológicos, de los seres vivos, la palabra viene del griego *klima*, que hace referencia a la inclinación del Sol. Además de los efectos de la radiación solar y sus variaciones, siempre está bajo la influencia de la compleja estructura y composición de la atmósfera. De esta manera el valle, ofrece un clima local variable, con predominancia de clima sub húmedo, semiárido. Otra consideración a tener en cuenta es la escala: el término macroclima hace referencia a una región extensa, como por ejemplo un país; mesoclima, a una más pequeña; y microclima, a un área diminuta (PDM, 2009).

### 5.1.2.2 Temperatura

La temperatura desempeña un papel importante para determinar las condiciones de supervivencia de las plantas y se ve muy influida tanto por las zonas de tierra como de mar. En el valle la temperatura promedio mes es aproximadamente en verano de 29°C y en invierno 20°C. Para tener éxito en el enraizamiento de estacas con hojas, los requerimientos de temperatura son de 18 a 27 °C. (Mariscal, 1992).

### 5.1.2.3 Precipitación pluvial

Según Mariscal (1992), la precipitación pluvial son todas las formas de humedad que emanan de las nubes y caen a la superficie de la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo, cuya cantidad caída se expresa por la altura de capa de agua. Teniéndose en el valle un promedio anual de 600 mm con vientos suaves en la época de invierno y una bajísima incidencia de heladas y granizos a causa de las características del lugar.

#### 5.1.2.4 Características del lugar

El relieve presenta un paisaje de serranías con climas irregulares, además de valles profundos y angostos, de origen aluvial, dando como resultado la remoción de masas grandes de suelo que van formando el lecho de río. La topografía de la zona es un 90% accidentada, típica de los valles cerrados y encajonados, que se caracteriza por la formación de serranías altas, cimas semiagudas y pendientes abruptas (PDM, 2009).

### 5.2 Materiales

#### 5.2.1 Materiales de gabinete

En el entorno experimental es fundamental el uso de los materiales de escritorio porque tropezamos, observamos, apreciamos o rechazamos teorías. Así pues, es evidente el uso de lo siguiente: Computadora, Cámara fotográfica, Planillas de registro, Flash memory, Sobres de papel, y otros como: Regla, Bolígrafos, Lápices.

#### 5.2.2 Material de campo

Adquirir el éxito de cualquier actividad se da por el material de campo como ser: Termohigrómetro, Balanza electrónica, Probeta, Tijera de podar, Calibrador vernier, Navaja de injertar, como también de: Picotas, Palas, Rastrillo, Mochila de fumigar, Alambre galvanizado, Nylon color negro, Cinta métrica, Marbetes, Cordeles.

#### 5.2.3 Material biológico

El material biológico utilizado en el estudio es un híbrido de durazno por almendro; este porta-injerto se adquirió del lugar el cual tiene varios nombres comunes dependiendo del lugar en que se halle por ejemplo: "GxN", "Garnem", "Durazno Salvaje", "Grande Ferrade", **GarFi**, "GF-677", Garfi x Nemared.

### 5.2.4 Material Sintético

Para poder realizar la propagación, se necesita del siguiente material: Regulador ácido indolbutírico (IBA), Regulador ácido naftalenacético (NAA), Regulador combinado AIB+ANA, Alcohol Isopropilico, Alcohol metílico, Alcohol etílico, Cobrethane, Funglak (Mancozeb), Benomyl, Kelpak.

## 5.3 Metodología

### 5.3.1 Procedimiento experimental

En la propagación de plantas por medio de estacas con hojas, uno de los principales problemas es evitar que se marchiten antes de que formen las raíces. Esto se puede lograr manteniendo el aire circundante a las estacas a una humedad relativa elevada. De esta manera el procedimiento experimental es como sigue:

#### 5.3.1.1 Preparación de camas enraizantes



Fotografía 1. Construcción - Inciso (a) (b)



Fotografía 2. Acondicionado - Inciso (c) (d)

#### a. Construcción

Antes de iniciar la multiplicación del híbrido, se procedió a completar las faltantes con la construcción de las camas de propagación, para adecuar al diseño en

parcelas divididas, cuyas dimensiones son 1.0 m x 3.7 m, estos parámetros ya fueron definidos anteriormente por el manejo.

b. Acondicionamiento de la construcción

Al terminar de completar la construcción de las camas, se colocó cuatro carretillas de grava, seguidamente se cubrió con nylon negro con la finalidad de crear un microclima, además de hoyos en la base para el drenaje. Posteriormente con el objeto de elevar la temperatura del sustrato se colocó en la base del medio de enraizamiento una capa de diez centímetros de estiércol en descomposición, que debido a las reacciones de fermentación que en él ocurren desprende calor, finalmente el sustrato correspondiente de acuerdo al diseño para cada cama de propagación.

c. Acondicionamiento del ambiente para la multiplicación

Como se mencionó en el inciso que precede de crear un microclima, se encerró a cada cama enraizante con un armazón de campana, este último cubierto de nylon, el objetivo tener una: humedad constante, temperatura, evapotranspiración reducida. Cuyas condiciones son ideales para un enraizado.

d. Uso de semi-sombra para la aclimatación

Antes de iniciar la multiplicación también se acondicionó un segundo ambiente; el fin aclimatar las plantas propagadas, que posteriormente se trasplantarán a campo abierto de manera definitiva, se realizó platabandas tipo potrerito de dimensiones 1 m x 3.5 m; en el interior un lomo de pez de 3% de inclinación con caída a ambos lados. Sobre este lomo de pez se extendió una lámina de nylon para mejorar el drenaje y evitar que las raíces pasen al suelo, además entre platabandas un pasillo acanalado de 50 cm cubierto de grava con una pendiente para evitar el encharcamiento, el parámetro fue definido por el manejo.

### 5.3.1.2 Desinfección de camas enraizantes



Fotografía 3. Desinfección de sustratos    Fotografía 4. Selección - recolección del híbrido

La desinfección se llevo a cabo de la siguiente manera: se usó cuarenta litros de agua de lluvia hervida/cama (Fotografía 3); realizado lo dicho se cubrió herméticamente con agro film, impidiendo de esta manera la fuga de calor por efecto del agua, posteriormente se aguardo, hasta que paulatinamente la humedad redujo a capacidad de campo, para así proceder al estacado sin riego inicial, manteniéndose un microclima a partir de ese instante con una: temperatura, humedad, estructura no compacta. De esta manera asemejándose a una cama de propagación ideal.

### 5.3.1.3 Preparación de unidades experimentales

Cada unidad experimental se delimitó una vez construidos las camas de propagación en el que se aplicaron nueve tratamientos con tres repeticiones y una densidad de diez centímetros de acuerdo al diseño completamente al azar bajo el arreglo en parcelas divididas cuya distribución se realizó con ayuda de marbetes. Tomándose a los reguladores de crecimiento como factor B por su precisión y al factor A para los medios de enraíce, cada factor con sus niveles respectivamente.

### 5.3.1.4 Selección de las estacas para su multiplicación

Para la selección de las plantas madres se utilizó una tijera de podar previamente desinfectado con alcohol metílico, tomándose en cuenta el vigor,

presencia de yemas, sanidad, ubicación, una vez hecho todo lo indicado se procedió al pre-tratamiento antes de su multiplicación, como se detallara a continuación.

#### 5.3.1.5 Pre-tratamiento antes de su multiplicación

##### a. Anillado

El anillado se inició una vez concluido la selección, se procedió a realizar una incisión anular, el fin elevar la relación carbono nitrógeno, para poder asegurar e inducir al enraizado, la razón es la dificultad que presenta en su prendimiento. Terminado el proceso se espero por un periodo de dos semanas para poder recolectar.

##### b. Recolección

Se recolectó por la tarde cuidando de no dañar las hojas, yemas, por la importancia en el enraizamiento; terminado, se trasladó a un ambiente exento de factores abióticos, para proceder al trozado de estacas con una tijera de podar, todos de quince centímetros de largo con dos centímetros de diámetro con yemas respectivamente, los cortes fueron hechos en bisel y colocados en agua para evitar la deshidratación (Fotografía 4).

##### c. Tratamiento contra el ataque de hongos

Terminado el trozado y después de reducir el área foliar en las hojas de mayor tamaño como el número de hojas se procedió al tratamiento contra el ataque de hongos con la siguiente relación 2,5 g en 5l de agua por 15 a 20 minutos como máximo, el fin no provocar daño por intoxicación (Fotografía 4).

##### d. Lesionado

Una vez hecho el tratamiento contra los hongos se procedió a realizar el lesionado cuyo procedimiento induce el prendimiento, este se realizó muy próximo a

las yemas inferiores con un corte longitudinal de 2 a 2,5 cm, utilizándose una navaja de injertar previamente esterilizado.

e. Tratamiento con reguladores de crecimiento

Concluido el paso anterior se continuó a preparar las siguientes soluciones en 10 ml de alcohol isopropílico con la siguiente relación: 7500+2500 ppm de AIB+ANA respectivamente, 4000 ppm de AIB y 8000 ppm de ANA. Completándose a 1000 ml de agua de lluvia, este recolectado en su época. Finalmente se colocó en un recipiente (solución + estacas), colocándose en un solo sentido con una leve inclinación con la finalidad de que el floema se encargue de transportar las auxinas. Terminado se cubrió el recipiente manteniendo una temperatura y oscuridad ya que las hormonas pierden su efectividad en presencia de la luz. Finalmente se procedió al estacado pasado seis horas de acuerdo al diseño experimental completamente al azar.

5.3.1.6 Estacado

Se utilizó un repicador en la apertura obteniéndose hoyos de 3 cm de diámetro y 6 cm de profundidad para el estacado, con una distancia entre hileras de 10 cm y 10 cm de distancia entre plantas constante para todos los tratamientos, cada vareta fue inserto con el haz en dirección a la luz y con una leve inclinación para reducir el flujo de los reguladores de crecimiento. Terminado se procedió a presionar el sustrato en el sector del estacado para que sea firme.

5.3.1.7 Periodo de etiolación

Se procedió una vez finalizado el estacado, el objeto de la etiolación: evitar la pérdida de los reguladores de crecimiento causado por la luz y paralelamente inhibe el desarrollo de las yemas. Asimismo induce el encallado, este precursor en la formación de raíces.

#### 5.3.1.8 Reguladores de crecimiento

Se aplicó el uso de compuestos sintéticos como el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenacético (NAA) y la combinación de ambas bajo la metodología de inmersión prolongada con el uso de alcohol isopropílico por ser ácidos, en un periodo de seis horas.

#### 5.3.1.9 Prácticas en la propagación

##### a. Desmalezado

La frecuencia de desmalezado se realizó cada siete días, para impedir la competencia de las malas hierbas, además para evitar el alojamiento de hospederos no deseables y tener un control de plagas como los: hongos, hormigas u otros. Principalmente durante la primera etapa de su desarrollo.

##### b. Riego

El riego se efectuó bajo un tratamiento rotativo de fungicidas en forma preventiva para controlar las enfermedades y de forma manual con una mochila de fumigar con capacidad de 20 litros, con las siguientes relaciones: Cobrethane 12,5g en 5 litros de agua, Funglak (Mancozeb) 15 ml en 5 litros de agua y Benomyl 5g en 10 litros de agua y promotores para estimular el encallado inicial Kelpak 125 ml en 10 litros de agua, teniendo cuidado de distribuir el agua uniformemente y cuidando de no encharcar y conociendo de antemano el efecto de duración del fungicida.

##### c. Control de plagas y enfermedades

Se realizó desde el inicio de la reproducción asexual, en forma preventiva para el caso de la presencia de hongos, ataque de hormigas y malezas. Se menciona de manera inteligible en forma general los siguientes: carbamatos, ditiocarbamatos como

el mancozeb (Funglak), benomyl, cobrethane, en dosis de acuerdo a indicación, rotando cada uno de ellos para no crear tolerancia de los hongos, como se menciona en los dos incisos que anteceden.

d. Periodo de aclimatación o endurecimiento

En la etapa inicial necesita mayor oscuridad hasta comenzar a encallar y consecuentemente al enraizado cuya duración es de tres semanas para poder seguir al periodo de aclimatación que consiste en un incrementó de luz o un mayor grado de luz acompañado de ventilación en relación a la etiolación finalmente esta etapa dura sesenta días terminándose a la aclimatación total hasta que las plantas son expuestas al mayor porcentaje de luz, esto será necesario de lo contrario las plantas se marchitan y mueren; para así poder acceder al repicado, obteniéndose resultados reales de prendimiento.

e. Temperatura

El registro de este factor abiótico fue controlado diariamente en intervalos de dos horas tomándose desde las 9:00 de la mañana hasta 4:00 de la tarde con el objetivo de tener un ambiente cuasi controlado. A través de esos datos se procedió a la ventilación o viceversa reduciéndose de esta manera la humedad y/o la temperatura observándose el caso respectivamente, las temperaturas registradas por el termohigrómetro fueron de 40°C como máxima al medio día y 8°C como mínima en la noche.

f. Repicado

El repicado cumple una función eminentemente vital para poder determinar el prendimiento, porque un mal manejo determinara indefectiblemente la muerte del trasplante, para tal fin se inició a los noventa días después del periodo de aclimatación de forma manual, observando que el suelo se encuentre alrededor de

capacidad de campo para así proceder a repicar. Después de llevar a cabo se procedió a regar cuidando el grado de humedad del suelo. En el caso de las plantas con marbetes fueron seleccionados en grupos e identificados posteriormente.

#### g. Aclimatación bajo el uso de semi-sombra

Una vez terminado el repicado y ordenado las bolsas, se mantuvo los plantines por un periodo de dos semanas para la aclimatación final en el interior del invernadero, llevándose posteriormente bajo semi-sombra exponiéndose de esta manera a un crecimiento normal, con la finalidad de trasplantar a campo definitivo en el futuro.

### 5.4 Diseño experimental

Para el estudio experimental se considero un diseño completamente al azar en parcelas divididas con tres repeticiones a una densidad de 10x10 cm y 10 estacas escogidas aleatoriamente como muestra para la evaluación de las variables de respuesta, toda actividad de propagación se realizó en dos direcciones entre el invernadero para propagarlo propiamente dicho y el uso de semi-sombra para su crecimiento normal. Así de esta manera prepararlos para el trasplante definitivo a campo abierto.

#### 5.4.1 Tratamientos

##### FACTOR (A)

(Sustrato)

1

a<sup>2</sup> : 1 Arena (A)

a<sup>3</sup> : 1 A + 1 Tierra Negra (TN)

a : 1 A + ½ TN + ½ KokaGuano (KG)

##### FACTOR (B)

(Regulador de crecimiento)

1

b<sup>2</sup> : Ácido IndolButírico (AIB)

b<sup>3</sup> : Ácido NaftalenAcético (ANA)

b : AIB+ANA

TRATAMIENTOS (combinados 3x3)

$$\begin{aligned}
 T_1 &= a_1xb_1 & T_4 &= a_2xb_1 & T_7 &= a_3xb_1 \\
 T_2 &= a_1xb_2 & T_5 &= a_2xb_2 & T_8 &= a_3xb_2 \\
 T_3 &= a_1xb_3 & T_6 &= a_2xb_3 & T_9 &= a_3xb_3
 \end{aligned}$$

Modelo Lineal:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Fuente: Arteaga, 2004

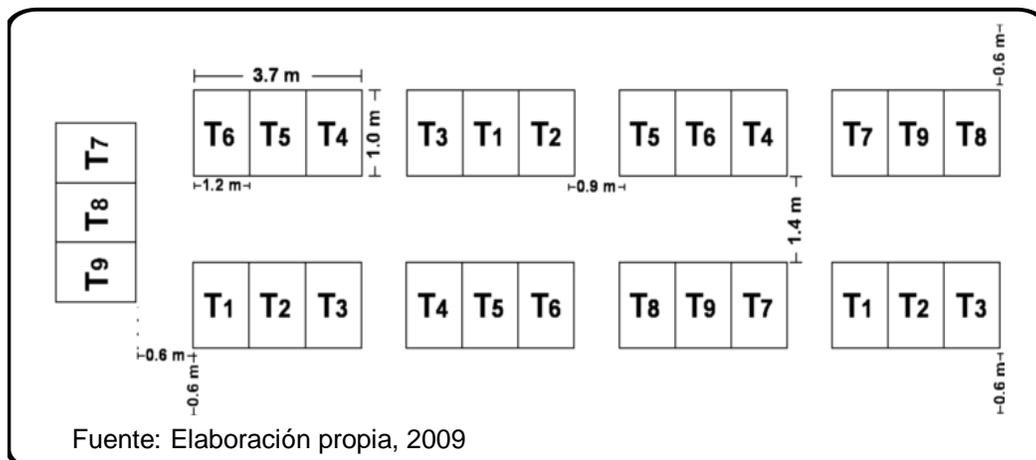
Ecc. ①

Donde:

- $Y_{ijk}$  : Observación cualquiera
- $\mu$  : Media general del experimento
- $\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo sustrato (Factor A)
- $\varepsilon_i$  : Error experimental parcela mayor
- $\beta_j$  : Efecto del j-ésimo regulador de crecimiento (Factor B)
- $(\alpha\beta)_{ij}$  : Efecto fijo de la interacción Factor (A) x (B)
- $\varepsilon_{ijk}$  : Error experimental

5.4.2 Croquis del experimento

Figura 4. Distribución de los tratamientos en el estudio realizado



## 5.5 Variables de respuesta

### 5.5.1 Días a la brotación

Para la variable días a la brotación se consideró las noventa y nueve estacas de cada unidad experimental procediéndose a contar por observación, registrándose por semana la cantidad de brotes por tratamiento, y poder cuestionar la información de manera tentativa, y permitir expresar una idea aproximada del mejor regulador de crecimiento como del mejor medio de enraíce.

### 5.5.2 Crecimiento longitudinal del brote principal

La toma de datos de esta variable de respuesta para su evaluación fue de las diez muestras aleatorias de cada unidad experimental, registrándose por semana de la siguiente manera con la ayuda de un calibrador vernier, se procedió a medir la longitud del brote principal expresado en milímetros descartándose los brotes adyacentes.

### 5.5.3 Porcentaje de prendimiento

En lo referente al porcentaje de prendimiento se tomó el 100 % de cada unidad experimental, procediéndose a contar por observación, registrándose solo una vez en la decima semana, lo suficiente para un desarrollo de las raíces, la siguiente fórmula nos permitió determinar una idea general del comportamiento de los tratamientos:

$$\text{Porcentaje de prendimiento} = \frac{\text{Número de plantines prendidos}}{\text{Número de estacas no prendidos}} * 100 \% \quad \text{Ecc. ②}$$

En pocas palabras los resultados expresados en porcentajes nos permitieron establecer una relación mutua entre el ambiente y el medio de enraíce como el uso de reguladores de crecimiento que se detalla en los análisis estadísticos.

#### 5.5.4 Longitud de raíz

Asimismo la variable longitud de raíz con fines evaluativos, solo se usaron las diez muestras aleatorias de cada tratamiento, registrándose cuando se inició el proceso del repique de la siguiente manera: con la ayuda de un calibrador vernier se procedió a medir la longitud principal expresado en milímetros y cuidando de no exponer toda la raíz al ambiente; considerándose desde el encallado hasta el extremo opuesto.

#### 5.5.5 Porcentaje de sobrevivencia

El interés de toda la investigación para contribuir al desarrollo de la producción radica eminentemente a esta variable de respuesta, porque uniformiza criterios, controversia y base inteligible para comprender y aplicarlo a futuro su evaluación se determinó con la siguiente fórmula que se muestra a continuación:

$$\text{Porcentaje de sobrevivencia} = \frac{\text{Número de plantines vivos}}{\text{Número de plantines prendidos}} \times 100 \% \quad \text{Ecc.} \textcircled{3}$$

Una vez terminado el repique se espero un tiempo de cuatro semanas, bajo condiciones de platabanda en semi-sombra o sombreadero, para observar la mortandad y con la ecuación se determinó el porcentaje de prendimiento. Para llegar a concluir el comportamiento de cada tratamiento en los análisis de varianza.

#### 5.5.6 Número de hojas

Esta variable que se tenía inicialmente no se consideró con fines evaluativos, solo se registro por ser coadyuvante en el desarrollo del plantin procediéndose a contar por observación cada 25 días, la razón de invalidar es por no representar investigación experimental debido a la siguiente razón al uniformizar el medio de propagación en el momento del repique se redujo el factor evaluativo A (Sustrato).

### 5.5.7 Altura de plantines

Por otra parte, la evaluación de la altura de plantin, no fue considerado con fines evaluativos, registrándose con intervalos de veinte cinco días de la siguiente manera con la ayuda de una regla, se procedió a medir la longitud expresado en centímetros considerándose desde la base del tallo hasta el extremo opuesto del ápice del brote principal. La razón de descartar dichos datos es por reducir el factor A además de que su evaluación comenzó después de evaluar el porcentaje de sobrevivencia donde también el factor B, no es determinante en su crecimiento creándose nuevos factores de estudio que se podrían citar tantos otros pero que no son relevantes para el estudio de propagación asexual.

### 5.6 Análisis económico

El fundamental principio de cualquier actividad es el de obtener los beneficios, asimismo la producción entraña costos, en una coexistencia referencial entre el precio y la demanda, por todo lo dicho se tomó para el análisis económico la relación beneficio costo cuya fórmula se muestra a continuación.

$$\text{La relación beneficio/costo (B/C)} = \frac{\text{Ingresos brutos actualizados (beneficios)}}{\text{Costos actualizados}} \quad \text{Ecc. } \textcircled{4}$$

Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos del estudio y los costos incurridos a lo largo de la producción incluyendo la inversión total. En su aplicación es necesario tener presente los siguientes parámetros de medición:

B/C > 1, entonces, existe beneficio

B/C < 1, entonces, no existe beneficio

B/C = 1, entonces, no existe beneficio ni pérdida

De esta manera se muestra un análisis a continuación en los resultados y controversias de este híbrido.

## 6. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 6.1 Días a la brotación

Observando el análisis de varianza (cuadro 1), para el carácter días a la brotación, el valor del coeficiente de variabilidad es de 6,8% encontrándose dentro el grado de confiabilidad de los datos registrados y del manejo del experimento. Para este carácter se ha detectado diferencias estadísticas en los reguladores de crecimiento, mostrando que existe significancia en al menos un regulador de crecimiento, en cuanto a la interacción sustrato x regulador no presenta significancia estadística lo que significa que los reguladores son independientes.

Cuadro 1. Análisis de varianza de días a la brotación

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	122,89	61,44	2,31	5,14	ns
Error de a	6	159,78	26,63			
Reguladores	2	328,22	164,11	6,79	3,88	*
Sustratos x Reguladores	4	276,89	69,22	2,86	3,26	ns
Error de b	12	290,22	24,19			
Total	26	1178,00				
Coeficiente de variación	6,8%					

ns = no significativo \* = significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

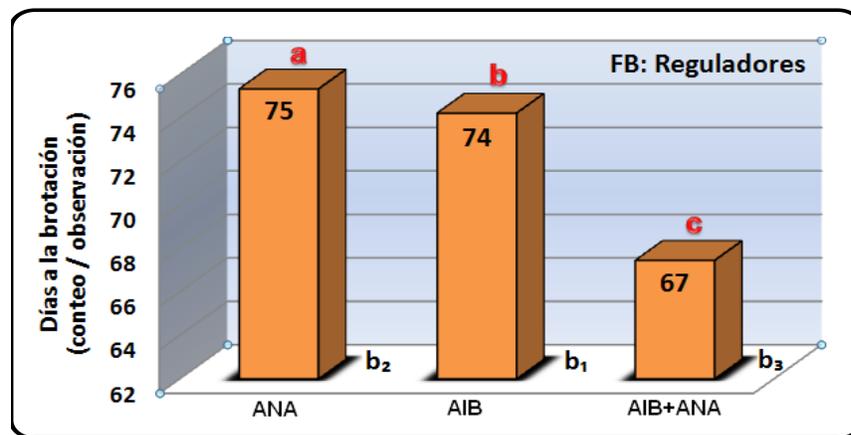
<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

Al analizar las comparaciones de Duncan al 5% de probabilidad (Figura 5) para el carácter días a la brotación, se observa estadísticamente que el regulador ácido naftalenacético (NAA), obtuvo mayor número de brotación con promedio de 75 unidades en relación a la combinación de ácido indolbutírico (IBA) mas el ácido naftalenacético (NAA) que presentó el menor número de brotación con promedio de 67 unidades, por tanto se recomienda el primero estadísticamente.

Estas variaciones obtenidas para el carácter días a la brotación, se debe principalmente a la aplicación de dos diferentes tipos de reguladores de crecimiento como a la combinación de las mismas, también se debe a la humedad y comportamiento fisiológico del híbrido.

Según Weaver (1980), indica que en Hungría se usa comúnmente el NAA a fin de promover las raíces, este compuesto es más toxico que él IBA en concentraciones excesivas. Esos investigadores posteriormente encontraron que la aplicación de NAA concentrado a 5000 ppm, induce un enraizamiento. Pero el índice de supervivencia al final bajo aspersion fue del 90 %, en comparación con IBA fue del 95% concentrado a 10 000 ppm. Sin embargo, la respuesta no es universal debido al manejo y al sitio local de los propagadores.

Figura 5. Factor B (reguladores de crecimiento) en días a la brotación



Fuente: Elaboración propia, 2010

Por la figura 5 estadísticamente podemos afirmar que el ácido naftalenacético (NAA) es el de mejor aceptación dentro los reguladores y es el recomendado.



Fotografía 5. Días a la brotación

## 6.2 Crecimiento longitudinal del brote principal

Realizando el análisis de varianza para el carácter crecimiento longitudinal del brote principal (cuadro 2), la significancia obtenida se describe a continuación.

Cuadro 2. Análisis de varianza del crecimiento longitudinal del brote principal

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	454,07	227,03	453,01	5,14	*
Error de a	6	3,01	0,50			
Reguladores	2	338,87	169,44	146,39	3,88	*
Sustratos x Reguladores	4	4648,45	1162,11	1004,02	3,26	*
Error de b	12	13,89	1,16			
Total	26	5458,29				
CV	1,0%					

ns = no significativo \* = significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

- 🌱 Para el factor A: Se tiene que la media en el crecimiento longitudinal del brote principal del híbrido es diferente en al menos en un sustrato.
- 🌱 Para el factor B: La media en el crecimiento longitudinal del brote principal es diferente en al menos en un regulador de crecimiento.
- 🌱 Para la interacción: El efecto del regulador en el crecimiento longitudinal del brote principal es diferente en al menos un sustrato. Esta significancia demuestra que los factores (regulador x sustrato) no son independientes, sino al contrario que tienen un efecto combinado, las conclusiones más importantes del estudio de la interacción se muestra a través de las medias del análisis de efecto simple (recalcando debido a su significancia). Como es de interés el comportamiento de los diferentes reguladores de crecimiento dentro los niveles de sustrato se tiene en el cuadro 3 y en la figura 6.
- 🌱 CV = 1,03%: El desvío estándar representa el 1,03% de la media, podemos decir que existe un bajo grado de variación en el crecimiento longitudinal del brote principal en torno a su promedio.

El análisis de varianza de efectos simples (cuadro 3), muestra que existe significancia, el cual se explica en los siguientes puntos a continuación.

Cuadro 3. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción

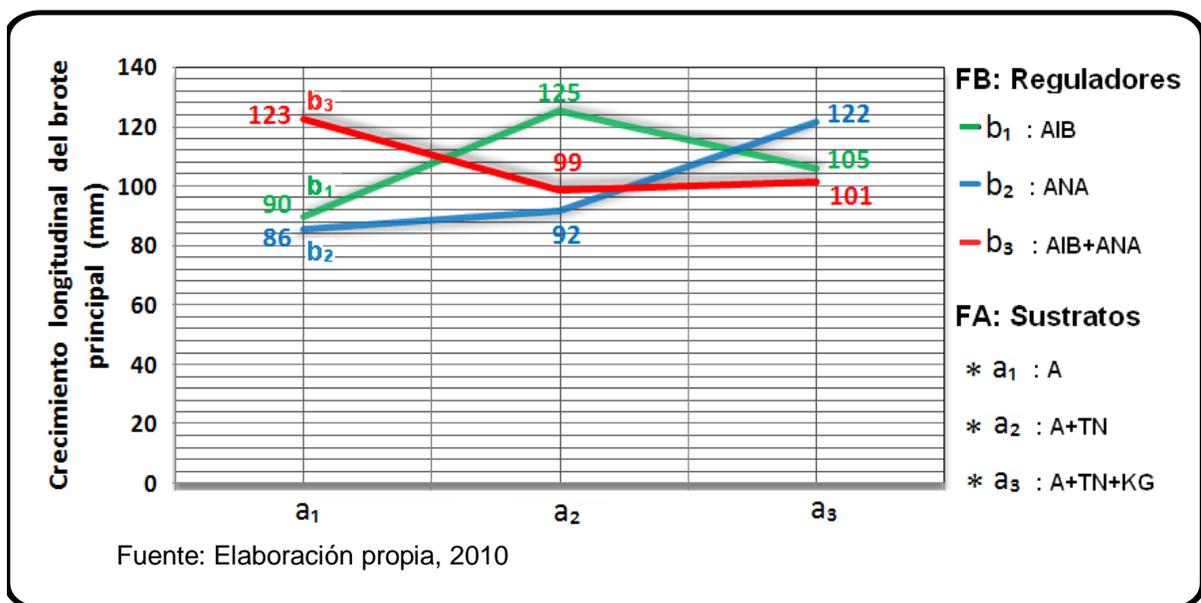
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
AlB en (a <sub>1</sub> )	2	2475,02	1237,51	1069,16	3,88	*
ANA en (a <sub>2</sub> )	2	1822,44	911,22	787,26	3,88	*
AlB+ANA en (a <sub>3</sub> )	2	689,87	344,93	298,01	3,88	*
Error de b	12	13,89	1,16			*= significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

- 🌱 El ácido indolbutírico (IBA) en arena 100% tiene diferencias significativas en el crecimiento longitudinal del brote principal. Se detecto esta significancia debido al error pequeño de 1,16 del factor (B).
- 🌱 De la misma manera se muestra que el ácido naftalenacético (NAA) tiene diferencias significativas en el crecimiento longitudinal del brote principal.
- 🌱 Los reguladores de crecimiento en combinación tienen diferencias significativas en el crecimiento longitudinal del brote principal (ver figura 6).

Figura 6. Interacción Factor (A) x Factor (B) en el crecimiento longitudinal del brote



La figura 6 muestra que en  $a_1$  se explica que: la combinación de ácidos tiene un mejor desarrollo en la longitud del brote principal en milímetros a diferencia del ácido naftalenacético (NAA). En  $a_2$ , el ácido indolbutírico (IBA) se comporta favorablemente en el crecimiento longitudinal del brote principal en milímetros; y en contra el ácido naftalenacético (NAA), notándose que ambos mejoran al cambiar de  $a_1$ , pero sí el cambio es hacia  $a_3$  disminuyen en relación a  $b_3$ . Para  $a_3$ , el ácido naftalenacético (NAA) tiene un comportamiento bueno en el crecimiento longitudinal del brote principal en milímetros a diferencia de los otros niveles.

Según lo observado en campo, para la variable de respuesta (crecimiento longitudinal del brote), las variaciones obtenidas se deben al tipo de regulador de crecimiento por las siguientes razones; la proporción de dicha sustancia como también la aplicación del promotor foliar inducen a un crecimiento, pero que no definen el prendimiento de las estacas, ya que no significa que a la par las raíces entren en desarrollo, si no que interviene el sustrato en su crecimiento.

Según Hartmann y Kester (1998), señala que las sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación partes iguales de ácido indolbutírico (IBA) y de ácido naftalenacético (NAA) que por separado. Por otro lado para determinar el mejor material y la concentración óptima para el enraizado de una especie en particular y en un grupo de condiciones dadas, es necesario hacer pruebas empíricas.



Fotografía 6. Crecimiento longitudinal del brote

### 6.3 Porcentaje de prendimiento

Observando el análisis de varianza (cuadro 4), para el carácter porcentaje de prendimiento, el valor del coeficiente de variabilidad del híbrido representa el 38,49% del promedio, nos señala que existe un alto grado de dispersión de los datos registrados y del manejo. El análisis de varianza para este carácter muestra que entre los sustratos de enraíce se ha detectado diferencias estadísticas, en cuanto a la interacción sustrato x regulador no presenta significancia estadística lo que significa que el sustrato es independiente.

Cuadro 4. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	1098,0	549,00	16,98	5,14	*
Error de a	6	194,0	32,33			
Reguladores	2	28,2	14,11	0,12	3,88	ns
Sustratos x Reguladores	4	388,4	97,11	0,85	3,26	ns
Error de b	12	1372,0	114,33			
Total	26	3080,7				
CV		38,5%				

ns = no significativo \* = significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

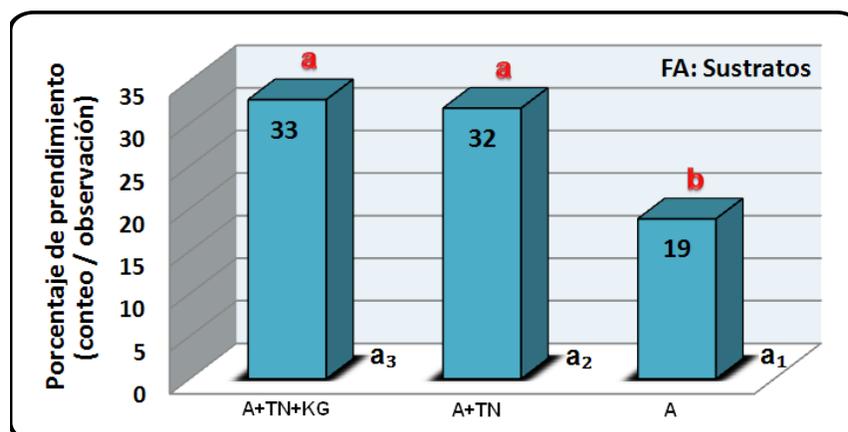
Al analizar la prueba de significancia Duncan al 5% de probabilidad (Figura 7) para la variable de respuesta porcentaje de prendimiento, muestra que estadísticamente el sustrato a<sub>3</sub> (A+TN+KG) y a<sub>2</sub> (A+TN) son indistintos en el promedio de porcentaje de prendimiento, tomándose a<sub>3</sub> se tiene el mayor promedio de 33 unidades/conteo; sin embargo el sustrato a<sub>1</sub> (A) obtuvo el menor porcentaje de prendimiento con promedio de 19 unidades de ello se recomienda el uso de los dos primeros estadísticamente.

Estas diferencias se dan fundamentalmente por dos razones: primero, por la estructura del sustrato, vale decir que a<sub>3</sub> (A+TN+KG), tiene una mejor repuesta al porcentaje de prendimiento por que retiene una humedad constante, en relación a a<sub>1</sub> (A). Y en segunda instancia, el salto térmico que se produce a la hora del riego,

determinándose de esta manera que el ambiente también debe estar a una temperatura constante.

Según French (1982), el análisis de suelos para enraizar en arena casi no existe nutrientes por lo que es necesario fertilizar con regularidad; esta desventaja casi siempre se compensa por las ventajas de estos ingredientes que rara vez contienen patógenos que afectan. La calidad de la arena puede variar; por lo tanto, se debe investigar sus cualidades. Las mezclas con tierra, medio normal para las plantas, no pueden usarse sola en forma satisfactoria; cuanto más limo y arcilla contenga, más se compacta con el riego, porque su estructura se pierde al tratarla; Las mezclas de suelo se hacen en proporciones distintas con arena. Cuando se desea usar tierra pura es preferible usar un riego por aspersión fina. La tierra vegetal procedente de la superficie de tierras forestales puede ser excelente por su retención de agua y elementos nutritivos pero es también variable; proporciones iguales de tres ingredientes producen un resultado satisfactorio. (Hasta 2 tierra: 1 arena: 1 tierra vegetal).

Figura 7. Factor (A) (sustratos para el enraizado) en el porcentaje de prendimiento



Fuente: Elaboración propia, 2010

En la figura 7 se aprecia que el sustrato combinado a<sub>3</sub> (A+TN+KG), posee un porcentaje de prendimiento aceptable por lo que se recomienda la combinación de sustratos a diferencia de a<sub>1</sub> (A).

## 6.4 Longitud de raíz

El análisis de varianza (cuadro 5) muestra significancia en la variable longitud de raíz, la interpretación se detalla a continuación.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la longitud de raíz

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	426,41	213,21	10,74	5,14	*
Error de a	6	119,13	19,86			
Reguladores	2	1059,23	529,61	45,53	3,88	*
Sustratos x Reguladores	4	1588,44	397,11	34,14	3,26	*
Error de b	12	139,58	11,63			
Total	26	3332,78				
CV	6,1%					

ns = no significativo \* = significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

-  El cuadro 5, muestra que existen diferencias entre los sustratos sobre la longitud de raíz. Entonces son significativas en al menos en un sustrato.
-  Al igual que el anterior el cuadro nos muestra que los reguladores de crecimiento sobre la longitud de raíz son significativas señalando una marcada diferencia en al menos un nivel.
-  En el caso de la interacción factor (A) x factor (B), se observa significancia en el regulador de crecimiento sobre la longitud de raíz y es diferente en al menos un sustrato de enraizamiento. Véase las diferencias significativas en cuadro 6 y figura 8.
-  Finalmente el valor del CV es de 6,1% ello indica una baja dispersión en las observaciones alrededor de la media aritmética y se puede tener la certeza de que los datos son confiables.

El análisis de varianza de efectos simples para la interacción (cuadro 6), se observa la significancia en los niveles ( $a_1$ ,  $a_2$ ) el cual se explica en los siguientes puntos a continuación.

Cuadro 6. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción (Sustratos) x (Reguladores de crecimiento)

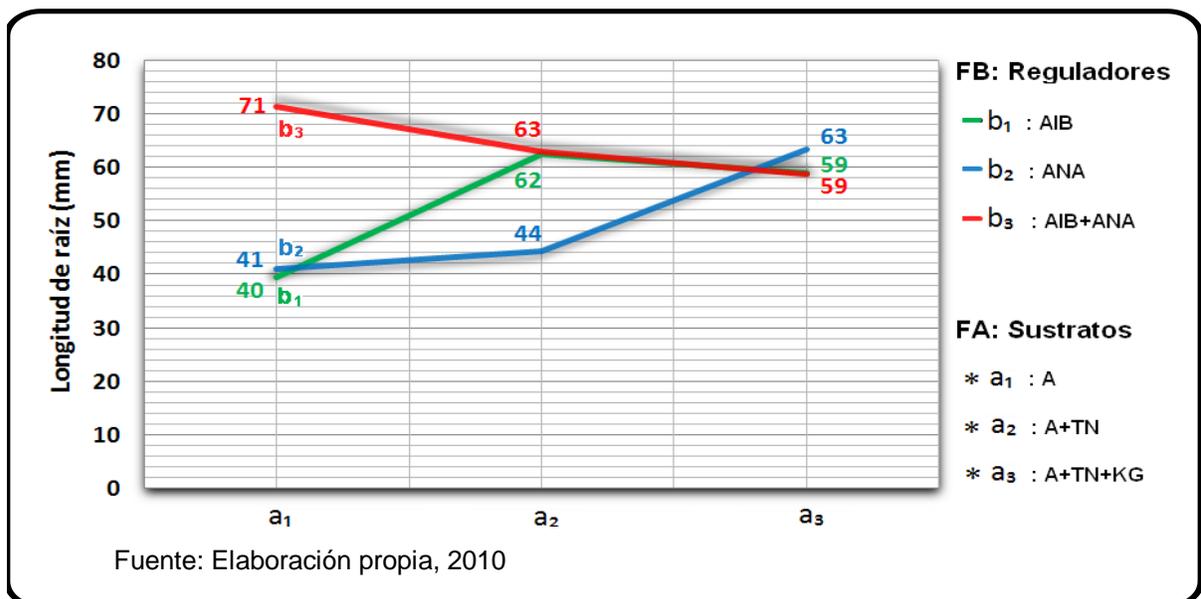
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
AIB en ( $a_1$ )	2	1931,30	965,65	83,02	3,88	*
ANA en ( $a_2$ )	2	678,81	339,41	29,18	3,88	*
AIB+ANA en ( $a_3$ )	2	37,56	18,78	1,61	3,88	ns
Error de b	12	139,58	11,63			

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

- El análisis de varianza de efectos simples (cuadro 6), para la interacción muestra que el regulador de crecimiento ácido indolbutírico (IBA) tiene diferencia significativa en la longitud de raíz.
- De forma similar el regulador de crecimiento ácido naftalenacético (NAA) tiene diferencia significativa en la longitud de raíz en milímetros este determina la diferencia en su comportamiento (Figura 8).

Figura 8. Interacción Factor (A) x Factor (B) en la longitud de raíz



De la figura 8, puede notarse claramente que en  $a_1$  existe diferencia significativa, esto quiere decir que la combinación de reguladores se comporta bien sobre la longitud de raíz, recomendándose estadísticamente la combinación de ácidos en arena. También se deduce lo siguiente: Para  $a_2$ , no existe diferencias significativas entre el ácido indolbutírico (IBA) y la combinación de reguladores de acuerdo a la figura 8, esto quiere decir que usar solo ácido indolbutírico (IBA) o la combinación de reguladores no presenta diferencias en la longitud de raíz en milímetros. Finalmente en  $a_3$ , el ácido naftalenacético (NAA) podría obtener la mayor longitud de raíz, a diferencia de los otros. Pero según el análisis de varianza de efectos simples (cuadro 6) es no significativo y se determina que los tres son iguales.

De todo el análisis para esta variable de respuesta (longitud de raíz); se explica que las estacas recolectadas tienen un desarrollo radicular más extendido en arena (A), porque tienen facilidad en su desarrollo una vez prendido, a diferencia de un sustrato combinado, así como también la época de recolección en verano, porque cada estaca contaba con una a dos hojas, las mismas que son coadyuvantes para obtener el enraizamiento.

Según Weaver (1980), señala el objeto de tratar las estacas con reguladores de crecimiento es la estimulación de las raíces, al tratar las estacas, se han obtenido resultados más favorables durante el periodo de crecimiento activo que durante la temporada de letargo. La aplicación de reguladores de crecimiento a plantas de hoja caduca, pueden acelerar el enraizamiento a razón de 2 a 3 semanas más rápido.



Fotografía 7. Iniciación de encallado



Fotografía 8. Encallado - enraizado (híbrido)

## 6.5 Porcentaje de sobrevivencia

El análisis de varianza (cuadro 7) muestra significancia en el carácter porcentaje de sobrevivencia, la interpretación se detalla a continuación.

Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	0,03	0,01	6,09	5,14	*
Error de a	6	0,01	0,00			
Reguladores	2	0,04	0,02	5,34	3,88	*
Sustratos x Reguladores	4	0,15	0,04	10,24	3,26	*
Error de b	12	0,04	0,00			
Total	26	0,28				
CV	10,86%					

ns = no significativo \* = significativo

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

Fuente: Elaboración propia, 2010

-  Existen diferencias significativas entre los diferentes tipos de sustrato en la variable de respuesta porcentaje de sobrevivencia, en al menos en un sustrato de enraizamiento.
-  Los reguladores de crecimiento también muestran significancia sobre el porcentaje de sobrevivencia, en al menos un regulador de crecimiento obteniéndose variación.
-  La interacción sustrato x regulador de crecimiento presenta significancia lo que indica que estos factores en estudio no son independientes en el porcentaje de sobrevivencia, según el análisis de efecto simple del cuadro 8 y la figura 9 se observan las diferencias significativas.
-  El valor del coeficiente de variación es de 10,86% ello indica una baja dispersión en las observaciones alrededor de la media aritmética y se puede tener la certeza de que los datos son confiables.

El análisis de varianza de efectos simples para la interacción (cuadro 8), se observa la significancia en los niveles ( $a_1$ ,  $a_2$ ) el cual se explica en los siguientes puntos a continuación.

Cuadro 8. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción A x B

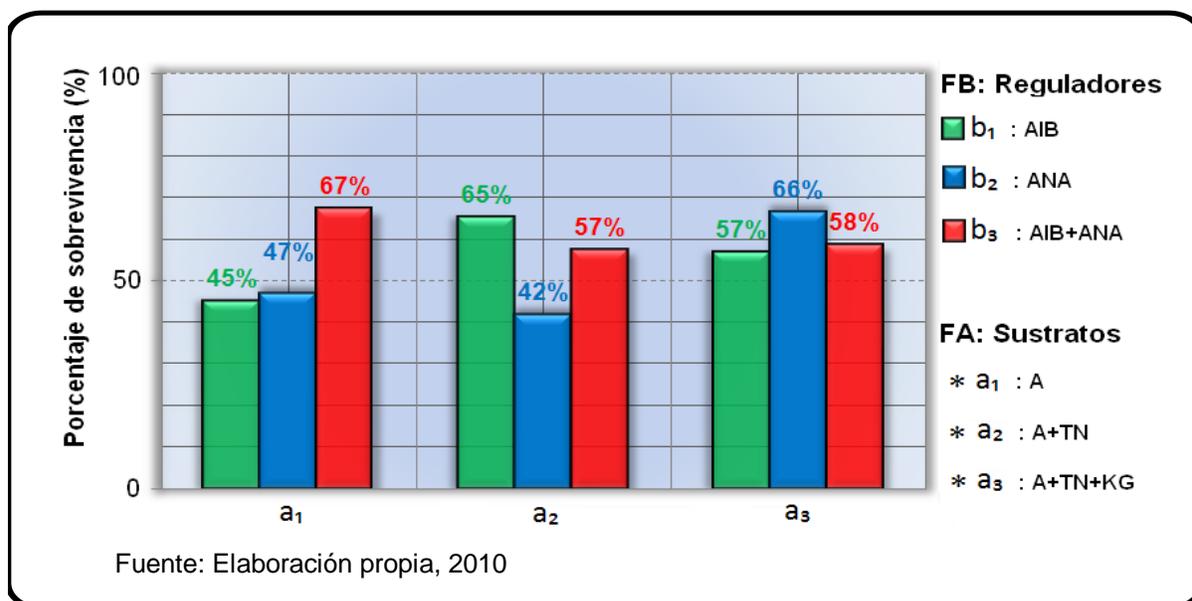
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
AlB en ( $a_1$ )	2	0,09	0,05	12,18	3,88	*
ANA en ( $a_2$ )	2	0,08	0,04	11,48	3,88	*
AlB+ANA en ( $a_3$ )	2	0,02	0,01	2,17	3,88	ns
Error de b	12	0,04	0,00			

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

- El cuadro permite tener una idea clara acerca del comportamiento de cada nivel de un factor dentro de los niveles del otro factor en estudio, entonces muestra que el ácido indolbutírico ( $b_1$ ) en arena ( $a_1$ ) tiene diferencia significativa en el porcentaje de sobrevivencia.
- Del mismo modo al anterior, se muestra que el ácido naftalenacético (NAA) en  $a_2$  tiene diferencias significativas en el porcentaje de sobrevivencia.

Figura 9. Interacción Factor (A) x Factor (B) en el porcentaje de sobrevivencia



De la figura 9, se observa que en  $a_1$  (arena) el regulador  $b_3$  (ácido indolbutírico + ácido naftalenacético) tiene mayor porcentaje de sobrevivencia que en  $a_2$  y  $a_3$ . Como nos muestra el análisis de varianza de efectos simples (cuadro 8) nos dice que esta diferencia es significativa recomendándose estadísticamente  $b_3$ . En  $a_2$  el regulador  $b_1$  es el que tiene mayor porcentaje de sobrevivencia, ahora es menor respecto a  $a_1$  y  $a_3$ . El ANVA de efectos simples indica que es significativa por tanto  $b_1$  es mejor en  $a_2$ . Por último el porcentaje de sobrevivencia en  $a_3$  explica que  $b_2$  es relativamente mucho mejor pero el análisis de varianza de efectos simples indica que no es significativa determinándose que el comportamiento es similar en los tres y su diferencia numérica no es relevante.

Finalmente la variable de respuesta (porcentaje de sobrevivencia), considerado como la de mayor importancia para cualquier persona dedicada a la multiplicación asexual, porque define el éxito del experimento; para este estudio en particular se muestra que la combinación de ácido indolbutírico y ácido naftalenacético IBA – NAA ambos de origen auxínico en proporción 3:1 respectivamente ha logrado resultados aceptables en la práctica en dos fases: el enraizado y la supervivencia de las estacas, seguida del ácido indolbutírico.

Según Hartmann y Kester (1998), indica que la iniciación de raíces adventicias seguida por la supervivencia de las estacas enraizadas constituye dos fases diferentes. Con frecuencia las estacas forman raíces pero no sobreviven mucho tiempo. Durante el enraizamiento y el periodo siguiente, las estacas están expuestas a ataques por diversos microorganismos u otros factores.



Fotografía 9. Mortandad del híbrido



Fotografía 10. Plantín obtenido (híbrido)

## 6.6 Altura de plantin

El análisis de varianza (cuadro 9) muestra significancia en el carácter altura de plantin, la interpretación se detalla a continuación.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la altura de plantin

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
Sustratos	2	72,57	36,29	69,38	5,14	*
Error de a	6	3,14	0,52			
Reguladores	2	50,17	25,09	44,70	3,88	*
Sustratos x Reguladores	4	363,45	90,86	161,90	3,26	*
Error de b	12	6,73	0,56			
Total	26	496,07				
CV		3,72%				

ns = no significativo \* = significativo

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

Fuente: Elaboración propia, 2010

- ☛ Existe diferencias entre los diferentes tipos de sustrato sobre la altura promedio del híbrido en centímetros.
- ☛ Nos muestra que los reguladores de crecimiento sobre la altura promedio del híbrido son significativas en al menos un regulador de crecimiento según el análisis de varianza.
- ☛ La interacción (A) x (B) (tipo de sustrato) x (regulador de crecimiento) son de significancia; los factores son dependientes en la altura. El análisis de efecto simple observa las diferencias significativas entre (A) y (B) (véase cuadro 10 y figura 10).
- ☛ El valor de 3,72%, del coeficiente de variación indica una baja dispersión en las observaciones alrededor de la media aritmética y se puede tener la certeza de que los datos son confiables.

El análisis de varianza de efectos simples para la interacción (cuadro 10), se observa la significancia en los niveles ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ) el cual se explica en los siguientes puntos a continuación.

Cuadro 10. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción FA x FB

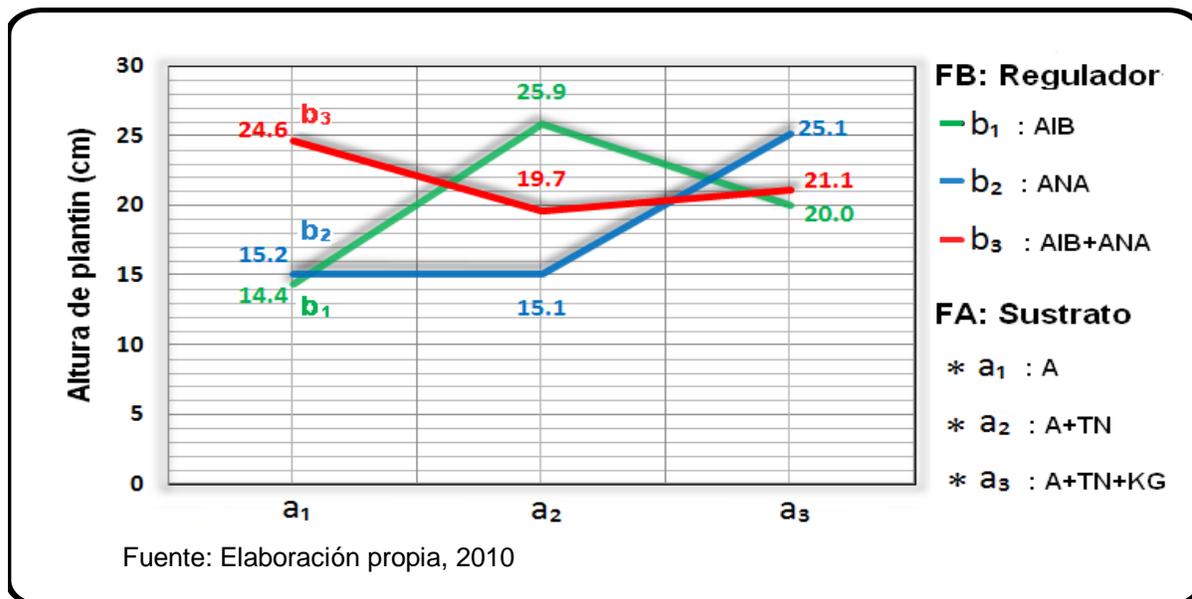
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fc	<sup>2</sup> Ft (5%)	
AIB en ( $a_1$ )	2	192,64	96,32	171,63	3,88	*
ANA en ( $a_2$ )	2	176,70	88,35	157,42	3,88	*
AIB+ANA en ( $a_3$ )	2	44,28	22,14	39,45	3,88	*
Error de b	12	6,73	0,56			*= significativo

Fuente: Elaboración propia, 2010

<sup>2</sup> Hallando Ft (5%) por tablas

- Al interpretar el cuadro muestra que el ácido indolbutírico (IBA) tiene una diferencia significativa en la altura en centímetros.
- De la misma manera el ácido naftalenacético (NAA) tiene diferencia significativa en la altura del híbrido expresado en centímetros.
- La combinación de reguladores de crecimiento tiene diferencia significativa en la altura (véase en la figura 10).

Figura 10. Interacción Factor (A) x Factor (B) en la altura



De manera general (figura 10) se deduce lo siguiente: Para la variable altura, entre los niveles de los reguladores de crecimiento en el sustrato  $a_1$ , existen diferencias significativas, y de acuerdo a la figura  $b_3$  es la que daría la mayor altura. Así mismo, en  $a_2$  el que denota diferencia marcada en relación a los demás es  $b_1$ . Finalmente de la misma manera se deduce que el que podría obtener mayor altura es  $b_2$  en  $a_3$ . Pero observando se resume que el más recomendado es el ácido indolbutírico (IBA) y en segundo lugar la combinación de los reguladores de crecimiento.

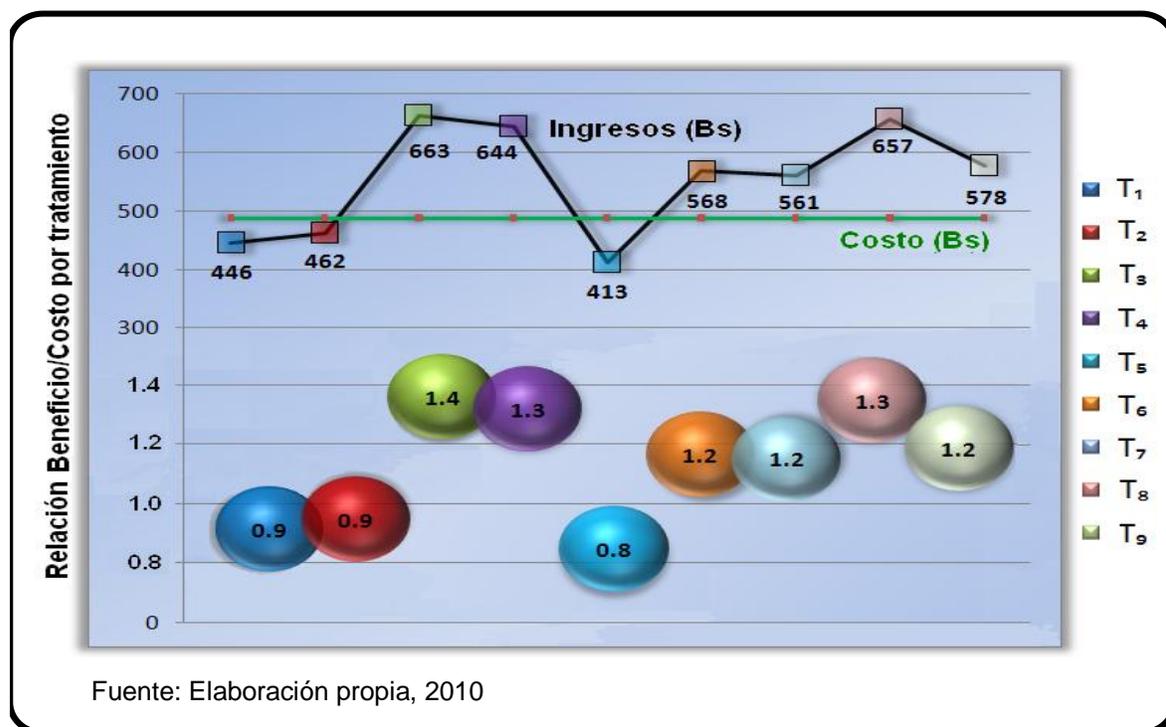
Fideghelli (1987), menciona que la influencia de la naturaleza física del sustrato es importantísima por las condiciones de aireación y de humedad que puede crear en torno al sistema radicular e indirectamente al crecimiento. Por tanto la aireación del sustrato es tanto mayor cuanto más elevado es el porcentaje de elementos gruesos y de arena. Los sustratos muy sueltos, sin embargo, tienen el grave inconveniente de poseer una capacidad hídrica muy baja y de estar sometidos por lo tanto a los inconvenientes de la sequía. La capacidad hídrica de un sustrato aumenta con el porcentaje de partículas finas. A valores muy elevados de partículas arcillosas, disminuye la fracción de agua utilizable, por lo que se pueden producir manifestaciones de sequía también aún con un contenido hídrico bastante elevado. Cuando se habla de “capacidad hídrica” de un sustrato nos referimos generalmente, a la “capacidad hídrica mínima” o “capacidad de campo” que es una fracción de la “capacidad máxima” o máxima cantidad de agua que un sustrato puede contener cuando todos los espacios vacíos están llenos. Interfieren varios factores, el ambiente, la planta, nutrición, agua, etc., ya que marca el límite de supervivencia.

Los datos para la variable (altura de plantin) se tomaron después del porcentaje de sobrevivencia con el objeto de reafirmar el prendimiento del híbrido garnem (GxN), ya que en la evaluación solo figura desde el encallado hasta la sobrevivencia, y no así el crecimiento longitudinal del plantin. De todas maneras se observó que existe una dependencia directa con el porcentaje de prendimiento.

## 6.7 Análisis económico

En síntesis, el análisis económico es donde de manera detallada se analiza la relación beneficio - costo del estudio en base a los resultados, para darnos una idea de la viabilidad de la multiplicación asexual y poder identificar alternativas de inversión. Pero independientemente del estudio, siempre existe la posibilidad de invertir o no (Véase figura 11 para su interpretación).

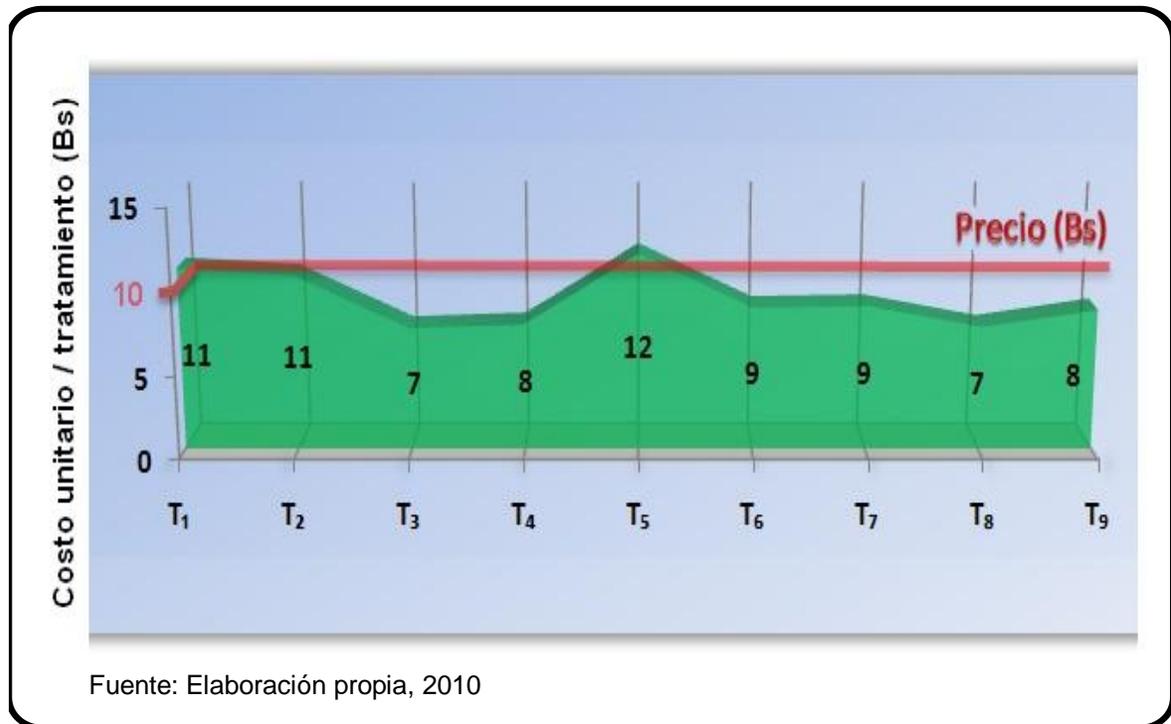
Figura 11. Ingresos (Bs) - costos (Bs) y la relación (B/C)



- Para el beneficio: Se consideró las estacas enraizadas por tratamiento, se observa que T<sub>3</sub> posee mayor beneficio en promedio con Bs 663 hallado a través del precio de venta (véase figura 12).
- El costo: Se tiene un valor constante de Bs 488 por tratamiento para el enraizado del híbrido; esta constancia se debe a que solo se realizó la multiplicación y no así la construcción de las infraestructuras.

- Por último el indicador definitivo es la relación (B/C) teniendo a  $T_3$  como el de mayor beneficio interpretándose que por cada un boliviano invertido se gana cuarenta centavos en promedio.

Figura 12. Costo unitario por tratamiento con estándar de precio a la venta

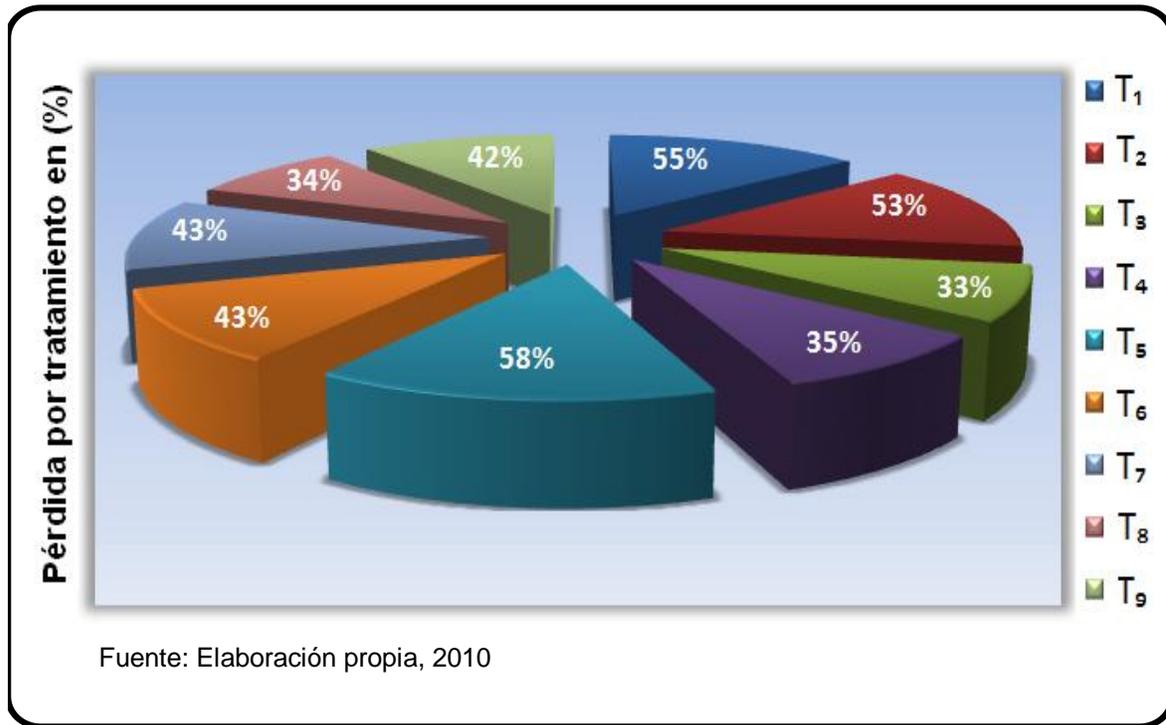


Según Paredes (1999), menciona que la relación Beneficio – Costo es un parámetro muy parecido al valor presente neto (VPN) equivale, decir que los beneficios generados son superiores a los costos, por regla se acepta la investigación. Este indicador no debe tomarse para la decisión de un proyecto por que describen beneficios unitarios, pero no dicen nada acerca de la totalidad de los beneficios netos producidos por el proyecto. Este es el motivo por lo que se hace indispensable el uso del VPN como instrumento de decisión.

El precio de venta es de importancia para multiplicar por que determina la oferta. La figura 12 muestra los costos por tratamiento, indicando que  $T_3, T_8$  son los

que tienen efectividad en el prendimiento y consecuentemente su costo es menor en la multiplicación por que tiene mayores ingresos con un precio de venta constante de Bs 10. Contrariamente se tiene que T<sub>5</sub> es de menor enraizado (véase figura 13).

Figura 13. Pérdidas expresadas en porcentaje



La figura 13 indica, la mortandad en porcentaje donde el de mayor pérdida es T<sub>5</sub> contrariamente T<sub>3</sub> tiene baja mortandad en promedio.

Del análisis económico se aprecia la rentabilidad, además los resultados se podrían maximizar al tener un control aun más minucioso del manejo para evitar pérdidas como se muestra en la figura 13. Es por esto que cada fruticultor adquiere a un costo mínimo de 10 Bs convirtiéndose en un demandante dependiente de individuos que manejan este tipo de multiplicación asexual. Por todo lo mencionado se presenta a disposición la investigación del híbrido (GxN).

---

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a todos los resultados y discusiones se toma las siguientes conclusiones:

- 🌱 La práctica en campo muestra que la variable de respuesta días a la brotación no determina el enraizado en su cabalidad; según la observación dentro el estudio realizado se obtuvo el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces, debido a una deficiente homogeneidad del riego en las camas de enraizamiento, ocasionando dos factores leves en un extremo el encharcamiento y en el otro el déficit de agua reduciendo la turgencia de las hojas que estimulan el enraizamiento. Es importante recalcar la hipersensibilidad al cambio de humedad a diferencia de otros cultivos a propagar como es la vid.
- 🌱 Al analizar en campo se observó que el enraizamiento tiene estrecha relación con la variable de respuesta crecimiento longitudinal del brote principal y en forma empírica como práctica se llega a la conclusión que son más efectivos la combinación de ácidos (AIB + ANA) 7500+2500 ppm respectivamente, y el ácido indolbutírico (IBA) en 8000 ppm.
- 🌱 Para concluir en la variable de respuesta porcentaje de prendimiento se observó que el sustrato es determinante. Estableciéndose que existe un resultado satisfactorio en mezcla de suelos ( $a_3$ ) sí el riego es manual.
- 🌱 Observando los resultados de la variable de respuesta longitud de raíz, permite obtener con certeza una clara conclusión; en un inicio de la evaluación se tenía una cantidad considerable de estacas prometedoras a formar una nueva planta, sin embargo, al mantener una humedad ambiental elevada dentro del medio de enraizamiento (necesaria para evitar las pérdidas de agua por las hojas para mantener viva la estaca) hubieron decesos en la mezclas de sustratos. A pesar de todo, los ácidos en combinación obtuvieron mayor respuesta, y en forma individual el ácido indolbutírico (IBA).

- 
- Finalmente la variable de respuesta, porcentaje de sobrevivencia cuya importancia es indefectiblemente el éxito en la propagación asexual para el progreso en el desarrollo frutícola nos permitimos concluir, que las estacas a pesar de formar raíces tienden a no sobrevivir mucho tiempo por la interacción de dos actividades distintas como: el trasplante (repique) y la aclimatación. Pero queda en cuestión que la variación de resultados es debido a la aclimatación o al trasplante o ambos factores. De lo siguiente concluimos que la combinación de reguladores es aceptable para la multiplicación asexual seguida del ácido indolbutírico (IBA). Comprobándose prácticamente lo escrito en teoría para este cultivo.
  
  - La variable de respuesta altura no se tomarán con fines decisivos en la propagación por lo siguiente: primero al realizar el procedimiento del repique (trasplante), se cambio el sustrato original, segundo una vez logrado el enraizado sólo depende del cuidado y tercero este es modificable porque todos reciben el mismo tratamiento como la aplicación de: fungicidas, promotores de crecimiento foliar. Por todo lo dicho se tiene la certeza que el punto crítico de la propagación asexual es lograr el enraizado de las estacas. Por consiguiente se toma como una variable observable.
  
  - Por último, hallándose los resultados se determina que existe rentabilidad por lo menos en seis tratamientos, lo que demuestra un rango más o menos aceptable. No obstante lo anterior, es fluctuante, sí se ejerce un control en los factores que tengan influencia en el enraizado: riego, sustrato, tratamientos para alterar la condición fisiológica o nutricional de las plantas madres o porciones de las mismas. Estos tratamientos, que a menudo conducen al incremento del enraizamiento de las estacas tomadas de plantas madres incluyen el ahilamiento (oscuridad) y/o el anillado de las ramas, cierto tiempo antes de hacer las estacas. Para poder evaluar el VPN, TIR u otro indicador el tiempo de producción debe ser mayor a un año o de forma continua.

## 8. RECOMENDACIONES

Obtenidos las conclusiones del presente trabajo de investigación se recomienda los siguientes puntos a considerar:

- Para realizar un mejor estudio del comportamiento de los reguladores de crecimiento, se debe considerar el riego, a su vez una mejor distribución de agua en las camas de enraíce (sustratos) a través de un riego automatizado.
- Validar los resultados o mejorarlos, para la obtención máxima del enraizado. Los estudios sobre el método prolongado y los tipos de sustrato para poder comparar el comportamiento.
- Analizar el valor del empleo del anillado, por que produce un aumento en la producción de auxinas, por encima de la incisión, durante cerca de 10 días; después se produce una disminución gradual, correlacionado frecuentemente con un cese o un retraso en el crecimiento en los brotes.
- Para lograr un buen enraizamiento de las estacas con hojas es esencial que estas mantengan su turgencia y que tengan agua. Y que ese bajo nivel está relacionado con un mal enraizamiento.
- No olvidar practicar heridas basales; benéficas para el enraizado de las estacas. Es evidente que en esos casos se estimula a los tejidos heridos para que entren en división celular y a producir primordios radicales.
- Se recomienda estudiar el punto crítico de la hipersensibilidad del agua, como ejemplo el pH, para efectivizar el enraizado.
- Desarrollar la posibilidad del prendimiento de los injertos en el porta-injerto (híbrido) a la vez que enraicé la estaca (mediante el pre tratamiento de la madera de las yemas, futuras púas).

## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Ardaya, J. 2009. Curso “Manejo practico del híbrido GxN”. Cochabamba – Bolivia.

Arteaga G. Y. 2004. Diseños Experimentales. La Paz – Bolivia 81 p.

Barcelo, A. 1987. Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide Barcelona – España 440 p.

Buckman, H. N. 1969. Naturaleza y propiedad de los suelos. Primera impresión. México 520 p.

Calderón, A. E. 1987. Manual del Fruticultor Moderno V1. Primera Edición. México 749 p.

Calderón, A. E. 1987. Manual del Fruticultor Moderno V3. Primera Edición. México 749 p.

Calderón, J.A. 1984. Enfermedades de Cultivos Bolivianos. Editorial Los Amigos del libro. La Paz – Bolivia. Cochabamba – Bolivia. 285 p.

CEDEFOA. 2002. Carpas Solares y Técnicas de Construcción. La Paz – Bolivia. 80 p.

Céspedes, E.J. 2001. Metodología de la investigación. Primera reimpresión. Oruro – Bolivia. 145 p.

Chávez, J. y Egoavil, A. 1991. Manual de viveros. Programas regionales de capacitación. Piucallpa – Perú. 76 p.

Cruz, N. T. 2000. Fichas técnicas de especies. UMSS Cochabamba – Bolivia. 55 p.

Fernández F. A. 1987. Principios de protección de plantas. Primera impresión. Cuba 542 p.

Fideghelli, C. 1987. El melocotonero. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. 242 p.

French, E. R. 1982. Métodos de investigación. Primera Reimpresión. San José – Costa Rica. 276 p.

Garner, R. J. 1987. Manual del injertador. Edición Mundi - Prensa. Madrid – España. 318 p.

Hartmann, H. 1998. Propagación de plantas. México.

Hartmann, H. y Kester, D. 1997. Propagación de plantas. Sexta Impresión. México. 760 p.

Hebert, E. 2008. Fichas técnicas. Cochabamba – Bolivia. 20 p.

MAPA. 1999. Manual Práctico de Manejo del Suelo. Coedición. Madrid – España. 153 p.

Mariscal, A. 1992. Agrometeorología. Editorial Universidad Técnica Tomas Frías – Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Potosí – Bolivia. 237 p.

Montes de Oca, I. 1995. Geografía y clima de Bolivia. Academia de Ciencias. La Paz – Bolivia. 12 p.

Paredes, R. 1999. Elementos de Elaboración y Evaluación de Proyectos. Imp. Publicidad "SANJINÉS". La Paz – Bolivia. 309 p.

PROINPA Cochabamba. 2010. Multiplicación del híbrido. La Paz- Bolivia.

Rodríguez, M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial Los Amigos del Libro. Cochabamba – Bolivia. 342 p.

Rodríguez, M. 2000. Plantas Leñosas y Semileñosas. Edición Virgo. La Paz – Bolivia. 40 p.

Rojas, M. H. 1991. Fisiología Tecnológica. Editorial Limusa. México. 70 p.

Tarima, J. M. 2002. Manual de viveros. Segunda Edición. Santa Cruz – Bolivia. 134 p.

Terán, C. R. 2000. Reglamento Consejo Académico Facultativo. La Paz – Bolivia, 183 p.

UMSA, 2009. Estudios en la Propagación. Biología Molecular. La Paz – Bolivia.

Weaver, R. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México, 173 p.