

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**EFECTO HORMONAL EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN
Y CALIDAD DE FRUTA EN EL CULTIVO DEL MANZANO
VARIEDAD `DELICIOUS VISCAS` (*Malus domestica* Bork)
EN LOS MESES DE VERANO EN CALANGO - CAÑETE"**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

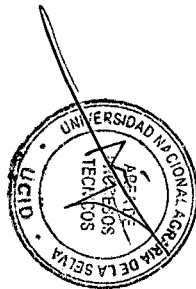
RICHARD IVÁN MALÁSQUEZ PÉREZ

PROMOCIÓN I - 2001

"Líderes del Tercer Milenio"

TINGO MARÍA - PERÚ

2008



F1

M19

Malásquez Pérez, Richard I.

Efecto Hormonal en el Incremento de la Producción y Calidad de Fruta en el Cultivo del Manzano Variedad “Delicious Viscas” (*Malus domestica* Bork) en los Meses de Verano en Calango – Cañete. Tingo María, 2008.

94h.; 28cuadros; 18 fgrs.; 31 ref.; 30cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

MALUS DOMESTICA BORK / EFECTO HORMONAL / TAXONOMIA
/ INCREMENTO – PRODUCCIÓN / CULTIVO – MANZANO / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

DEDICATORIA

A mis padres Manuel y Herminia,
por su confianza y apoyo brindado
para la culminación de la carrera
profesional.

A mis hermanos Manuel y Ana, por
su apoyo moral en la realización de
este trabajo.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía, por la formación intelectual y moral cedida durante el transcurso de estos años.
- Al Ing. Jaime J. Chávez Matías, asesor del trabajo de investigación y consejos brindados en la conducción del presente trabajo.
- Al Ing. Luis García Carrión, co-asesor, por su valiosa colaboración en la culminación del presente trabajo.
- A los miembros del Jurado de tesis Ings. Manuel Viera Huiman, Fernando Gonzáles Huiman y Carlos Miranda Armas, por su valiosa colaboración.
- Al Dr. Raúl Figueroa Cevallos, por el apoyo incondicional brindado durante la ejecución de este trabajo.
- A la Empresa MIRIAM, por el financiamiento del presente trabajo.
- A todos los integrantes del Fundo "Santa Melchorita", por la colaboración en la realización del presente trabajo.
- A mis amigos, Ángel Bailón Huamán, Máximo Meza Mera, José Abanto Gómez, Katia Ramírez Flores, Abraham Rojas Muñoz, Miguel Martínez Rivera, por su apoyo durante mi formación profesional y el desarrollo del presente trabajo.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido en la culminación del presente trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	11
2.1. Origen.....	11
2.2. Taxonomía.....	11
2.3. Aspecto generales sobre hormonas y fitorreguladores de crecimiento.....	11
2.4. Giberelinas.....	12
2.5. Citoquininas.....	16
2.6. Partenocarpia.....	17
2.7. Crecimiento del fruto.....	18
2.8. Amarre de frutos.....	20
2.9. Agoste.....	22
2.10. Ensayos realizados.....	22
2.11. Características de los productos a utilizar.....	28
2.12. Equivalencia de partes por millón a producto comercial.....	30
2.13. Descripción de la manzana variedad "Delicious viscas".....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Campo experimental.....	32
3.2. Análisis físico – químico del suelo.....	33
3.3. Registros meteorológicos.....	34
3.4. Componentes en estudio.....	34
3.5. Tratamientos en estudio.....	35
3.6. Diseño experimental.....	36

3.7. Características del campo experimental.....	37
3.8. Características evaluadas y metodología.....	38
3.9. Ejecución del experimento.....	40
IV RESULTADOS.....	44
4.1. Componentes de rendimiento.....	44
4.2. Componentes de calidad.....	55
4.3. Componente biométrico.....	73
4.4. Análisis económico.....	73
V. DISCUSIÓN.....	75
5.1. Componentes de rendimiento.....	75
5.2. Componentes de calidad.....	80
5.3. Análisis de rentabilidad económica.....	83
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	86
VIII. RESUMEN.....	87
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	89
X. ANEXO.....	94

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Análisis físico – químico del suelo del campo experimental al inicio del experimento.....	33
2. Temperatura máxima, temperatura mínima y humedad relativa.....	34
3. Características de los tratamientos en estudio.....	35
4. Análisis de variancia para los tratamientos en comparación.....	37
5. Resumen de análisis de variancia del rendimiento por cosecha del cultivo de manzano (kg/parcela y kg/ha).....	46
6. Resumen de análisis de variancia de los efectos simples para el rendimiento (kg/ha) del manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	46
7. Prueba de Duncan para el rendimiento de frutos de manzano.....	48
8. Resumen de análisis de variancia del amarre de frutos del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	50
9. Resumen de análisis de variancia de los efectos simples para el amarre de frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	50
10. Prueba de Duncan para el amarre de frutos del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	52
11. Análisis de variancia para el ancho de fruto del manzano.....	55
12. Prueba de Duncan para el ancho de fruto de manzana.....	57
13. Análisis de variancia para el largo de fruto de manzana.....	58
14. Análisis de variancia de los efectos simples para el largo de fruto...	60
15. Prueba de Duncan para el largo de fruto del manzano.....	61
16. Relación largo/ancho del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' de los tratamientos en estudio.....	61

17. Análisis de variancia del largo de pedúnculo del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (mm).....	63
18. Análisis de variancia de los efectos simples para el largo de pedúnculo del fruto de manzano.....	64
19. Prueba de Duncan para el largo de pedúnculo del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha....	64
20. Análisis de variancia del contenido de azúcares del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (Grado brix).....	65
21. Análisis de variancia de los efectos simples para el contenido de azucares en el fruto de manzano.....	66
22. Prueba de Tuckey para el contenido de azúcares (Grado brix) del fruto en la maduración de manzano.....	68
23. Análisis de variancia del contenido de humedad de los frutos.....	73
24. Análisis económico del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas' en los tratamientos en estudio.....	74
25. Clasificación de calibres de fruto de manzano según mercado actual.....	95
26. Clasificación de calibres según norma técnica peruana INDECOPI.	95
27. Porcentaje de amarre de frutos del cultivo de manzano.....	96
28. Fenología del manzano variedad 'Delicious Viscas' en condiciones tradicionales de la costa central y en condiciones del experimento...	96

INDICE DE FIGURA

Figura

1.	Efecto de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha).....	47
2.	Efecto de la dosis de aplicación de giberelina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha).....	47
3.	Efecto de dosis de aplicación de citoquinina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha).....	48
4.	Porcentaje de la primera y segunda cosecha del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	49
5.	Efecto porcentual de interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el amarre de los frutos.....	51
6.	Efecto porcentual de la dosis de aplicación de giberelina en el amarre de frutos del manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	51
7.	Efecto porcentual de la dosis de aplicación de citoquinina en el amarre de frutos del manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	52
8.	Porcentaje de amarre de frutos del manzano variedad 'Delicious Viscas' al inicio y 15 días después del amarre.....	54
9.	Incremento del ancho del fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' por tratamiento durante los meses de marzo a julio.....	56
10.	Incremento del largo del fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' por tratamiento durante los meses de marzo a julio.....	59
11.	Efecto de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el contenido de azúcares (Grado brix) en fruto manzano variedad 'Delicious Viscas'.....	66

12.	Efecto de la dosis de aplicación de giberelina en el contenido de azúcares (Grado Brix) en el fruto de manzano.....	67
13.	Efecto de la dosis de aplicación de citoquinina en el contenido de azúcares (Grado Brix) en el fruto de la manzano.....	68
14.	Producción total de frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas' según calibre por tratamiento.....	70
15.	Consistencia del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (libras / presión) en evaluaciones sucesivas según tratamiento para frutos de diámetro menor a 70 mm.....	72
16.	Consistencia del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (libras / presión) en evaluaciones sucesivas según tratamiento para frutos de diámetro mayor a 70 mm.....	72
17.	Croquis de la unidad experimental (parcela).....	95
18.	Croquis de ubicación de los tratamientos en el campo.....	97

I. INTRODUCCION

Existe una base profundamente fisiológica en los métodos agrícolas de mayor éxito, muchos de ellos se desarrollan empíricamente, pero el desarrollo de la fisiología vegetal ha hecho posible el descubrimiento de las bases científicas de muchas "artes" exitosas, de modo que la utilidad se ha extendido considerablemente.

El conocimiento moderno de los mecanismos fisiológicos del crecimiento y metabolismo puede utilizarse ahora en investigación para incrementar la calidad y cantidad de los cultivos para mejorar la supervivencia o ampliar el rango adaptativo de plantas deseables.

En el cultivo del manzano se tiene el problema de la falta de frutos en cosechas que tienen su floración en los meses calurosos (enero-marzo en Cañete), entonces surge como una alternativa la inducción de frutos partenocarpicos, utilizando hormonas vegetales en épocas no tradicionales; por tanto es motivo de esta tesis determinar métodos eficientes de lograr esta inducción exógena de partenocarpia, teniendo como objetivos:

- a) Determinar el regulador de crecimiento y dosis más eficaz en el incremento de la producción y calidad de frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas' en los meses de verano.
- b) Determinar la relación beneficio/costo de la aplicación de los tratamientos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Origen

La manzana tiene su centro de origen en el Sudoeste asiático, zonas templadas de Europa regiones del Cáucaso y de Asia central, distribuyéndose después a otras latitudes del mundo (FIGUEROA, 1989; INFOAGRO, 2001; RODRIGUEZ,1996).

2.2 Taxonomía

Reyno	:	Vegetal
Subreino	:	Fanerógamas
División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub clase	:	Arquiclamideas
Orden	:	Rosales
Familia	:	Rosáceas
Subfamilia	:	Pomoideas
Género	:	<i>Malus</i>
Especie	:	<i>domestica</i>
Nombre científico	:	<i>Malus domestica</i> Bork (FIGUEROA, 1989; RODRIGUEZ,1996).

2.3 Aspectos generales sobre hormonas y fitorreguladores de crecimiento

Los fitorreguladores se definen como compuestos orgánicos sintéticos que en pequeñas cantidades, inhiben, promueven o modifican algún proceso

fisiológico y fitohormona a los fitorreguladores producidos por las propias plantas, generalmente en un punto distinto al que actúan (BIDWELL, 1993; SALISBURY 1994; WEAVER, 1996).

El término fitorregulador o regulador de crecimiento en su término mas general, debe utilizarse en lugar de "hormona" al referirse a productos químicos agrícolas utilizados en pequeñas cantidades para modificar los procesos fisiológicos de las plantas (WEAVER, 1996).

Las investigaciones acerca de las sustancias naturales de crecimiento revelan gradualmente los mecanismos de control del crecimiento y desarrollo de las plantas, tanto los estudios experimentales como los resultados de investigaciones básicas, han recomendado el empleo de sustancias sintéticas de crecimiento en la agricultura (ROJAS Y RODRIGUEZ, 1993).

Las observaciones sobre el desarrollo han hecho evidente que estas hormonas no actúan de manera independiente, sino en conjunto formando un sistema regulador en cada uno de los procesos de desarrollo donde toman parte (BIDWELL, 1993; ROJAS Y RAMIREZ, 1993; SALISBURY, 1994).

2.4 Giberelinas

Las giberelinas (GAs) son compuestos isoprenoides que tienen un esqueleto de gibane. Específicamente dipertenos que se sintetizan a partir de unidades acetato del acetyl coenzima A. Ellos ocurren naturalmente en plantas dónde ellos controlan los procesos de desarrollo a lo largo del ciclo de vida, incluso la germinación de la semilla, alargamiento del tallo, inducción de la flor

y crecimiento de fruta (BIDWELL, 1993; CROKER, 2001; MAAS, 2001).

El ácido giberélico GA₃ fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis). Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bi-direccional de la molécula en la planta (GONZALEZ *et al*, 1999; MAAS, 2001; WRIGHT, 1993).

En la actualidad el número de giberelinas identificadas es 94 (WEAVER, 1996).

2.4.1 La biosíntesis y metabolismo de las giberelinas

Las giberelinas son dipentenos sintetizados a partir de unidades de acetil CoA en la ruta del ácido mevalónico. Todos ellos con 19 o 20 unidades decarbono se agrupan en o cuatro o cinco sistemas del anillo. Se creen que las Giberelinas son sintetizadas en los tejidos jóvenes del retoño y en la semilla en vías de desarrollo. Es incierto que los tejidos de la raíz jóvenes también produzcan giberelinas. Hay también alguna evidencia que las hojas pueden ser la fuente de alguna biosíntesis (Sponsel, Salisbury y Ross 1995 citado por WEAVER, 1996). La vía por que se forman las giberelinas se perfila debajo:

- 3 moléculas de acetil CoA son oxidadas por 2 moléculas de NADPH para producir 3 moléculas de CoA como un producto lateral y ácido mevalónico.
- El ácido mevalónico es entonces descarboxilado y fosforilado por el ATP formando pirofosfato de isopentenilo.
- 4 de estas moléculas forman el pirofosfato de geranylgeranilo que sirve como el donador de todos los átomos de carbonos de las giberelinas.
- Este compuesto se convierte entonces a pirofosfato de copalilo que tiene 2 sistemas del anillo.
- El pirofosfato de copalilo se convierte entonces a kaureno que tiene 4 sistemas del anillo.
- Las oxidaciones subsecuentes revelan el kaurenol (la forma del alcohol), kaurenal (la forma del aldehído), y ácido kaurenico respectivamente.
- El ácido Kaurenico se convierte a la forma del aldehído de GA12 por el descarboxilación.
- De la forma del aldehído GA12 ambos 20 y 19 carbono se levantan otras giberelinas pero hay muchos mecanismos por que estos otros compuestos se levantan.

Ciertos químicos comerciales que se usan para impedir el crecimiento del crecimiento hacen tan en parte porque ellos bloquean la síntesis de giberelinas. Algunos de estos químicos son Phosphon D, Amo-1618, Cycocel (CCC), ancimidol, y paclobutrazol. Los dos primeros bloquean la conversión del pirofosfato de geranylgeranilo en pirofosfato de copalilo, mientras

que el ancimidol y paclobutrazol bloquean las reacciones de oxidación entre el kaureno y el ácido kaurenoico (BIDWELL, 1993; CROKER, 2001; GONZALES *et al*, 1999).

Se ha comprobado que las giberelinas promueven la síntesis de la invertasa, enzima que degrada la sacarosa hasta glucosa + fructosa (FLORES, 1969).

2.4.2 Las funciones de las giberelinas

Las giberelinas activas muestran muchos efectos fisiológicos, cada uno que depende del tipo de giberelina presente, así como las especies de planta. Algunos de los procesos fisiológicos estimulados por las giberelinas son:

- Estimula el alargamiento del tallo estimulando división celular y alargamiento.
- Induce la formación de flores al sustituir los requerimientos de los días largos que requieren algunas plantas para florear.
- Ruptura del reposo en yemas y semillas.
- Partenocarpia, división celular en el cambium.
- Refuerza la dominancia apical, aumenta el nivel de auxina.
- Puede retardar la senescencia en las hojas y frutas de cítricos (BIDWELL, 1993; GONZALES *et al*, 1999; MAAS, 2001).

2.5 Citoquininas

Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos. Inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adaptó el término citoquinina (citocinesis o división celular). Son producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemas en la punta de las raíces. La zeatina es una hormona de esta clase y se encuentra en el maíz (*Zea*). Las mayores concentraciones de citoquininas se encuentran en embriones y frutas jóvenes en desarrollo, ambos sufriendo una rápida división celular. La presencia de altos niveles de citoquininas puede facilitar su habilidad de actuar como una fuente demandante de nutrientes. Las citoquininas también se forman en las raíces y son translocadas a través del xilema hasta el brote. Sin embargo, cuando los compuestos se encuentran en las hojas son relativamente inmóviles:

Otros efectos generales de las citoquininas en plantas incluyen:

- Estimulación de la germinación de semillas.
- Estimulación de la formación de frutas sin semillas.
- Ruptura del letargo de semillas.
- Inducción de la formación de brotes.
- Mejora de la floración.
- Alteración en el crecimiento de frutos.
- Ruptura de la dominancia apical (BEACH, 2001; GIL, 1995;

GONZALES *et al*, 1999).

2.5.1 Citoquininas como los reguladores de expresión del gen

La expresión del gen en la planta puede alterarse notablemente en contestación a la citoquininas, llevando a un aumento o disminución en la abundancia de transcripciones específicas. Las citoquininas controlan la expresión del gen al nivel de transcripción, así como el de postranscripción. Su influencia en la abundancia de la transcripción puede ser rápida pero también puede incluir los cambios a largo plazo. Las alteraciones observadas son por la mayor parte cuantitativa, a veces con sólo diferencias sutiles y raramente incluye los cambios cualitativos como una represión completa de expresión del gen. Las diferencias relativamente pequeñas en la concentración de citoquinina endógena pueden cambiar los niveles del estado estable de mRNA de los genes. Los productos de los genes regulados juegan un papel en los procesos biológicos diversos, como la división celular, fotosíntesis, desarrollo del cloroplasto, resistencia de la enfermedad y metabolismo nutriente. Este cobertor refleja la variedad de contestaciones a la citoquinina en las plantas (SCHUMILLING et al, 2001; TONELLI, 2001).

2.6 Partenocarpia

En el manzano, el crecimiento de los frutos requiere la presencia de la semilla hasta que estos alcanzan aproximadamente un tamaño del tercio de lo normal; sin embargo, el tejido del receptáculo sintetiza posteriormente, suficientes hormonas para el crecimiento de los frutos. (WEAVER, 1996)

La partenocarpia es el desarrollo de los frutos sin fertilización del óvulo. La partenocarpia puede considerarse como la etapa final de una secuencia en

la que el desarrollo de los frutos se vuelve progresivamente independiente del desarrollo de las semillas. Algunos frutos dependen totalmente de sus semillas como las fresas. Al otro extremo de la escala hay plantas como la naranja "Washington Navel" y la uva "Black Corinth". Algunas especies ocupan un lugar intermedio entre ambos extremos como el manzano, en donde el crecimiento de los frutos requiere la presencia de semillas hasta que éstos alcanzan aproximadamente un tamaño del tercio normal; sin embargo el tejido del receptáculo sintetiza posteriormente, suficientes hormonas para el crecimiento de los frutos (BIDWELL, 1993; WEAVER, 1996).

2.6.1 Tipos de partenocarpia

Partenocarpia vegetativa. Los frutos se desarrollan sin polinización, presentándose mayormente en especies que poseen muchos óvulos por fruto, tal como es el caso de la banana, melón, piña y tomate (WEAVER, 1996).

Partenocarpia estimulativa. El cuajado del fruto resulta del estímulo de la polinización, sin que haya fertilización, como es el caso de algunos tipos de uvas (WEAVER, 1996).

2.7 Crecimiento del fruto

En el manzano, los frutos sin semillas cuyo amarre se induce por medio de giberelinas, toman por lo común una forma más alargada que los normales por semilla. De manera similar, los frutos normales de manzano, con semilla, respondieron a la aplicación de AG₃, produciendo frutos más largos, al igual

que los frutos partenocárpicos que amarraron por medio de la hormona. Se ha señalado también que la aplicación de AG₃, incrementa la profundidad de la cavidad del pedúnculo de la manzana "Mc Intosh" (WEAVER, 1996).

El tratamiento con citoquininas hace que los frutos de manzano se ensanchen y desarrollen bien los lóbulos del cáliz. Cuando las manzanas "Delicious" se tratan con zeatina en concentraciones de 100 ppm a 500 ppm y cuatro días después de la floración completa, todos los compuestos estimularon el desarrollo de frutos alargados, con lóbulos del cáliz prominentes y bien desarrollados; lo cual dio a los frutos un aspecto nudoso y cálices más abiertos. Letham obtuvo resultados distintos trabajando en Australia. Al tratar al manzano "Cox's Orange Pippin" con zeatina en concentraciones de 400 ppm, suprimió la elongación de los frutos, aun cuando no se modificó significativamente su peso. Letham llegó a la conclusión de que la forma de la manzana en el momento de madurez depende quizá del equilibrio giberelina y citoquinina en los frutos pequeños y que las variedades difieren en su respuesta hacia esos compuestos (WEAVER, 1996).

El desarrollo del fruto, estimulado por la aplicación de fitoreguladores u hormonas, no es siempre armónico; el GA de 2.5 a 45 ppm, el daminozide de 500 a 1400 ppm y ciertas aplicaciones de etefón en vid cv Cabernet Sauvignon aumentaron el volumen de las uvas pero en soya causaron un decremento en el número de vainas y peso de semillas y un incremento en el número de semillas (ROJAS Y RAMIREZ, 1993).

El manzano el GA₃ a 1000 ppm, al principio de la fase III del fruto, acelera su crecimiento. El uso de GA + BA en manzano produce, frutos mas alargados. Efectivamente se ha encontrado que con Promalin (producto comercial que contiene estas dos hormonas) a 25 ppm en manzanas Starking y Richard asperjadas a la caída de los pétalos, desarrollaron una forma tipo Delicious. Castro, 1982^a obtuvieron con Promalin a 20 mg/l manzanas de mayor relación longitud / diámetro. Sin embargo Souza, aplicando dicho producto de 50 a 200 ppm durante la floración a manzano cv Gala y Fuji, no encontraron diferencias con los frutos de testigo. En peral cv Packham el GA a 50 ppm repetido 2 ó 3 veces aumento el rendimiento (ROJAS Y RAMIREZ, 1993).

2.8 Amarre de frutos

Muchos frutos que pueden amarrarse con auxinas, responden también a las giberelinas; sin embargo, estas últimas han resultado ser también eficaces en el amarre de frutos de varias especies que no responden a las auxinas. Las giberelinas producen un buen amarre en el tomate, pero el fruto permanece pequeño (WEAVER, 1996).

Los intentos de inducir la partenocarpia en el manzano mediante la aplicación de auxinas, han dado resultados negativos, pero con las giberelina los han dado positivos; sin embargo, el amarre de fruto inducido ha sido generalmente bajo y la aplicación de giberelinas a árboles de polinización abierta, a la caída de los pétalos, ha reducido las cosechas (WEAVER, 1996).

Hay una especificidad considerable entre las giberelinas para inducir

partenocarpia. Se trataron flores emasculadas de manzano "Welthy" con giberelinas GA₁ a GA₁₀ y AG₁₄, aplicando pasta de lanolina a 5×10^3 M al estilo cortado y al tejido adyacente del receptáculo. Los testigos no polinizados, no se ensancharon y se desprendieron a las dos o tres semanas siguientes al tratamiento. Al cabo de cuatro semanas, el GA₄ y AG₇, mostraron tener la mayor actividad; el índice de crecimiento de los frutos tratados con estos compuestos fue igual al de las plantas testigo. El AG₅, AG₆ y AG₈, mostraron la menor actividad, mientras que el AG₁, AG₃, AG₉, AG₁₀, AG₁₃, AG₁₄, dieron muestras de tener una actividad intermedia. En el momento de la madurez, todos los frutos partenocárpicos tenían aproximadamente el mismo tamaño que los frutos con semillas, a excepción de aquellos en que la partenocarpia había sido inducida por AG₅ y AG₁₄. No es sorprendente que el AG₄ y AG₇ sean muy activos, ya que se les ha encontrado presentes en las semillas inmaduras de manzano (WEAVER, 1996).

Una mezcla de AG_{4,7} en concentración de 400 ppm, incrementó también el amarre de frutos de la variedad emasculada de manzano "Sturmer" en Nueva Zelanda y de la "Red Delicious" en el estado de Washington; pero no en la variedad "Golden Delicious". La AG_{4,7} actuó sinérgicamente con la citoquinina PBA en 400 ppm, al incrementar el amarre de frutos en la variedad "Sturmer". Las citoquininas solas, aumentaron el amarre de fruta partenocárpica de algunas variedades de manzana, pero son menos efectivas que las giberelinas. Se utilizó la variedad de manzano "Wealty", debido a que propendía a amarrar fruta por medio de partenocarpia y por que sus flores no polinizadas tienen una respuesta definida a las giberelinas. El AG₃ tiene por ló

común pocos efectos sobre el amarre de frutos, en las variedades comerciales de manzana con semilla, a menos que se evite la polinización. Además se trató las flores de seis clones apétalos con giberelinas, a fin de evaluar su respuesta. Encontró que el AG₃ resultó eficaz en incrementar el amarre de los frutos en sólo dos de los seis clones y confirmó que la el AG₇ y la mezcla de AG_{4,7} son mucho más potentes que el AG₃ para inducir el amarre; sin embargo se llegó a la conclusión de que la simple falta de semillas, no tiene correlación con la capacidad de respuesta a las aplicaciones de giberelina (WEAVER, 1996).

Las citoquininas son también efectivas para amarrar frutos en las flores emasculadas de ciertas variedades de manzano; aunque por lo común son menos efectivas que las giberelinas indica Williams y Letham, 1969 citado por WEAVER (1996).

2.9 Agoste

La etapa de "descanso", también denominado de "reposo" o "agoste", se caracteriza por la aparente inactividad en el crecimiento de los manzanos, los mismos que pierden cantidades variables de su follaje. El periodo de "agoste" comprende desde la finalización de la cosecha hasta el inicio del hinchamiento de las yemas (FIGUEROA, 1989).

2.10 Ensayos realizados

KHURSHID *et al.* (1997a), trabajó en manzana 'Braeburn/MM.106' de cinco años (*Malus domestica* Bork) árboles que crecen bajo un sistema

plantado a alta densidad (10 000 árboles /ha) se trataron con paclobutrazol (PBZ) mediante un drench a la tierra a dosis 250 mg (a.i.) por árbol en el 1993 de agosto. Giberelinas (GA), GA₃ o GA₄, se roció en los brotes vegetativos a 0, 10, o 100 [ug] por el brote en tres veces entre 22 noviembre y 22 el 1992 de diciembre (antes del tratamiento de PBZ), o en las mismas fechas en 1993 (después del tratamiento de PBZ). Los datos en el rendimiento y rinde los componentes y el crecimiento vegetativo eran reunido durante 2 años. EL tiempo de aplicación de GA no afectó los componentes de crecimientos vegetativos y reproductores. El número del retoño total, longitud del retoño total, y el número del brote total estaban consistentemente reducidos con la aplicación de PBZ durante 2 años de aplicación. GA causó una disminución en el número del retoño por 2 años considerando que se aumentaron longitud del retoño total y número de brote de total con el tratamiento de GA por 2 años. El rendimiento de fruta se disminuyó con la aplicación de PBZ por 42 y 23% por 2 años en el Ensayo A y por 27 y 12% por 2 años en el ensayo B. El número de fruta total por el árbol se disminuyó con la aplicación de PBZ y variado de año-a-año que muestra la producción bienal (BI) los modelos en ambos ensayos. PBZ más GA invirtió el efecto de PBZ en el rendimiento de fruta y número de fruta total y reduce la alternancia bienal en los árboles durante 2 años. La aplicación de GA a los árboles que habían recibido (PBZ) previamente era muy eficaz reduciendo los valores de BI. El promedio del peso de fruta no era afectado con el tratamiento de PBZ. Los efectos deletéreos de estos dos reguladores de crecimiento de planta fueron invertidos por el uso combinado de PBZ y GA que proporcionaron un rendimiento equilibrado y el crecimiento vegetativo e impidieron a los árboles entrar en la producción bienal. Ningún

efecto consistente, significativo de tipos de GA o niveles de GA o su combinación con PBZ en el crecimiento vegetativo y reproductor fue encontrado. Se sugiere que pueden ser usados PBZ y GA para manipular el crecimiento de árbol de manzana en un sistema de producción de y su uso en un sistema de dirección cultural para los huertos de manzana de alta-densidad debe explorarse.

KHURSHID *et al.*(1997b); en su trabajo de investigación titulado "Efecto de aplicación foliar de giberelinas y aplicación en el suelo de paclobutrazol, en la calidad de fruta a la cosecha y durante el almacenamiento en la manzana cv "Braeburn" que crecen bajo un sistema de alta densidad". Trabajando en manzana de cinco años "Braeburn/MM.106" (*Malus domestica* Bork) árboles que crecen bajo un sistema plantado a alta densidad (10 000 árboles /ha) se trataron con paclobutrazol (PBZ) mediante un drench a la tierra a dosis 250 mg (a.i.) por árbol en el 1993 de agosto. Giberelinas (GA), GA₃ o GA₄, se roció en los brotes vegetativos a 0, 10, o 100 [ug] por el brote en tres veces entre 22 noviembre y 22 el 1992 de diciembre (antes del tratamiento de PBZ), o en las mismas fechas en 1993 (después del tratamiento de PBZ). Se evaluaron manzanas cosechadas de los árboles experimentales en 1994 y 1995 para la calidad de fruta a la cosecha y durante 90 días de almacenamiento a 10 °C. El tiempo de aplicación de GA₃ o de GA₄ no afectó la calidad de fruta a la cosecha. El peso de la fruta generalmente aumentó un año después de la aplicación de PBZ y disminuyó 2 años después de la aplicación de PBZ. En el fruto la proporción L/D fue disminuida, los grados Brix estimados y la firmeza de carne de fruta generalmente aumentó con la aplicación de PBZ a los

árboles. Sin embargo, los efectos eran de poca importancia. La adición de GA a PBZ en los árboles tratados generalmente invirtieron los efectos de PBZ. GA₄ era más eficaz que GA₃ aumentando peso fresco y proporción de L/D. Después de 90 días de almacenamiento la firmeza del fruto estaba reducido como un promedio de 8.4 a 5.2 unidades, aumentaron los valores de grado Brix como un promedio de 12.9 a 13.2, y la media pérdida de peso alcanzó 13 (g / fruta). Tiempo de aplicación de GA, (PBZ), o GA no modificó los efectos de almacenamiento a las 10 °C.

AZNAR *et al.* (2001), en su trabajo titulado "Evaluación de parámetros para determinar el desarrollo final del fruto de la manzana." Concluye que la determinación de parámetros que permiten evaluar el desarrollo del fruto en el manzano (*Malus doméstica*) desde épocas tempranas es interesante como paso previo a un posible diagnóstico de la incidencia posterior del bitter pit, así como para el cálculo de la producción final y el tamaño medio final del fruto. En la variedad de manzano Golden Smoothie se han medido toda una serie de parámetros del fruto durante el periodo de crecimiento en dos años consecutivos y se ha encontrado que la mejor relación se da entre el volumen del fruto y el peso fresco del mismo. Siendo esta relación lineal, el cálculo del tamaño final del fruto se puede realizar desde épocas tempranas del periodo vegetativo. Además, el nivel de azúcares solubles en el fruto está correlacionado con el de clorofila en hoja, medidos estos en distintas fechas a lo largo del periodo de crecimiento del fruto, lo que permite una mayor aproximación a la determinación precoz de la calidad del fruto.

REGINATO *et al.* (1996); en su investigación titulada "Efecto de la época

de aplicación de ácido naftalén acético (ANA) sobre la aparición de frutos "pigmeos" en manzanos var. Fuji" publica que durante la temporada 94/95, en manzanos Fuji / MM 106, se evaluó el efecto raleador de ácido naftalén acético (ANA), en concentraciones de 5; 10 y 15 mg/L, entre botón rosado y 21 días después de caída de pétalos. Aproximadamente 40 días después de caída de pétalos se evaluó la carga frutal (CF) en función del N° de frutos/cm² de área de sección transversal de tronco (ASTT). A la cosecha se contó el N° de frutos normales así como también aquellos faltos de desarrollo o "pigmeos". En general no hubo una respuesta clara a las aplicaciones de ANA, sobre el raleo, sin embargo, se observó un aumento en la cantidad de frutos "pigmeos" al aumentar la concentración de ANA, especialmente al efectuar las aplicaciones más tardías. El mayor efecto se presentó a los 14 DDPF (días después de plena flor).

CORDOVA (1995); en su trabajo de tesis "Efecto de reguladores del crecimiento en la coloración temprana de frutos de manzanos cvs 'Delicious Viscas' y 'Sipa 6'. Concluye: la adenina en todas las concentraciones usadas mostró estímulo en la aceleración de la pérdida de almidón de la manzana Sipa C - 6, alcanzando diferencias con niveles de significación estadística en comparación al testigo. Esta pérdida de almidón, en el caso de las manzanas 'Delicious Viscas', si bien, mostraron ciertas diferencias con respecto al testigo, no alcanzaron nivel de significancia.

FLORES (1969); en su trabajo de tesis titulado "Estudio del efecto de cuatro reguladores de crecimiento en la fructificación del duraznero; variedades "Okinawa", "Rochón", "Bonita"". Concluye: los tratamientos con ácido giberélico

aplicados en ramas fruteras de duraznero "Okinawa", no han superado en rendimiento a las ramas testigo, sin embargo con dosis intermedias (10, 100 y 1000 ppm) se han logrado frutos de mayor tamaño promedio. La concentración de 10,000 ppm, ha provocado una serie de efectos fisiológicos tales como el crecimiento anormal de la rama, florales y frutos pedicelados. Con aplicaciones de ácido naftalenoacético a yemas florales de la misma variedad no se pudo prevenir la caída prematura de los frutos. Efectos similares señala la literatura cuando el embrión en la semilla recién ha iniciado su desarrollo. El rendimiento logrado mediante aplicación de adenina, las dosis de 1, 10 y 100 ppm., superaron en rendimiento al testigo, pero únicamente la concentración de 10 ppm., indujo en las ramas tratadas a formar frutos en promedio de mayor tamaño y peso en relación al testigo. En la variedad "Bonita", mediante aplicaciones de ácido giberélico se ha logrado rendimientos satisfactorios sobre todo con las dosis intermedias (10, 100 y 1000 ppm.) superando al testigo. En la variedad "Rochón" en cambio no se repitió este efecto. Los efectos fisiológicos logrados en estas dos variedades han sido los mismos que los obtenidos en la variedad "Okinawa". Esto podría estar relacionado a diferentes cantidades de giberelina presentes en las plantas de distintas variedades y aún dentro de una misma variedad.

VALERA (2000); en su tesis "Efecto de diferentes combinaciones de fitorreguladores y fertilizantes foliares en el rendimiento y calidad de tres cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*) para industria". Concluye que la aplicación de programas fisionutricionales adicionados al manejo agronómico no influenciaron en el rendimiento, peso promedio, sólidos totales, área foliar,

altura de planta y producción de materia seca (tallos, hojas, frutos). Se observó una variación en el comportamiento de los cultivares en las características de rendimiento, peso promedio de fruto, sólidos totales, área foliar, altura de planta y producción de materia seca (tallos, hojas, frutos). La aplicación de programas fisionutricionales adicionales no produjeron incrementos en el rendimiento pero sí en los costos reduciendo el beneficio económico.

MALÁSQUEZ (2000), en su informe de prácticas pre-profesionales "Evaluación del efecto hormonal en el incremento de la producción y calidad de fruta en el cultivo del manzano"; determina que la fitohormona más efectiva en el incremento de la producción y calidad de fruta es la giberelina a dosis de 10 ppm, siendo el etileno el tratamiento que causa efecto inverso. Se determina que la fitohormona efectiva para el incremento de la calidad del fruto es la giberelina a 10 ppm.

2.11 Características de los productos utilizados

2.11.1 Triggrr foliar®

Modo de acción de Triggrr foliar® es un regulador del crecimiento de plantas, desarrollados para incrementar el rendimiento de los cultivos.

Las plantas aplicadas con Triggrr foliar® son capaces de mantener niveles hídricos óptimos en las células, de tal forma que pueden tolerar o recuperarse rápidamente de condiciones ambientales adversas como sequías, heladas, exceso de sales, etc. (FARMEX, 2001)

Contenido:

Citoquininas (zeatina, dihidrozeatina, isopen- teniladenina)	...	0.012 % (*)
Auxinas, gibelerinas y enzimas	...	No cuantificada.
Elementos mayores (N, P, K)	...	5.360 %
Elementos menores quelatizados (S, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Zn, B)	...	2.050 %
Ingredientes inertes	...	92.588 %

(*) Basado en su actividad biológica (FARMEX, 2001)

2.11.2 ACTIVOL

Ingrediente activo: Acido giberélico GA₃

Nombre químico: Acido (3S, 3aS, 4S, 4aS, 7S, 9aR, 9bR, 12S)-7, 12-dihidrosey-3-metil-6-metilene-2-oxoperhidro-4a, 7-metano-9b, 3 propeno [1, 2-b] furan-4-carboseylico.

Grupo químico: Hormona vegetal.

Concentración y formulación: 1 g/pastilla

Modo de acción: Contacto y parcialmente sistémico

Toxicidad: Grupo IV. Normalmente no ofrece peligro.

Antídoto: No conocido. Tratamiento sintomático.

Tiempo de carencia: Según la época, no se considera.

Precauciones:

Ocupar la solución el mismo día de su preparación. El pH de la solución debe ser neutro a ligeramente ácido.

Compatibilidad:

En general, es un producto compatible con fungicidas, insecticidas, abonos foliares y otros reguladores de crecimiento. Debe ser aplicado necesariamente en solución a pH óptimo (5,5 a 6,5.) (BAYER, 2001).

2.12 Equivalencia de partes por millón (ppm) a producto comercial

La denominación parte por millón es una unidad de medida para diluciones que necesitan una cantidad pequeña del solvente, en este caso del producto comercial. Un ppm equivale a decir un miligramo o mililitro de producto comercial disuelto en un litro de agua (SALISBURY, 1994).

2.13 Descripción de la manzana variedad 'Delicious Viscas'

Esta variedad de manzano presenta características similares a la 'Red Delicious', la misma que fue obtenida en los Estados Unidos de Norte América, con mayores requerimientos de frío. El manzano 'Delicious Viscas' es compatible con el porta injerto membrillero, formando en conjunto un árbol de porte bajo (2,5 m a 3,0), que facilita labores culturales, entre estas, facilidad de cosecha. Cuando esta variedad de manzano, utiliza como porta injerto el membrillero y sobre este se pone ya sea el 'Pera Manzano' o el 'San Antonio', como injerto puente, el desarrollo de los árboles alcanzan mayor porte. El comportamiento de los órganos florales de la 'Delicious Viscas' es autofértil.

Sus frutos a la madurez adquieren la forma ovoide – cónico con cinco relieves en su ápice y piel de color rojo vinoso. La pulpa del fruto posee textura firme y sabor dulce. En la costa central y costa sur del país se puede obtener hasta 3 cosechas en 24 meses, con el uso de defoliantes de por medio. Los rendimientos van de 15 a 20 toneladas por campaña. Esta variedad de manzano muestra cierta tolerancia a la enfermedad de la oidiosis. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2000).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Campo experimental

3.1.1 Ubicación

El campo experimental se ubicó en el departamento de Lima, Provincia de Cañete, Distrito de Calango, Localidad de Huancaní, con una latitud sur de 12°32', longitud oeste de 76°35' y a una altura de 710 m.s.n.m.

3.1.2 Acceso

El acceso desde la ciudad de Lima es vía autopista Panamericana Sur hasta el Km 87; luego se toma la desviación al lado izquierdo que conduce al distrito de Mala, continuando por carretera con un recorrido aproximado de 20 Km al distrito de Calango; 16 Km más adelante se encuentra la localidad de Huancaní.

3.1.3 Historia del campo

Los cultivos anteriores fueron:

1982	:	Maíz morado
1983	:	Maíz amiláceo
1984	:	Melón
1985	:	Membrillo
1986 – 2001	:	Manzano

3.1.4 Análisis físico – químico del suelo

En el Cuadro 1, se observa el análisis físico – químico del suelo, que es un suelo de textura franco, con bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio, medio fósforo y con pH neutro.

Cuadro 1. Análisis físico – químico del suelo del campo experimental al inicio del experimento.

Parámetro	Valor	Método	Designación
Análisis físico			
Arena (%)	35.8	Hidrómetro	
Limo (%)	35.7	Hidrómetro	
Arcilla (%)	28.5	Hidrómetro	
Textura			Franco
Análisis químico			
Materia orgánica (%)	1.35	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno (%)	0.06	% M.O. x 0.045	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	10.1	Olsen modificado	Medio
Potasio disponible (kg/ha)	201	Ácido sulfúrico 6N	Bajo
Ca (meq/100g)	14.1		
Mg (meq/100g)	1.8		
K (meq/100g)	1.0		
Na (meq/100g)	0.20		
CIC (meq/100g)	17.1		Alto
pH	7.0	Potenciómetro	Neutro

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

3.3 Registros meteorológicos

Cuadro 2. Temperatura máxima, temperatura mínima y humedad relativa correspondiente al año 2001.

MES	Temperatura			% H. R.
	máxima	mínima	promedio	
Enero	29.5	18.5	24.00	85
Febrero	32.3	19.5	25.90	77
Marzo	31.5	19.3	25.40	76
Abril	30.0	18.1	24.05	83
Mayo	26.0	14.5	20.25	87
Junio	22.6	13.3	17.95	86
Julio	22.5	12.7	17.60	87
Agosto	23.1	12.8	17.95	85

Fuente: Estación Meteorológica La Capilla, Calango.

En el Cuadro 2 se observa que la temperatura máxima se registro en febrero y la mínima en julio.

3.4 Componentes en estudio.

Cultivo : Manzano variedad: 'Delicious Viscas'

Reguladores de crecimiento:

A: Giberelina = Activol®

B: Citoquinina = Triggrr Foliar®

Factores:

A: Giberelina	Niveles :	$a_1 = 5 \text{ ppm}$ $a_2 = 20 \text{ ppm}$
B: Citoquinina	Niveles :	$b_1 = 3 \times 10^{-5} \text{ ppm}$ $b_2 = 12 \times 10^{-5} \text{ ppm}$

3.5 Tratamientos en estudio

La descripción de los tratamientos en estudio son el resultado de la combinación de los dos factores y dos niveles más los cinco testigos adicionales.

Cuadro 3. Característica de los tratamientos en estudio.

Clave	Interacción	Característica
T ₁	a_1b_1	5 ppm de giberelina con 3×10^{-5} ppm de citoquinina
T ₂	a_1b_2	5 ppm de giberelina con 12×10^{-5} ppm de citoquinina
T ₃	a_2b_1	20 ppm de giberelina con 3×10^{-5} ppm de citoquinina
T ₄	a_2b_2	20 ppm de giberelina con 12×10^{-5} ppm de citoquinina
T ₅	a_1	5 ppm de giberelina (testigo adicional)
T ₆	a_2	20 ppm de giberelina (testigo adicional)
T ₇	b_1	3×10^{-5} ppm de citoquinina (testigo adicional)
T ₈	b_2	12×10^{-5} ppm de citoquinina (testigo adicional)
T ₉	---	Testigo absoluto

3.6 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloque Completo Randomizado, con arreglo factorial (2A x 2B), más cinco testigos adicionales con 4 repeticiones.

3.6.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij(k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ij(k)}$$

$$i, j, = 1,2$$

$$k = 1,2,3,4$$

Donde:

$Y_{ij(k)}$ = valor observado en el bloque k, en el nivel i del factor A, del nivel j del factor B.

μ = efecto de la media general.

$\alpha_{\alpha i}$ = efecto del nivel i del factor A.

β_j = efecto del nivel j del factor B.

δ_k = efecto del bloque k

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del nivel i del factor A con el nivel j del factor B.

$\varepsilon_{ij(k)}$ = Efecto aleatorio del error experimental en la unidad experimental sujeta al i – ésimo tratamiento, en el j – ésimo tratamiento y k – ésima columna.

3.6.2 Esquema del análisis de variancia

Cuadro 4. Análisis de variancia para los tratamientos en comparación.

Fuente de variación	G.L.
Bloques	3
Tratamientos	8
Factorial	3
A	1
B	1
Interacción AxB	1
Testigo	4
Factorial vs. Testigo	1
Error experimental	24
Total	35

3.7 Características del campo experimental

Bloques:

- Número de bloques : 4.00
- Largo de bloque : 112.50 m
- Ancho de bloque : 17.50 m
- Área total del bloque : 1 968.75 m²

Parcelas:

- Parcelas por bloque : 9
- Parcelas totales : 36
- Largo de la parcela : 17.5 m

➤ Ancho de la parcela	:	12.5 m
➤ Área total de la parcela	:	218.75 m ²
➤ Área de la parcela neta	:	78.75 m ²
➤ Área de parcela por bloque	:	1 968.75 m ²
➤ Área total del experimento	:	7 875.00 m ²
➤ Número de plantas / parcela	:	25
➤ Número de plantas / área neta	:	9

3.8 Características evaluadas y metodología.

3.8.1 Ancho y largo de fruto

El ancho y largo del fruto fue evaluado con vernier, con precisión a décimas de milímetro, tomado en la parte media del fruto.

3.8.2 Largo de pedúnculo

El largo de pedúnculo también fue evaluado con vernier, y registrado en la base de la inserción del pedúnculo.

3.8.3 Cantidad de frutos por cojín floral.

Los frutos fueron contados en el cojín floral del fruto a evaluar.

3.8.4 Número de yemas

Las yemas se contaron por planta a evaluar.

3.8.5 Número de flores

Las flores fueron estimadas a partir de las yemas de las plantas a evaluar.

3.8.6 Número de frutos

Los frutos se contaron en las plantas a evaluar, a los 15 días y 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

3.8.7 Cantidad de azúcares del fruto

Se realizó a la maduración de frutos usando un refractómetro para todos los tratamientos.

3.8.8 Materia seca

Se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva cada 30 días.

3.8.9 Peso del fruto

Se tomó el peso total de la producción por tratamiento y además el peso unitario de cada fruto.

3.8.10 Calibre del fruto

Se registró en la fruta cosechada, de acuerdo a la exigencia del mercado local, según el cuadro 26 del anexo.

3.8.11 Consistencia del fruto

Se realizó usando un penetrómetro a la maduración, después de la cosecha cada 7 días, tomando como rango aceptable lo dispuesto en la norma técnica peruana publicada por INDECOPI para manzana.

3.8.12 Rendimiento económico

El rendimiento económico de la parcela fue obtenido del peso obtenido en cada calibre por el precio de cada calibre, este último fue llevado a hectárea.

3.9 Ejecución del experimento

3.9.1 Muestreo del suelo

El muestreo de suelo se realizó el 26 de diciembre del 2000, en forma de zig – zag, usando una palana. El análisis se realizó en el laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

3.9.2 La poda

La poda se realizó con tres personas durante 10 días, iniciando el 8 de enero del 2001, y se realizó una poda de producción.

3.9.3 Defoliación

La defoliación se realizó el 20 de enero del 2001 con los siguientes productos:

Sulfato de cobre	5 kg / 200 l agua
Superwett	200 ml / 200 l agua

El consumo de agua total fue de 1000 litros. La aplicación se realizó con motofumigador.

3.9.4 Primer riego

El primer riego que marca el inicio de la campaña se realizó el 28 de enero del 2001.

3.9.5 Marcación del terreno

La marcación del terreno se realizó pintando las plantas de las parcelas asignando un color para cada tratamiento.

3.9.6 Riegos

Los riegos se realizaron por gravedad usando el canal de riego cada 7 días respetando la mita del lugar y la limpia de canales. El volumen de riego usado fue de 15 000 m³/ha/año.

3.9.7 Fertilización

La fertilización se realizó después del riego pesado, en la segunda semana de iniciada la campaña, siguiendo la fórmula de abonamiento 200 - 120 - 200 (N-P-K), la aplicación fue en dosis única, no fraccionada. Por planta 400 g de nitrato de amonio, 250 g de superfosfato triple de calcio y 300 g de sulfato de magnesio.

3.9.8 Aplicación de fitohormonas

Cuando los botones se encontraban en punto rojo, (16 de febrero de 2000) se procedió a la aplicación de los tratamientos. En los tratamientos de combinaciones se aplicó por separado, aplicando primero las giberelinas, luego de 2 horas se aplicó la citoquinina, al testigo absoluto se aplicó agua.

3.9.9 Determinación de la materia seca

Se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María cada 30 días y a la maduración.

3.9.10 Determinación de la cantidad de azúcares

La cantidad de azúcares fue determinada con el uso de un refractómetro en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la U.N.A.S.

3.9.11 Determinación de la duración del fruto

Los frutos se analizaron cada 7 días después de la cosecha utilizando el penetrómetro en el laboratorio de Análisis Sensorial de la U.N.A.S.

3.9.12 Control de plagas y enfermedades

Se presentó ataque de diferentes enfermedades, la más destacada fue el oidium (*Podosphaera leucotricha*), para su control se usó Vydan® (0.5‰), para la sarna del manzano (*Venturia inaequalis*) se usó Vydan® (0.5‰). La podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) fue controlado con Benlate® (1.0‰). A la maduración se observó algunos ataques de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Entre las plagas se observó pulgones (*Aphis pomi*), para su control se realizó aplicaciones de Dimetoxión® (0.75‰); la cochinilla del manzano (*Pseudococcus sp.*) fue controlada con Lannate® (0.25‰) + Dorsan® (0.75‰), los barrenadores de flores (*Heliothis sp.*) fue controlado con Sorba® (0.5‰) y la araña roja (*Panonychus ulmi*), fue controlado con Arcastín® (0.4‰).

3.9.13 Control de malezas

El control de malezas se realizó usando herbicidas a base de glifosato (Batalla®) en tres aplicaciones, a los 15, 40 y 120 días después del primer riego.

3.9.14 Cosecha

Se realizaron dos cosechas, la primera el 14 de julio y la segunda el 25 de julio del 2001, se registró el peso total de cada parcela neta por tratamiento, posteriormente se realizó el calibrado respectivo.

IV. RESULTADOS

4.1 Componentes de rendimiento

4.1.1 Rendimiento

En el Cuadro 5, se observa el rendimiento para la primera cosecha, donde no existe significación entre bloques, existiendo alta significación entre los tratamientos, desglosándose en significación en el factorial debido a la significación en la aplicación de citoquinina no existiendo significación en el componente giberelina y tampoco en la interacción giberelina - citoquinina, alta significación entre los testigos adicionales y significación entre el testigos vs. factorial.

En la segunda cosecha no existe significación entre bloques, existe alta significación estadística entre los tratamientos, factorial, componente giberelina, testigo y factorial vs. testigo por su alta variación, significación en el componente citoquinina no existiendo significación en la interacción de los componentes (AxB).

En la cosecha total por parcela neta y proyectada por hectárea; no existen diferencias significativas entre los bloques, factorial, el componente citoquinina, interacción de los componentes (AxB) y factorial vs. testigo; pero existe alta significación estadística entre los tratamientos, componente giberelina y en los testigos adicionales.

En el Cuadro 6, se observa el efecto simple de los componentes en estudio del rendimiento, existiendo significación de la giberelina en la dosis más

alta de citoquinina, para la primera cosecha, segunda cosecha y el total.

En la Figura 1, se observa que la interacción del factorial, obteniendo mayor rendimiento la interacción (a_2b_2) (15 087 kg/ha), en segundo lugar la interacción (a_2b_1) (13 564 kg/ha), seguido de la interacción (a_1b_1) (12 416 kg/ha) y finalmente la interacción (a_1b_2) (11 948 kg/ha).

En las Figuras 2 y 3, se aprecia el efecto del componente giberelina, obteniendo una diferencia entre la dosis de aplicación, correspondiendo el mayor rendimiento al nivel a_2 (20 ppm con 14 325 kg/ha) y para el efecto del factor citoquinina, el mayor rendimiento es obtenido por el nivel b_2 (12×10^{-5} ppm con 13518 kg/ha).

En la prueba de Duncan (Cuadro 7) para los tratamientos se muestran con mayor rendimiento el tratamiento T_6 (16 081 kg/ha), no existiendo diferencia significativa con los tratamientos T_4 (15 087 kg/ha), T_5 (14 482 kg/ha), T_3 (13 564 kg/ha) y T_8 (13 259 kg/ha); mostrando diferencia significativa con los tratamientos T_1 (12 416 kg/ha), T_2 (11 948 kg/ha), T_7 (11 303 kg/ha) y T_9 (10 703 kg/ha). Asimismo el T_4 no muestra diferencia significativa con los tratamientos T_5 , T_3 , T_8 , T_1 ; mostrando diferencia significativa con los tratamientos T_2 , T_7 , y T_9 .

Cuadro 5. Resumen de análisis de variancia del rendimiento por cosecha del cultivo de manzano (kg/parcela y kg/ha).

Fuente de variación	G.L.	Primera cosecha			Segunda cosecha			Total	Cosecha por ha		
		C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	129.654	1.48	NS	35.381	1.07	NS	184.188	2965571.4	0.91	NS
Tratamiento	8	573.904	6.54	AS	1709.546	51.54	AS	796.586	12825667.3	3.92	AS
Factorial	3	379.157	4.32	S	335.776	10.12	AS	485.417	7815593.77	2.39	NS
Giberelinas (A)	1	45.977	0.52	NS	728.659	21.97	AS	1140.921	18369724.9	5.62	AS
Citoquinina (B)	1	524.667	5.98	S	212.688	6.41	S	69.199	1114157.41	0.34	NS
Interacción A x B	1	283.414	3.23	NS	32.990	0.99	NS	123.065	1981449.48	0.61	NS
Testigo	4	752.411	8.58	AS	3076.992	92.78	AS	1228.039	19772399.3	6.05	AS
Factorial vs testigo	1	444.121	5.06	S	361.076	10.89	AS	4.283	68960.11	0.02	NS
Error Experimental	24	87.740			33.166			203.027	3268895.8		
Total	35										
C.V. (%)		14.31			14.92			13.69			

Cuadro 6. Resumen de análisis de variancia de los efectos simples para el rendimiento (kg) del manzano.

Fuente de variación	G.L.	Primera cosecha			Segunda cosecha			Total	Cosecha por ha		
		C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	C.M.	Fcal	Sig.
A en b ₁	1	144.968	1.65	NS	616.584	18.59	AS	163.605	2634174.83	0.81	NS
A en b ₂	1	467.836	5.33	S	178.055	5.37	S	1223.446	19698449.07	6.03	S
B en a ₁	1	0.407	0.01	NS	20.872	0.63	NS	27.158	437268.27	0.13	NS
B en a ₂	1	1091.087	12.44	AS	257.795	7.77	S	288.171	4639788.10	1.42	NS
Error Experimental	24	87.740			33.166			203.027	3268895.798		

NS : No significativo

S : Significativo al 5% de probabilidad

AS : Significativo al 1% de probabilidad

a₁ = 5 ppm de giberelina

a₂ = 20 ppm de giberelina

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

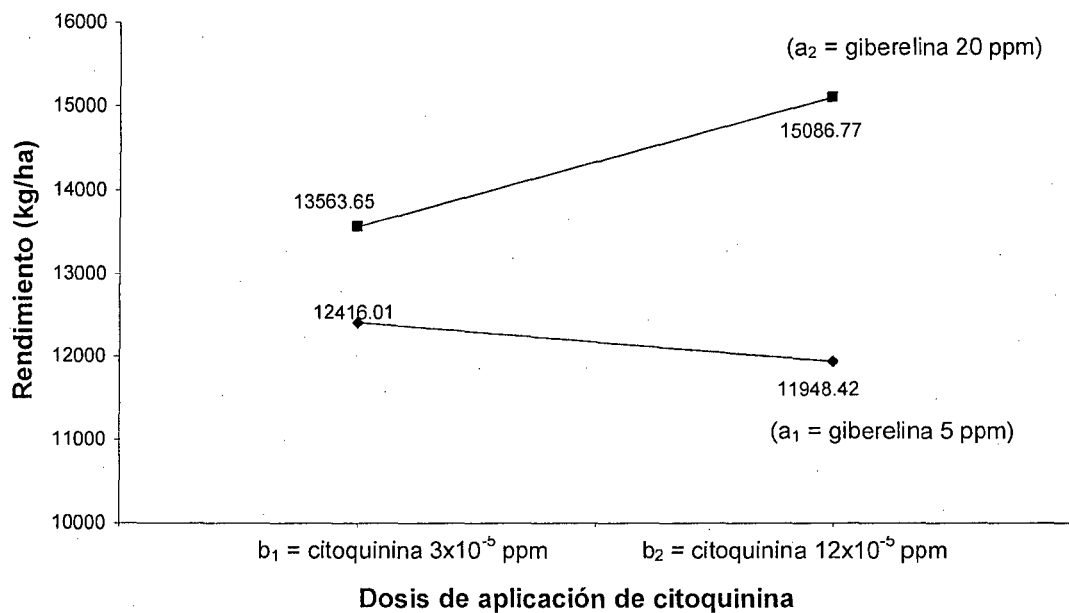


Figura 1. Efecto de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha) variedad 'Delicious Viscas'.

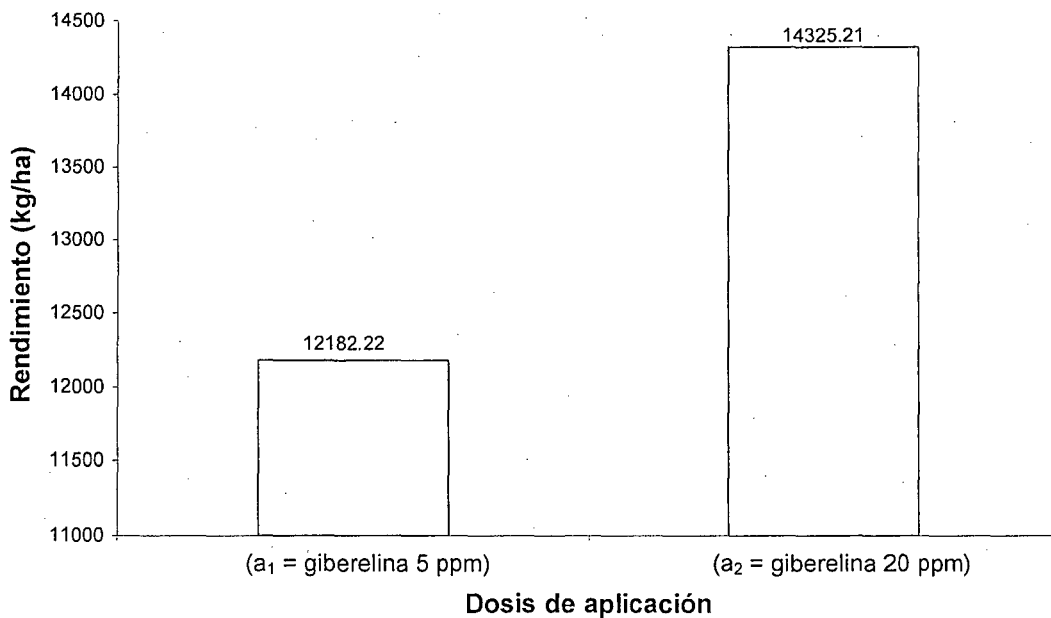


Figura 2. Efecto de la dosis de aplicación de giberelina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha)

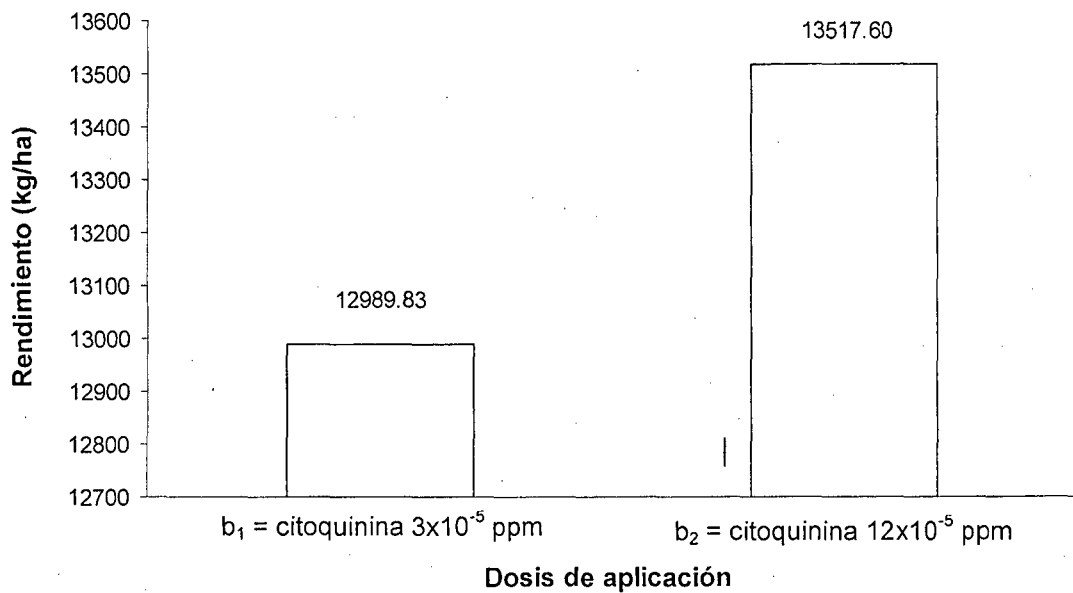


Figura 3. Efecto de la dosis de aplicación de citoquinina en el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha) variedad variedad 'Delicious Viscas'.

Cuadro 7 Prueba de Duncan para el rendimiento del fruto de manzano (kg/ha) variedad 'Delicious Viscas'.

Tratamiento	Interacción	Promedio	Sig.
T ₆	a ₂	16081	a
T ₄	a ₂ b ₂	15087	ab
T ₅	a ₁	14482	abc
T ₃	a ₂ b ₁	13564	abcd
T ₈	b ₂	13259	abcd
T ₁	a ₁ b ₁	12416	bcd
T ₂	a ₁ b ₂	11948	cd
T ₇	b ₁	11303	d
T ₉	--	10703	d

a₁ = 5 ppm de giberelina
a₂ = 20 ppm de giberelina

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

Análogamente el tratamiento T₅ no tiene diferencia estadística con los tratamientos T₃, T₈, T₁, T₂; mostrando diferencia significativa con los tratamientos T₇, y T₉. El tratamiento que obtiene menor rendimiento es el T₉ correspondiente al testigo absoluto.

En la Figura 4, se observa el porcentaje cosechado por tratamiento en la primera y segunda cosecha, el tratamiento T₈ obtuvo el mayor porcentaje (78.03%) en la primera cosecha, seguido por el T₇ (75.75%), correspondiente a los testigos adicionales del regulador de crecimiento citoquinina a dosis de 12×10^{-5} ppm y 3×10^{-5} ppm respectivamente. El mayor porcentaje en la segunda cosecha es obtenido por el tratamiento T₆, seguido por el T₅, correspondientes a los testigos adicionales con giberelina a dosis de 20 ppm y 5 ppm respectivamente.

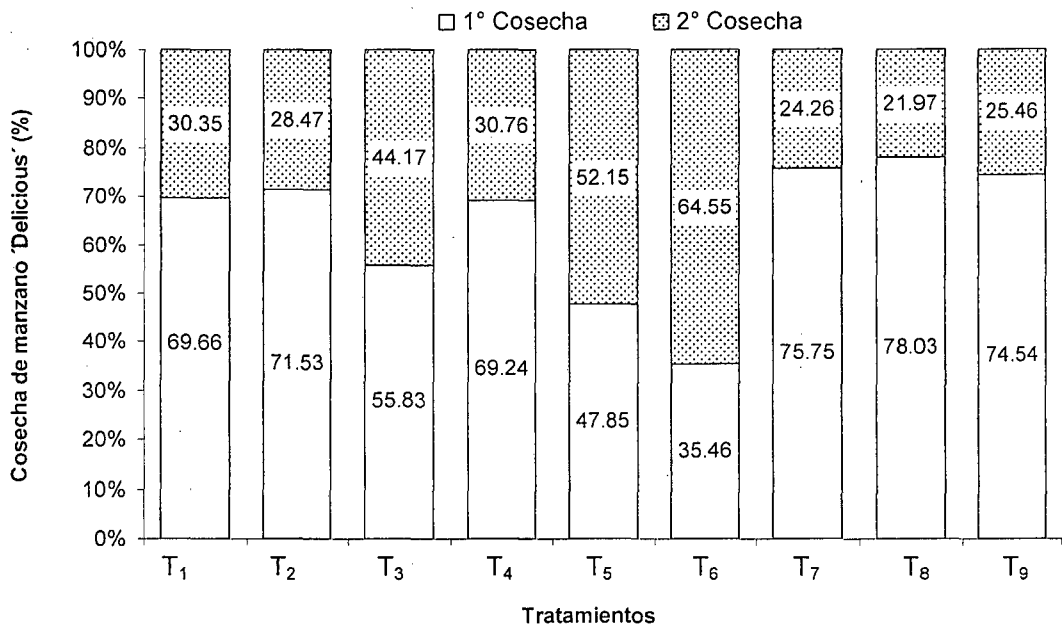


Figura 4. Porcentaje de la primera y segunda cosecha del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

4.1.2 Amarre de frutos

Cuadro 8. Resumen de análisis de variancia del amarre de frutos del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Fuente de variación	G.L.	Al inicio del amarre			15 días después de amarre		
		C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	3.41	1.48	NS	3.42	1.48	NS
Tratamiento	8	1221.58	530.25	AS	61.96	26.89	AS
Factorial	3	2276.11	987.98	AS	109.27	47.43	AS
Giberelinas (A)	1	6269.87	2721.54	AS	173.78	75.43	AS
Citoquinina (B)	1	330.97	143.66	AS	103.89	45.09	AS
Interacción A x B	1	113.74	49.37	AS	25.08	10.89	AS
Testigo	4	174.21	75.62	AS	36.26	15.74	AS
Factorial vs testigo	1	2247.52	975.57	AS	22.79	9.89	AS
Error Experimental	24	2.30			2.30		
Total	35						
C.V. (%)		5.53			8.89		

NS : No significativo

S : Significativo al 5% de probabilidad

AS: Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 9. Resumen de análisis de variancia de los efectos simples para el amarre de frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Fuente de variación	G.L.	Inicial			Final		
		C.M.	Fcal	Sig.	C.M.	Fcal	Sig.
A en b ₁	1	2054.405	891.748	AS	18.605	8.08	AS
A en b ₂	1	4442.945	1928.53	AS	205.335	89.13	AS
B en a ₁	1	4.836	2.099	NS	4.836	2.10	NS
B en a ₂	1	553.613	240.30	AS	149.213	64.77	AS
Error Experimental	24	2.304			2.304		

NS : No significativo

S : Significativo al 5% de probabilidad

AS: Significativo al 1% de probabilidad

a₁ = 5 ppm de giberelina

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

a₂ = 20 ppm de giberelina

b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

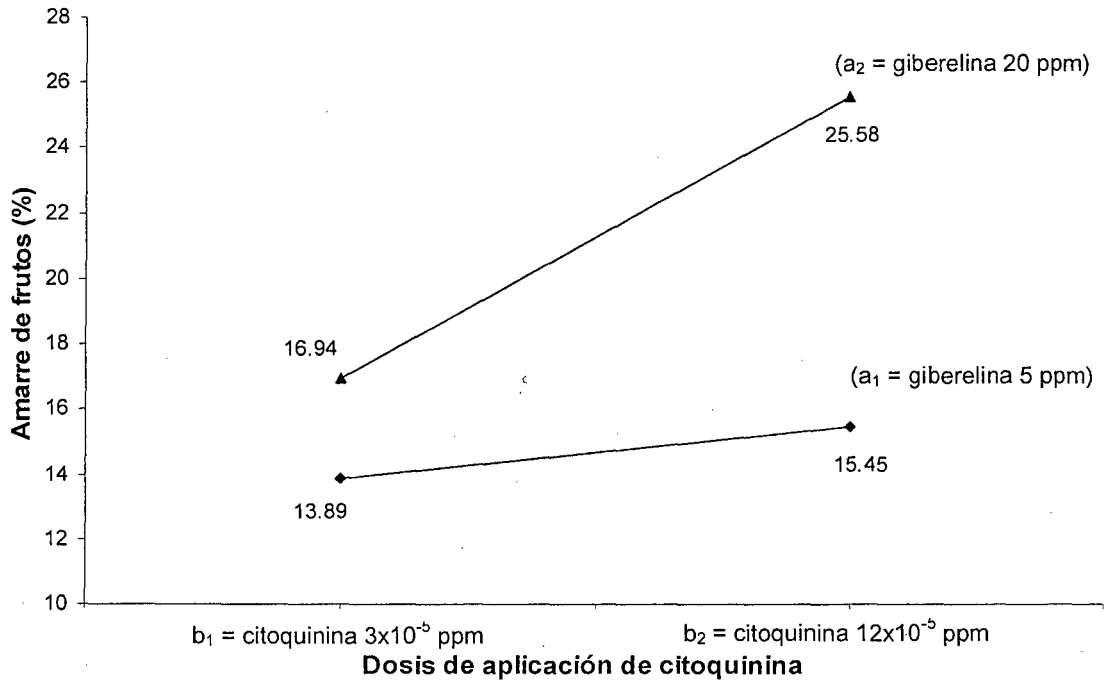


Figura 5. Efecto porcentual de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el amarre de los frutos en la cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

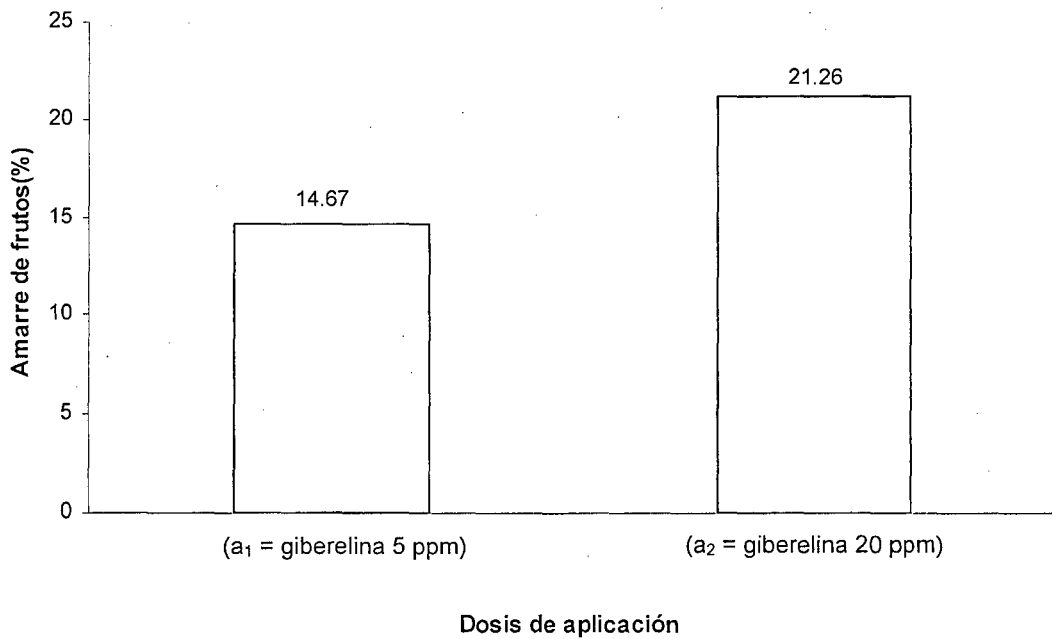


Figura 6. Efecto porcentual de la dosis de aplicación de giberelina en el amarre de frutos del manzana variedad 'Delicious Viscas'.

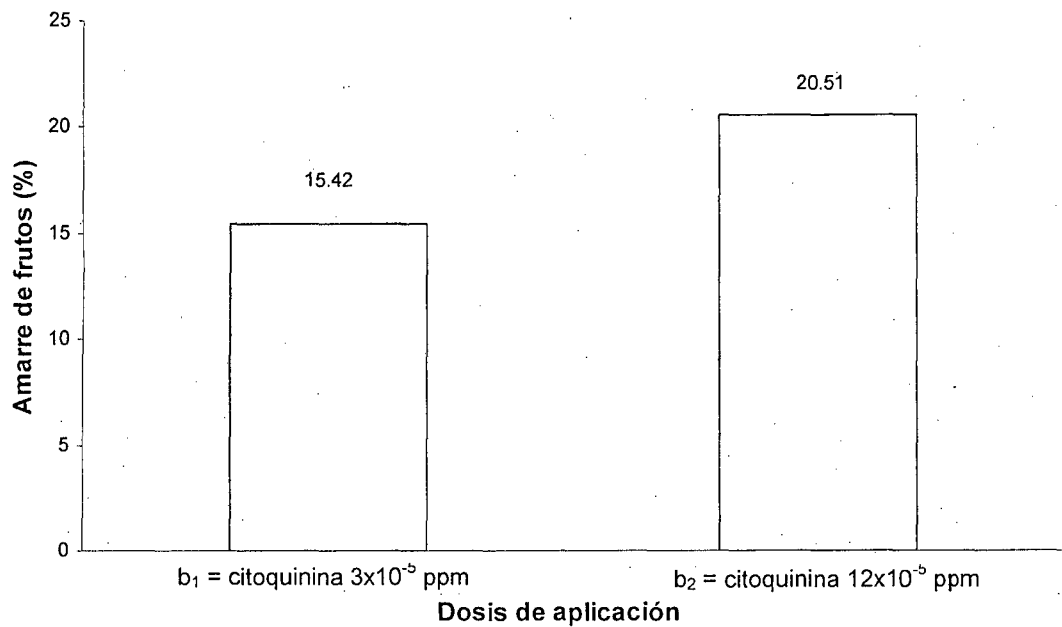


Figura 7. Efecto porcentual de la dosis de aplicación de citoquinina en el amarre de frutos del manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el amarre de frutos del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Amarre de fruto			
Tratamiento	Interacción	(%)	Sig.
T ₄	a ₂ b ₂	25.58	a
T ₈	b ₂	19.62	b
T ₆	a ₂	18.24	bc
T ₃	a ₂ b ₁	16.94	cd
T ₇	b ₁	16.21	cde
T ₅	a ₁	16.10	cde
T ₂	a ₁ b ₂	15.45	de
T ₁	a ₁ b ₁	13.89	e
T ₉	--	11.67	f

$a_1 = 5 \text{ ppm de giberelina}$ $b_1 = 3 \times 10^{-5} \text{ ppm de citoquinina}$
 $a_2 = 20 \text{ ppm de giberelina}$ $b_2 = 12 \times 10^{-5} \text{ ppm de citoquinina}$

En el Cuadro 8, se observa para la evaluación al inicio y a 15 días después de amarre, que no existe significación entre los bloques, existiendo alta significación estadística entre los tratamientos, factorial, factor giberelina, factor citoquinina, la interacción giberelina – citoquinina, testigos adicionales y entre los testigos vs el factorial.

En el Cuadro 9, se observa el efecto simple de los componentes en estudio en el amarre de frutos para las dos evaluaciones, existiendo alta significación de A en b_1 , A en b_2 y B en a_1 ; no existiendo significación de B en a_2 .

En la Figura 5, se observa que la interacción del factorial, obteniendo mayor porcentaje de amarre la interacción a_2b_2 (25.58 %), superando a la interacción a_2b_1 (16.94%), y la interacción a_1b_2 (15.45 %), supera a la interacción a_1b_1 (13.89%).

En la Figura 6, se aprecia el efecto del factor giberelina, presentando una diferencia entre la dosis de aplicación, correspondiendo el mayor porcentaje de amarre de frutos al nivel a_2 (20 ppm - 21.26 %). En la Figura 7, para el efecto del factor citoquinina, el mayor amarre es obtenido por el nivel b_2 (12×10^{-5} ppm - 20.51 %).

En la prueba de Duncan (Cuadro 10), nos muestra el mayor amarre de frutos el tratamiento T_4 (25.58 %), existiendo diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos; seguido por los tratamientos T_8 (19.62 %) y T_6 (18.24 %), que no muestra diferencia significativa entre los dos, pero mostrando diferencia estadística con los otros tratamientos; el tratamiento T_3

(16.94 %) no muestra significación con los tratamientos T₇ (16.21 %), T₅ (16.10 %) y T₂ (15.45 %), mostrando diferencia significativa con los tratamientos T₁ (13.89 %), T₉ (11.66 %). Asimismo el T₇ no muestra diferencia significativa con los tratamientos T₅, T₂, T₁; mostrando diferencia significativa con el tratamiento T₉.

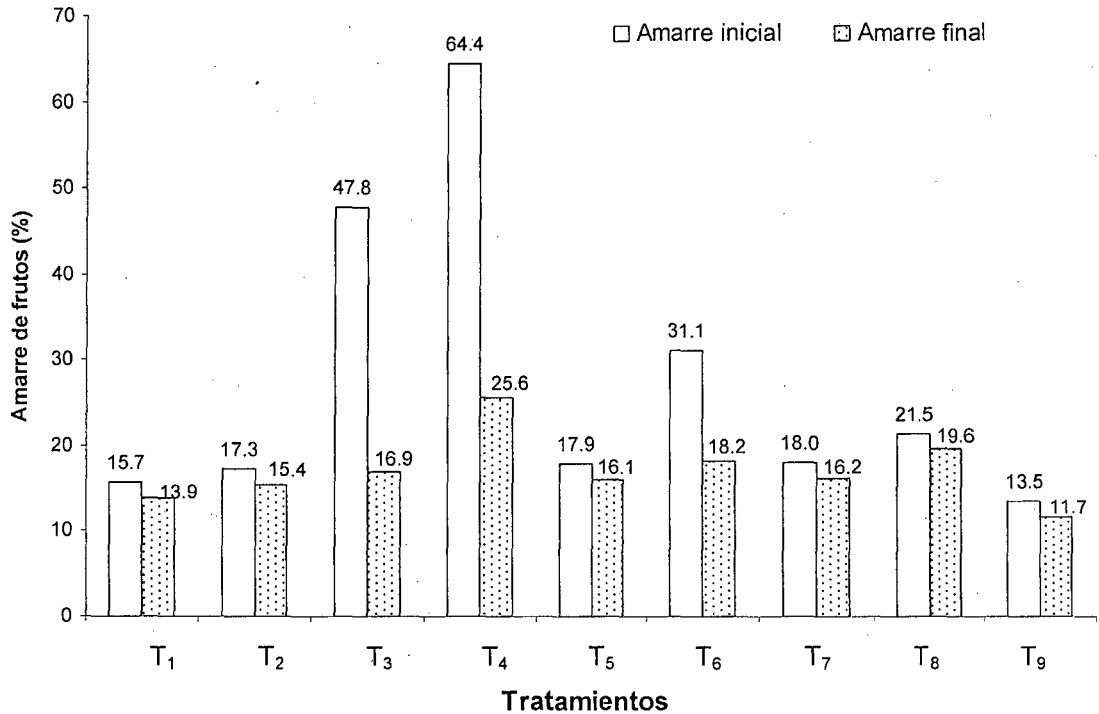


Figura 8. Porcentaje de amarre de frutos del manzano variedad 'Delicious Viscas' al inicio y 15 días después del amarre.

En la Figura 8, se observa el porcentaje de amarre de frutos en las dos evaluaciones, manteniendo mayor amarre el T₄ en los dos casos, pero mostrando un mayor porcentaje de aborto de frutos. El menor porcentaje de amarre de fruto lo presenta para ambos casos el tratamiento T₉, pero el porcentaje de aborto es menor (1.8%), correspondiente al testigo absoluto.

4.2. Componentes de calidad

4.2.1 Ancho de fruto

En el Cuadro 11, se observa el resumen de análisis de variancia para el ancho del fruto en el momento de la cosecha, existe diferencias significativas entre los tratamientos y alta significación estadística entre los testigos adicionales, no existiendo diferencias en el resto de los componentes.

En la Figura 9 y Cuadro 12, se observa el aumento del ancho del fruto en el transcurso del tiempo y la prueba de Duncan muestra el mayor ancho de fruto para el tratamiento T₆ (79.54 mm), no existiendo diferencia significativa con los tratamientos T₄ (77.00 mm), T₇ (76.83 mm), T₁ (75.83 mm), T₃ (75.40 mm) y T₂ (75.08 mm); superando estadísticamente a los tratamientos T₅ (74.71 mm), T₉ (73.12 mm) y T₈ (71.01 mm).

Cuadro 11. Análisis de variancia para el ancho de fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' a la cosecha.

Fuente de variación	G.L.	Ancho de fruto a la cosecha		
		C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	22.24	2.84	NS
Tratamiento	8	23.50	3.00	S
Factorial	3	2.81	0.36	NS
Giberelinas (A)	1	2.21	0.28	NS
Citoquinina (B)	1	0.71	0.09	NS
Interacción A x B	1	2.75	0.35	NS
Testigo	4	43.52	5.56	AS
Factorial vs testigo	1	5.50	0.70	NS
Error Experimental	24	7.83		
Total	35			
C.V. (%)		3.71		

NS : No significativo

AS: Significativo al 1% de probabilidad

S : Significativo al 5% de probabilidad

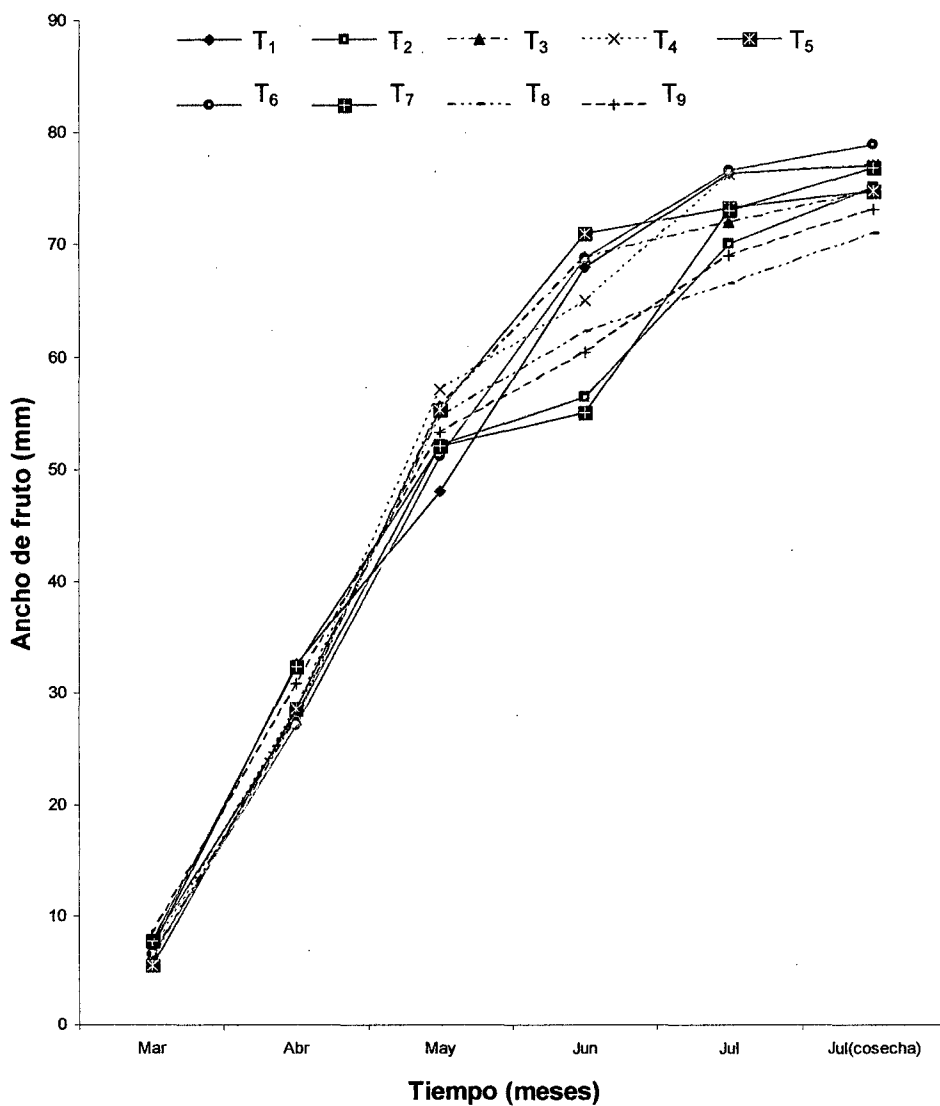


Figura 9. Incremento del ancho del fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' por tratamiento durante los meses de marzo a julio del 2001.

El tratamiento T₄ no muestra significación con los tratamientos T₇, T₁, T₃, T₂, T₅ y T₉ mostrando diferencia significativa con el tratamiento T₈. El tratamiento T₃ no muestra diferencia significativa con los tratamientos T₂, T₅, T₉ y T₈.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el ancho de fruto de manzana variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha.

Tratamiento	Interacción	Ancho de fruto a la cosecha (mm)	Sig.
T ₆	a ₂	79.54	a
T ₄	a ₂ b ₂	77.00	ab
T ₇	b ₁	76.83	ab
T ₁	a ₁ b ₁	75.83	ab
T ₃	a ₂ b ₁	75.40	abc
T ₂	a ₁ b ₂	75.08	abc
T ₅	a ₁	74.71	bc
T ₉	--	73.12	bc
T ₈	b ₂	71.01	c

a₁ = 5 ppm de giberelina
a₂ = 20 ppm de giberelina
b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

4.2.1. Largo de fruto

En el Cuadro 13, se observa el análisis de variancia para el largo de fruto de manzana delicia en el momento de la cosecha. En el momento de la cosecha, existe alta diferencia significativa entre los tratamientos, el componente citoquinina, los testigos adicionales y factorial vs. Testigo, no existiendo diferencias estadísticas entre los bloques, el componente giberelina y la interacción AxB.

Para los efectos simples para el largo de fruto de manzana delicia al momento de la cosecha (cuadro 14) solo existe diferencia estadística para el efecto B en a₂.

En la Figura 10, se observa el aumento del largo del fruto en el transcurso del tiempo. El crecimiento es similar en todos los tratamientos, en donde los tratamientos T₉, T₇ y T₈ tienen menos incremento desde el mes de junio, obteniendo mayor largo el tratamiento T₂.

Cuadro 13. Análisis de variancia para el largo de fruto de manzana variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G.L.	Largo de fruto a la cosecha		
		C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	6.74	1.05	NS
Tratamiento	8	39.50	6.13	AS
Factorial	3	23.44	3.64	S
Giberelinas (A)	1	11.19	1.74	NS
Citoquinina (B)	1	57.61	8.94	AS
Interacción A x B	1	0.76	0.12	NS
Testigo	4	44.13	6.85	AS
Factorial vs testigo	1	69.17	10.73	AS
Error Experimental	24	6.45		
Total	35			
C.V. (%)		3.84		

NS : No significativo
AS: Significativo al 1% de probabilidad

S : Significativo al 5% de probabilidad

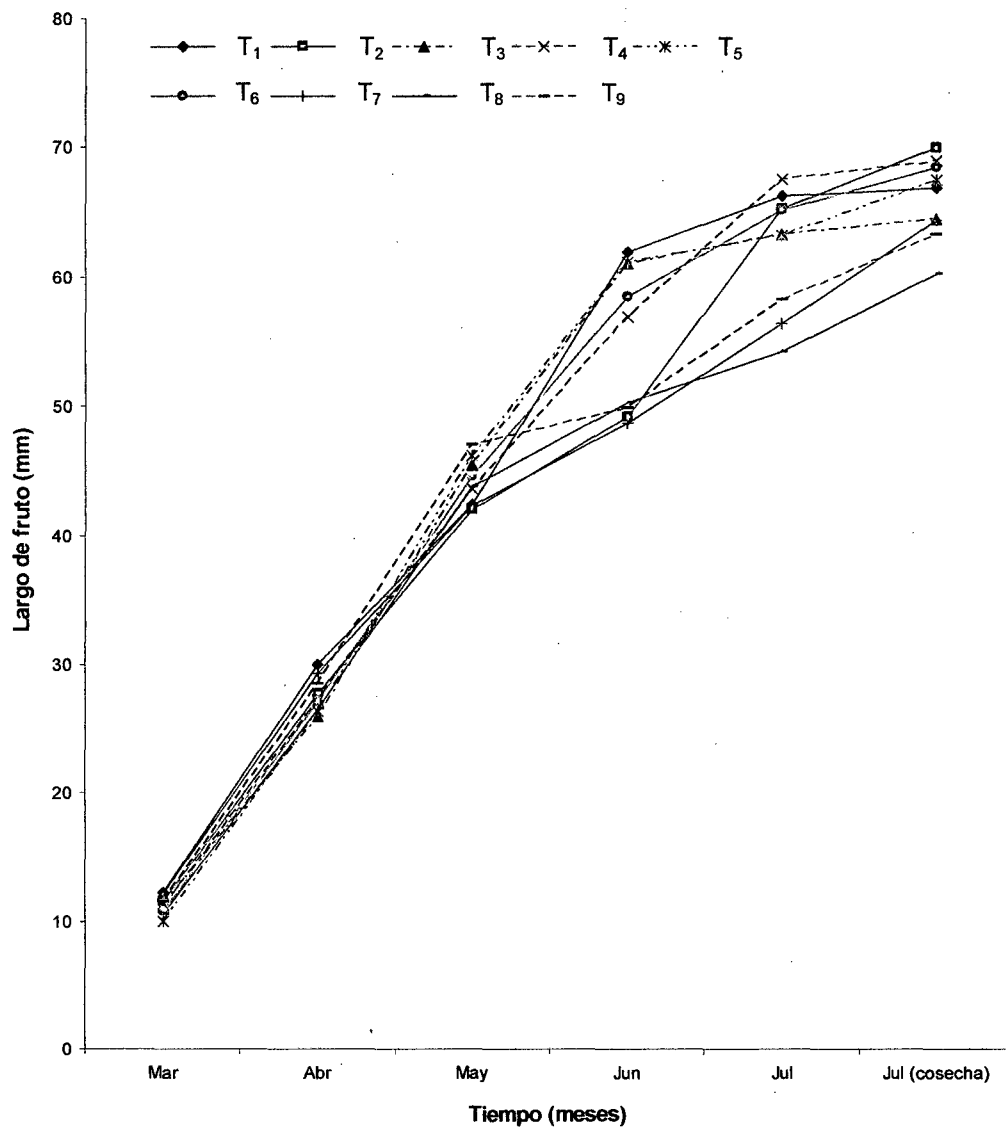


Figura 10. Incremento del largo del fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' por tratamiento durante los meses de marzo a julio del 2001.

Cuadro 14. Análisis de variancia de los efectos simples para el largo de fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G.L.	Largo de fruto a la cosecha		
		C.M.	Fcal	Sig
A en b ₁	1	10.488	1.627	NS
A en b ₂	1	2.226	0.345	NS
B en a ₁	1	20.193	3.133	NS
B en a ₂	1	38.94	6.041	S
Error Experimental	24	6.4457		

NS : No significativo
a₁ = 5 ppm de giberelina
a₂ = 20 ppm de giberelina

S : Significativo al 5% de probabilidad
b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

En el Cuadro 15, la prueba de Duncan para el largo de fruto en el momento de cosecha, muestra el fruto más largo para el tratamiento T₂ (70.01 mm), no existiendo diferencia significativa con los tratamientos T₄ (68.96 mm), T₆ (68.51 mm), T₅ (67.49 mm) y T₁ (66.84 mm); existiendo diferencia estadística con los tratamientos T₃ (64.55 mm), T₇ (64.44 mm), T₉ (63.31 mm) y T₈ (60.24 mm).

El tratamiento T₆ no muestra significación con los tratamientos T₅, T₁, T₃ y T₇, mostrando diferencia significativa con los tratamientos T₉ y T₈. Asimismo el T₁ no muestra diferencia significativa con los tratamientos T₃, T₇ y T₉; mostrando diferencia significativa con el tratamiento T₈. El tratamiento T₉ no muestra diferencia significativa con el tratamiento T₈.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para el largo de fruto del manzano variedad 'Delicious Viscas' por tratamiento al momento de la cosecha.

Tratamiento	Interacción	Largo de fruto (mm)	Sig.
T ₂	a ₁ b ₂	70.013	a
T ₄	a ₂ b ₂	68.958	a
T ₆	a ₂	68.508	ab
T ₅	a ₁	67.493	ab
T ₁	a ₁ b ₁	66.835	abc
T ₃	a ₂ b ₁	64.545	bc
T ₇	b ₁	64.443	bc
T ₉	--	63.305	cd
T ₈	b ₂	60.243	d

a₁ = 5 ppm de giberelina b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
a₂ = 20 ppm de giberelina b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

4.2.3 Relación largo/ancho del fruto

Cuadro 16. Relación largo/ancho del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' de los tratamientos en estudio al momento de la cosecha.

Tratamiento	Interacción	Relación largo/ancho del fruto
T ₁	a ₁ b ₁	0.87
T ₂	a ₁ b ₂	0.93
T ₃	a ₂ b ₁	0.86
T ₄	a ₂ b ₂	0.90
T ₅	a ₁	0.90
T ₆	a ₂	0.87
T ₇	b ₁	0.84
T ₈	b ₂	0.85
T ₉	---	0.87

a₁ = 5 ppm de giberelina b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
a₂ = 20 ppm de giberelina b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

En el Cuadro 16, se observa la relación largo/ancho de los frutos de manzana delicia al momento de la cosecha, obteniendo los valores más altos los tratamientos T_2 (0.93), T_4 (0.90) y T_5 (0.90); los valores más bajos registran los tratamientos T_3 (0.86), T_8 (0.85) y T_7 (0.84).

4.2.3 Largo de pedúnculo

En el Cuadro 17, el análisis de variancia del largo de pedúnculo del fruto de manzana delicia, en el momento de cosecha se observa existe diferencias altamente significativas ente los tratamientos, el factorial, componente giberelina, interacción $A \times B$, entre los testigos adicionales y factorial vs. Testigos, no existiendo diferencias estadísticas para bloques y componente citoquinina (B).

En el Cuadro 18, se observa alta diferencia estadística para las fuentes de variación A en b_2 , B en a_1 , B en a_2 , no existiendo diferencia estadística para A en b_1 .

En el Cuadro 19, prueba de Duncan para el largo de pedúnculo del fruto (mm), se observa que el tratamiento T_6 (41.13 mm) es superior estadísticamente con el resto de los tratamientos, seguido del tratamiento T_4 (37.31 mm) que difieren estadística de los tratamientos T_1 (31.50 mm), T_5 (30.86 mm), T_3 (30.18 mm), T_2 (26.34 mm), T_8 (24.98 mm), T_9 (22.46 mm) y T_7 (19.82 mm).

El tratamiento T_1 no muestra diferencia significativa con los tratamientos T_5 y T_3 , mostrando diferencias significativas con los tratamientos

T₂, T₈, T₉ y T₇.

El tratamiento T₂ no muestra diferencia significativa con el tratamiento T₈, pero muestra diferencia significativas con los tratamientos T₉ y T₇. El tratamiento T₉ muestra diferencias significativas con el tratamiento T₇.

Cuadro 17. Análisis de variancia del largo de pedúnculo del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (mm) al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G.L.	Largo de pedúnculo a la cosecha		
		C.M.	Fcal	Sig
Bloques	3	2.05	1.11	NS
Tratamiento	8	187.98	102.01	AS
Factorial	3	82.59	44.82	AS
Giberelinas (A)	1	93.11	50.53	AS
Citoquinina (B)	1	3.89	2.11	NS
Interacción A x B	1	75.38	40.91	AS
Testigo	4	287.08	155.79	AS
Factorial vs testigo	1	107.74	58.47	AS
Error Experimental	24	1.84		
Total	35			
C.V. (%)		4.62		

NS : No significativo

AS : Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 18. Análisis de variancia de los efectos simples para el largo de pedúnculo del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G.L.	Largo de pedúnculo a la cosecha		
		C.M.	Fcal	Sig
A en b ₁	1	3.457	1.87	NS
A en b ₂	1	240.420	130.46	AS
B en a ₁	1	53.117	28.82	AS
B en a ₂	1	101.530	55.10	AS
Error Experimental	24	1.843		

NS: No significativo

a₁ = 5 ppm de giberelina

a₂ = 20 ppm de giberelina

AS: Significativo al 1% de probabilidad

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el largo de pedúnculo del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' al momento de la cosecha.

Tratamiento	Interacción	Largo de pedúnculo (mm)	Sig.
T ₆	a ₂	41.12	a
T ₄	a ₂ b ₂	37.31	b
T ₁	a ₁ b ₁	31.50	c
T ₅	a ₁	30.86	c
T ₃	a ₂ b ₁	30.18	c
T ₂	a ₁ b ₂	26.34	d
T ₈	b ₂	24.98	d
T ₉	--	22.46	e
T ₇	b ₁	19.82	f

a₁ = 5 ppm de giberelina

a₂ = 20 ppm de giberelina

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

4.2.5 Cantidad de azúcares del fruto

En el Cuadro 20, se observa el análisis de variancia para la cantidad de azúcares del fruto de manzana delicia en el momento de la cosecha. No existiendo diferencia estadística para los bloques, existe diferencia altamente significativa para los tratamientos, factorial, giberelinas, citoquininas, interacción AxB y testigo y no existe significación entre factorial vs. testigos.

En el Cuadro 21, se observa el análisis de variancia de los efectos simples del contenido de azúcares del fruto, existe diferencia altamente significativa para todas las fuentes de variación.

Cuadro 20. Análisis de variancia del contenido de azucares del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (Grado brix).

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	0.213	2.71	NS
Tratamiento	8	3.666	46.60	AS
Factorial	3	8.801	111.88	AS
Giberelinas (A)	1	7.562	96.13	AS
Citoquinina (B)	1	2.507	31.87	AS
Interacción A x B	1	8.168	103.82	AS
Testigo	4	0.708	9.00	AS
Factorial vs testigo	1	0.093	1.18	NS
Error Experimental	24	0.079		
Total	35			
C.V. (%)		1.88		

NS : No significativo

AS : Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 21. Análisis de variancia de los efectos simples para el contenido de azúcares en el fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (Grado brix).

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fcal	Sig.
A en b ₁	1	0.834	10.60	AS
A en b ₂	1	23.063	293.18	AS
B en a ₁	1	15.820	201.10	AS
B en a ₂	1	3.022	38.41	AS
Error Experimental	24	0.079		

NS : No significativo AS : Significativo al 1% de probabilidad
 a₁ = 5 ppm de giberelina b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
 a₂ = 20 ppm de giberelina b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

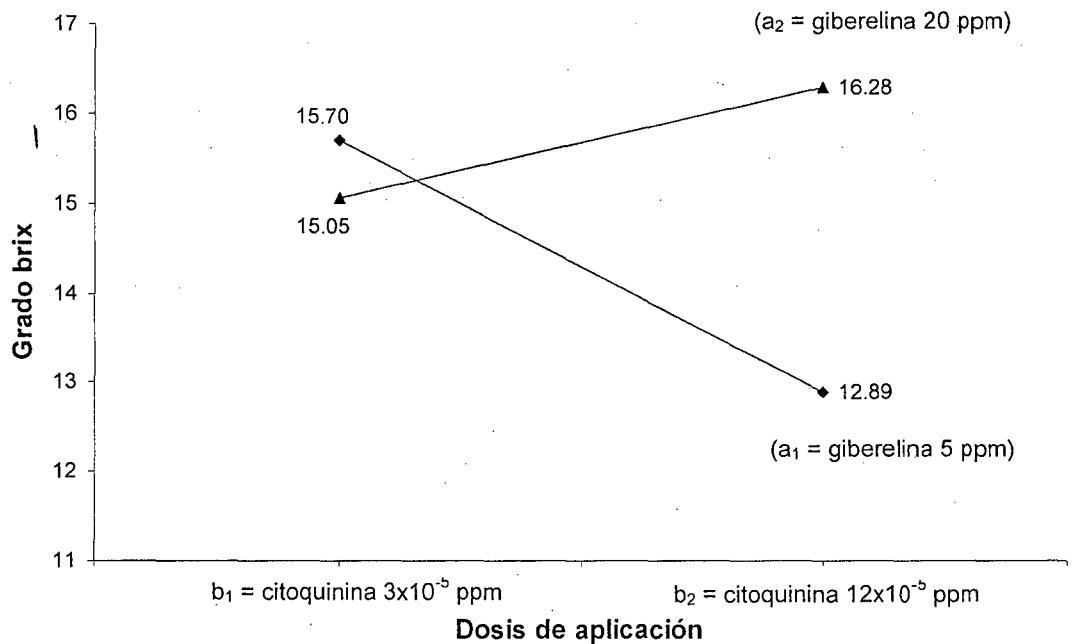


Figura 11. Efecto de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el contenido de azúcares (Grado brix) en frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

En la Figura 11, el efecto de la interacción entre la dosis de giberelina y la dosis de citoquinina en el contenido de azúcares del fruto muestra la intersección de las líneas, incrementándose para una mayor dosis de giberelina y disminuyendo para la dosis de citoquinina. Esto se observa mejor en las Figuras 12 y 13, donde se muestra por separado el efecto de aplicación de cada componente. Para la giberelina se obtiene que a dosis de 5 ppm se obtiene un promedio de 14.29 grado brix y para la dosis de 20 ppm a 15.67 grado brix. Para el caso de las citoquininas el efecto es inverso se obtiene para la dosis de 3×10^{-5} ppm 15.38 grado brix y para la dosis de 12×10^{-5} ppm 14.58 grado brix.

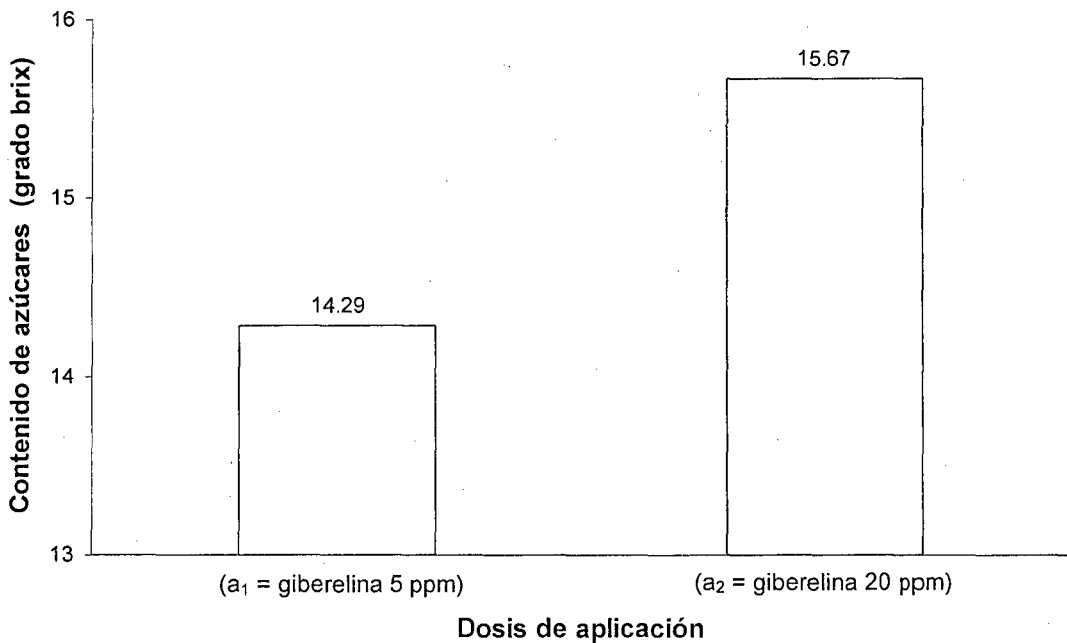


Figura 12. Efecto de la dosis de aplicación de giberelina en el contenido de azúcares (Grado brix) en el fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

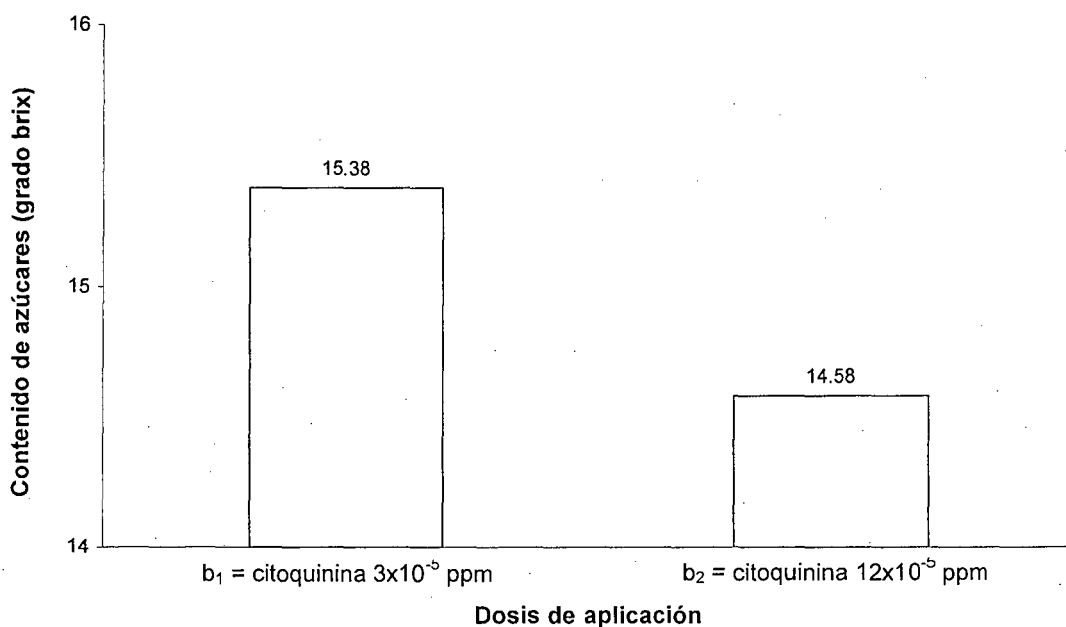


Figura 13. Efecto de la dosis de aplicación de citoquinina en el contenido de azúcares (Grado brix) en el fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Cuadro 22. Prueba de Tuckey para el contenido de azúcares (Grado brix) del fruto en maduración de manzano variedad 'Delicious Viscas' en la cosecha.

Tratamiento	Interacción	Contenido de azúcares (grado brix)	Sig.
T ₄	a ₂ b ₂	16.28	a
T ₁	a ₁ b ₁	15.70	b
T ₆	a ₂	15.24	c
T ₇	b ₁	15.16	c
T ₉	---	15.15	c
T ₃	a ₂ b ₁	15.05	c
T ₅	a ₁	14.50	d
T ₈	b ₂	14.35	d
T ₂	a ₁ b ₂	12.89	e

a₁ = 5 ppm de giberelina b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina
 a₂ = 20 ppm de giberelina b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

En el Cuadro 22, la prueba de Tuckey para el contenido de azúcares en el fruto en el momento de cosecha, muestra el grado brix más alto para el tratamiento T₄ (16.28), existiendo diferencia estadística con los otros tratamientos. Seguidamente se encuentra el tratamiento T₁ (15.70), mostrando diferencias significativas de los tratamientos T₆ (15.24), T₇ (15.16), T₉ (15.15), T₃ (15.05), T₅ (14.50), T₈ (14.35) y T₂ (12.89). El tratamiento T₆ no muestra significación con los tratamientos T₇, T₉, y T₃, pero existe diferencia estadística de los tratamientos T₅, T₈ y T₂. El tratamiento T₅ no muestra diferencia significativa del tratamiento T₈, existiendo diferencia significativa del T₂. El tratamiento T₈ muestra diferencia significativa del tratamiento T₂.

4.2.6 Calibre del fruto

En la Figura 14, sobre la producción total según calibre por tratamiento (%) de la distribución total de la producción por tratamiento en los diferentes calibres según el mercado interior actual, se observa que con el tamaño grande (>85 mm) tienen mayor porcentaje de frutos los tratamientos T₆ (22.93 %), T₄ (18.59 %) y T₃ (17.09 %), superando al resto de los tratamientos; y con el tamaño de Wong (70 - 85 mm) los tratamientos T₆ (55.45 %), T₃ (48.29 %) y T₅ (41.29 %) superan a los demás tratamientos; mientras que los tratamientos T₇, T₈ y T₉ tienen mayor porcentaje de frutos de tamaño metro (60 - 75 mm) seguido por chica (<60 mm). El fruto de mayor calidad es cuando se obtiene mayor porcentaje de los calibres Wong, seguido por Metro, grande (1°-2°) y por último la chica.

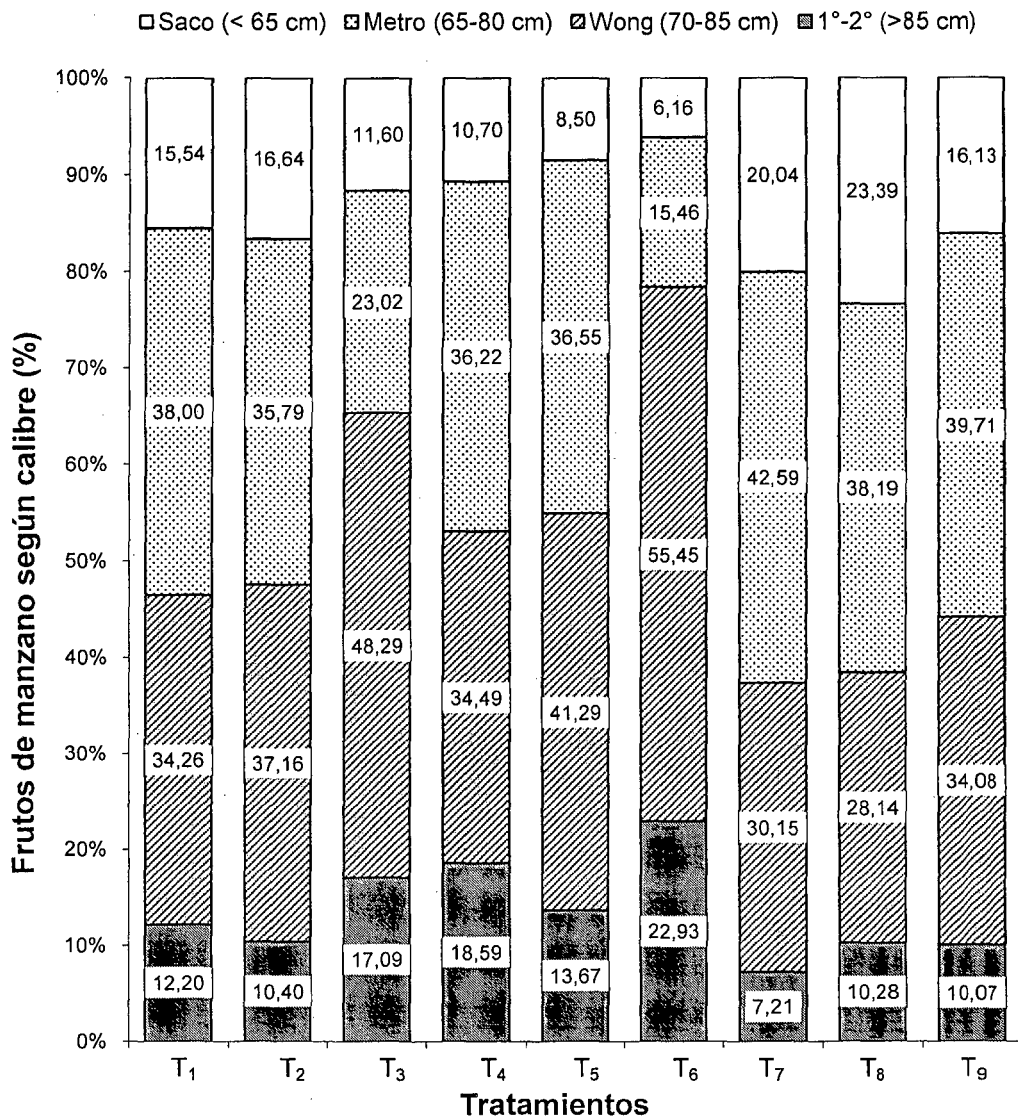


Figura 14. Producción total de frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas' según calibre por tratamiento.

4.2.7 Consistencia del fruto en la maduración

En la Figura 15, se muestra la consistencia del fruto en evaluaciones sucesivas desde el 20 de julio hasta el 17 de agosto para frutos de manzana delicia menor calibre (<70 mm de diámetro), se observa inicialmente (6 días) una mejor consistencia para los frutos de los tratamientos T₄, T₅, T₆ y T₇; y a los 27 días después de la cosecha se observa que los de mejor consistencia son T₅ y T₉, pero todos los tratamientos tienen una consistencia mayor a 13 libras /presión límite permitido para comercialización según INDECOPI. Mientras que los 34 días después de la cosecha solo los tratamientos T₇ y T₅ superan las 13 libras /presión.

En la Figura 16, se muestra la consistencia del fruto en evaluaciones sucesivas desde el 20 de julio hasta el 17 de agosto para frutos de manzana delicia de calibre mayor a los 70 mm de diámetro, se observa que a los 6 días después de la cosecha los tratamientos T₅, T₄ y T₃, tienen mejor consistencia que el resto de los tratamientos, pero a los 20 días después de la cosecha solo los tratamientos T₅, T₇, T₉, T₂ y T₄ son aceptables por el mercado (mayor a 13 libras /presión) según su consistencia y a los 27 días después de la cosecha el único tratamiento aceptable para la comercialización es el tratamiento T₅.

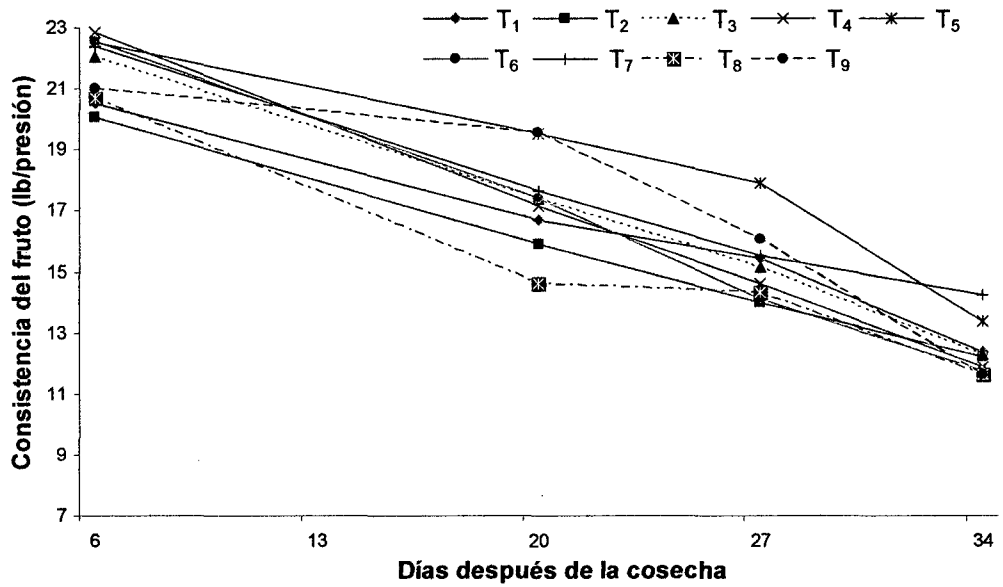


Figura 15. Consistencia del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (libras / presión) en evaluaciones sucesivas según tratamiento para frutos de diámetro menor a 70 mm.

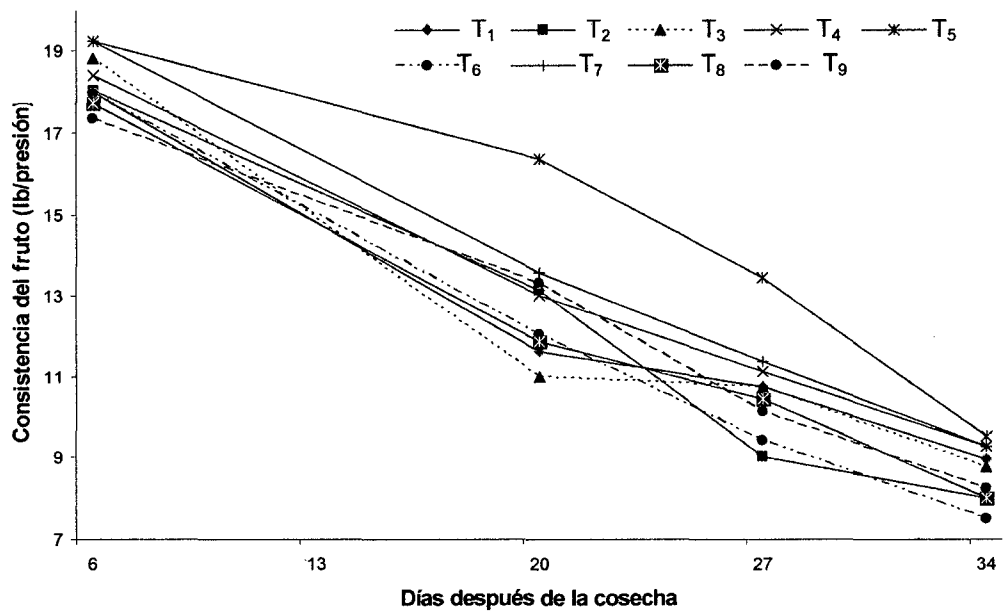


Figura 16. Consistencia del fruto de manzano variedad 'Delicious Viscas' (libras / presión) en evaluaciones sucesivas según tratamiento para frutos de diámetro mayor a 70 mm.

4.3 Componentes biométricos

4.3.1 Contenido de humedad en frutos

En el Cuadro 23, se observa en el análisis de variancia para el contenido de humedad de los frutos evaluados, que no existe diferencia estadística en ninguna fuente de variación.

Cuadro 23. Análisis de variancia del contenido de humedad de los frutos de manzano variedad 'Delicious Viscas' sometidas a la aplicación de giberelina y citoquinina.

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	Fcal	Sig.
Bloques	3	0.0651	0.2545	NS
Tratamiento	8	0.3802	1.4871	NS
Factorial	3	0.1195	0.4674	NS
Giberelinas (A)	1	0.0100	0.0391	NS
Citoquinina (B)	1	0.2756	1.0780	NS
Interacción A x B	2	0.0365	0.1426	NS
Testigo	4	0.6111	2.3900	NS
Factorial vs testigo	1	0.2389	0.9343	NS
Error Experimental	24	0.2557		
Total	35			
C.V. (%)		0.61		

4.4 Análisis económico

El análisis de rentabilidad se determinó por la diferencia del valor total de la producción con el costo total de la producción, obteniéndose una utilidad neta que permitió deducir el índice de rentabilidad entre beneficio / costo en cada tratamiento. El ingreso bruto se obtuvo del rendimiento por el precio de

cada calibre obtenido en la producción de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

En el Cuadro 24 se presenta el análisis de rentabilidad económica, donde el tratamiento T₆ alcanzó un índice de rentabilidad de 3.29, superando al resto de los tratamientos. El tratamiento T₆, es seguido por los tratamientos T₅ (2.94), T₄ (2.76), T₃ (2.64), T₁ (2.35), T₈ (2.28), T₉ (2.09), T₇ (2.08), T₂ (1.89).

Cuadro 24. Análisis económico del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas' en los tratamientos en estudio.

Clave	Interacción	Rendimiento	Ingreso bruto (S./ha)	Costo de producción (S./ha)	Utilidad neta (S./ha)	Rentabilidad directa (%)	Bene- ficio /costo
T ₁	a ₁ b ₁	12416.01	16950.38	7226.00	9724.38	134.57	2.35
T ₂	a ₁ b ₂	11948.42	14130.20	7496.00	6634.20	88.50	1.89
T ₃	a ₂ b ₁	13563.65	19490.51	7406.00	12084.51	163.17	2.63
T ₄	a ₂ b ₂	15086.77	21212.21	7676.00	13536.21	176.34	2.76
T ₅	a ₁	14482.13	21065.90	7172.00	13893.90	193.72	2.94
T ₆	a ₂	16080.63	24183.73	7352.00	16831.73	228.94	3.29
T ₇	b ₁	11302.65	14897.05	7166.00	7731.05	107.89	2.08
T ₈	b ₂	13259.33	16920.37	7436.00	9484.37	127.55	2.28
T ₉	---	10703.42	14799.39	7072.00	7727.39	109.27	2.09

Tipo de cambio: 1 \$USA = 3.48 Nuevos soles

a₁ = 5 ppm de giberelina

b₁ = 3 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

a₂ = 20 ppm de giberelina

b₂ = 12 x 10⁻⁵ ppm de citoquinina

V. DISCUSIÓN

5.1 Componentes de rendimiento

5.1.1 Del rendimiento

En el Cuadro 5, la variación en la significación entre la primera, segunda y cosecha total, que repercute en el cuadro 6, es debido a la influencia de los tratamientos, las manzanas no maduran uniformemente, aun registrándose bajas temperatura en los meses de junio y julio (Cuadro 2) que favorecen la maduración uniforme del manzano.

En el efecto de la combinación hormonal en la Figura 1, sugiere que existe un sinergismo en la combinación de giberelina a 20 ppm y citoquininas a 12×10^{-5} ppm (15 087 kg/ha); lo cual no se observa en el Cuadro 7, donde el tratamiento T₆, giberelina 20 ppm (a₂), obtiene el mayor rendimiento (16 081 kg/ha), esto determina que existe un antagonismo entre estos reguladores de crecimiento.

La giberelina ha obtenido resultados similares, en aumento del rendimiento en manzano en investigaciones realizadas por Letham (1969), Marlangeon (1970), Gil y Crisosto (1983) citado por WEAVER (1996); también Khurshid *et al* (1997) citado por GONZALES *et al* (1999) y MALÁSQUEZ (2000); asimismo obtuvieron resultados similares en otros cultivos como pera, uva, melocotón, fresa, etc.,

Con la citoquinina trabajando Letham (1968) en Australia citado por WEAVER (1996) en la variedad "Cox's Orange Pippen", suprimió la

elongación de los frutos, aunque no modificó significativamente su peso. En otros cultivos causó la disminución total de la producción como el caso de uva con semilla trabajado por WEAVER (1996).

Los frutos de manzano para su crecimiento necesitan de la presencia de la semilla, para la producción de giberelina, la cual es compensada por la aplicación externa de esta, concordando con ROJAS y RAMIREZ (1993).

Se observa que mayor rendimiento obtienen los tratamientos que contienen en sus componentes giberelina tales como T₆ (a₂), T₄ (a₂b₂), T₅ (a₁), T₃ (a₂b₁). Los tratamientos que obtienen menor rendimiento son T₂ (a₁b₁), T₇ (b₁) y T₉ (testigo absoluto), nótese que la citoquinina tiene una acción detrimental con la giberelina en el tratamiento T₂, dejando al testigo absoluto con menor producción (10 703 kg/ha).

Esto se debe a que la giberelina incrementa la hidrólisis del almidón, fructuosa y sacarosa, con lo que se originan las moléculas de fructuosa y sacarosa. Estas hexosas proporcionan energía vía respiración, contribuyendo a la formación de la pared celular y también hacen más negativo el potencial hídrico de la célula, como resultado el agua penetra con mayor rapidez provocando expansión celular (SALISBURY, 1994)

En la Figura 4 se tiene que los tratamientos T₈ (78.03%) y T₇ (75.75%) cuyos componentes son citoquinina a dosis de 12×10^{-5} y 3×10^{-5} ppm respectivamente, tienen concentrada el mayor porcentaje de manzanas maduras en la primera cosecha, no mostró influencia en el proceso de

maduración, encuentran en el mismo rango de porcentaje de cosecha que el testigo absoluto T₉ (74.54%), dejando claro que las citoquininas no intervienen en el retraso de la cosecha, siendo muy atribuidas en el retraso de la senescencia de hojas, más no de frutos. En los tratamientos T₆ y T₅ cuyo componente son las giberelinas a dosis de 20 y 5 ppm respectivamente, donde se observa que el volumen de producción se concentra en la segunda cosecha, debido a que este regulador de crecimiento retrasa la maduración de los frutos, confirmando los trabajos realizados en manzano y otro cultivos por Coggins (1960), Letham (1969), Khurshid (1997) citado por WEAVER (1996).

5.1.2 Amarre de frutos

En el Cuadro 8 la alta significación tanto de la evaluación inicial y final, nos demuestra el claro efecto que ejercen los reguladores de crecimiento en el amarre de frutos. En el Cuadro 9 de los efectos simples el único que no muestra significación es B en a₁ (Citoquininas en giberelinas a 5 ppm). La interacción aumentó en el amarre de frutos al combinar estos reguladores de crecimiento, corroborando lo investigado por Westwood (1978) y Castro (1983) citado por WEAVER (1996).

En los efectos de dosis de aplicación se observa que a mayor dosis mayor amarre; en investigaciones anteriores demuestra que trabajando con manzana variedad "Delicious Viscas" la aplicación de giberelinas a dosis de 10 ppm obtuvo mejor resultado, registrando un descenso en el amare con dosis de 25 ppm. En este trabajo se observa que la dosis de giberelina de 5 ppm tiene poca actividad en el amarre del fruto, que dando el rango entre 10 y

20 ppm. En otros cultivares de manzana trabajos por realizados por Letham, Dennis y Gil citado por WEAVER (1996), indica que los rangos de aplicación de giberelina es mayor hasta 400 ppm. La diferencia se debe al tipo de giberelina que se utiliza, en este trabajo se usó el AG₃ (ácido giberélico) que es de mayor uso comercial en nuestro país, frente otros que utilizan AG₄, AG₇, lanolina, entre otras. En otros cultivos como melocotonero, uvas, el amarre ha dependido también del cultivar, en uva el amarre es superior en cultivares sin semilla, tanto en uva como melocotonero a dosis de 1000 ppm deforman las hojas y frutos del cultivo, obteniendo resultados favorables entre 10 y 100 ppm.

En cuanto a citoquininas no existen trabajos de dosis de citoquininas en manzano, sin embargo Williams y Letham (WEAVER, 1996) concluyeron que las citoquininas son también efectivas en el amarre del fruto en ciertas variedades de manzano; aunque por lo común son menos efectivas que las giberelinas.

En el Cuadro 10 de la prueba de Duncan, tiene mayor porcentaje de amarre el tratamiento T₄ (a₂b₂, 25.58%), seguido del tratamiento T₈ (b₂, 19.62%) y T₆ (a₂, 18.24%), registrando así que el amarre del fruto dependen de la concentración balanceada de giberelina y citoquinina.

Los tratamientos con menor amarre de frutos fueron los tratamientos T₉ (testigo absoluto, 11.87%) y T₁ (a₁b₁, 13.89%).

Esto confirma los trabajos realizados por Dennis y Nitsch (1967), citado por WEAVER (1996), donde se afirma la especificidad de la giberelina para inducir la partenocarpia; el trabajo de Williams y Letham (WEAVER, 1996)

en la variedad 'Red Delicious' en Washington y con la variedad 'Sturmer' en Nueva Zelanda; además en esta última variedad actuó sinérgicamente el AG_{4,7} con la citosina PBA, similarmente en el trabajo de Westrood citado por WEAVER (1996) en las variedades 'Starking' y 'Richard' con el uso de Promalin. Sin embargo Souza (1982) citado por WEAVER (1996) no encontró diferencias trabajando con la variedad 'Fuji'.

El amarre de frutos es causado por que el polen del manzano contiene pequeñas cantidades de giberelina y aun más pequeñas de citoquinina, también en las semillas se encuentran estas dos hormonas, pero la giberelina presente es la AG₄ y AG₇, que en algunos trabajos dieron mejor resultados de amarre, con la AG₃ también se logra el amarre por la transformación de este AG₄.

En la Figura 8 se muestra el amarre inicial y el amarre final, donde se aprecia el porcentaje de aborto que muestran los tratamientos, siendo más notorio en los tratamientos T₄, T₃ que son las combinaciones con citoquinina a dosis de 12×10^{-5} ppm con la giberelina a dosis de 20 y 5 ppm respectivamente. El aborto puede deberse a que el fruto del manzano necesita la presencia de semillas hasta que estos alcancen un tercio de su tamaño normal; sin embargo el tejido receptáculo sintetizará posteriormente, suficientes hormonas para el crecimiento; inicialmente con la aplicación de estos reguladores de crecimiento se logra un amarre, pero la deficiencia de estas hormonas, causa un aborto, esto se pudiera contrarrestar con aplicaciones sucesivas de estas combinaciones.

5.2 Componentes de calidad

5.2.1 Ancho del fruto

En el Cuadro 11, se observa que para el mes de julio (cosecha) que solo existe diferencia significativas entre los tratamientos y diferencias altamente significativas entre los testigos adicionales.

Esto es debido a que los tratamientos no incrementan de manera uniforme la medida del ancho de fruto, como se observa en la figura 9, donde en el mes de junio ocurre un distanciamiento marcado entre las medidas registradas.

En el Cuadro 12, la prueba de Duncan muestra que al tratamiento T_6 (79,54 mm) como superior, no existiendo diferencia significativa con los tratamiento T_4 , T_7 , T_1 , T_3 , T_2 , en donde se encuentran los tratamientos cuyos componentes son las combinaciones hormonales de giberelina y citoquinina, mostrando solo diferencias con los tratamientos T_5 , T_9 , T_8 , que representan a giberelinas a 5 ppm, testigo absoluto, citoquinina a 12×10^{-5} ppm.

De estos datos, nos indica que el T_6 , podría tener los frutos más grandes y T_8 el más pequeño, esta característica la observaremos conjuntamente con el largo, en la relación largo/ancho de fruto y posteriormente en el calibre obtenido.

5.2.2 Largo del fruto

En el Cuadro 13, se observa que en el momento de la cosecha existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos y diferencias significativas para factorial, lo que enlaza al análisis de variancia de efectos simples mostrados en el Cuadro 14.

Aquí se observa la clara influencia de los reguladores de crecimiento en la expresión del largo del fruto, lo cual está estrechamente ligado a la elongación de las células causadas por las giberelinas.

En el Cuadro 15, la prueba de Duncan muestra que al tratamiento T₂ (70.01 mm) como superior, no existiendo diferencia significativa con los tratamientos T₄, T₆, T₅, T₁, T₂, en donde se encuentran los tratamientos cuyos componentes son las combinaciones hormonales de giberelina y citoquinina, mostrando solo diferencias con los tratamientos T₇, T₉, T₈, que representan a citoquinina a 5×10^{-5} ppm, testigo absoluto, citoquinina a 12×10^{-5} ppm, respectivamente.

Esto confirma trabajos realizados por Letham citado por WEAVER (1996), donde obtiene frutos alargados usando giberelinas y la citoquinina suprimió la elongación en la variedad 'Cox's Orange Pippin'.

El largo del fruto esta ligado a la calidad, estrechamente ligado con el ancho (relación largo/ancho)

5.23 Relación largo / ancho

La relación largo / ancho del fruto, al momento de la cosechase observa en el Cuadro 16, donde los tratamientos T₂, T₄ y T₅ obtienen mayor valor son los que en sus componentes tienen la combinación hormonal de giberelina y citoquinina, lo cual se traduce en que la combinación da frutos más alargados, siendo los tratamientos T₇ y T₈ que representan a la citoquinina a dosis de 3×10^{-5} y 12×10^{-5} ppm respectivamente los que tienen menor valor en la relación largo / ancho, por la represión de las citoquininas en la elongación del fruto, lo cual se observará mejor en el calibre del fruto.

5.2.4 Largo de pedúnculo

Al momento de la cosecha se observa (Cuadro 17) que no existe diferencias estadísticas solo para bloques y componente citoquinina (B), y diferencia altamente significativa para el resto de fuentes de variación.

5.2.5 Cantidad de azúcares en el fruto

En el Cuadro 20, en el análisis de variancia del contenido de azúcares del fruto de manzana delicia (Grado brix), se observa que la alta significación es entre los tratamientos, factorial, como consecuencia esto también se ve reflejado en el Cuadro 21, análisis de variancia de los efectos simples, mostrando también alta significancia, lo que se observa en la Figura 11 donde se muestra el sinergismo entre la giberelina y citoquinina en el contenido de azúcares del fruto. En la figura 12, se observa el efecto simple de la dosis de giberelina, siendo la de 20 ppm de 15.67 Grado brix, en la figura 13, se observa el efecto de la dosis de citoquinina, donde a 12×10^{-5} ppm de 14.35

Grado brix.

En el Cuadro 22, la prueba de Tuckey muestra los mayores valores para las combinaciones hormonales, seguidas de giberelinas a 20 ppm. Esto puede ser debido a que la giberelina además de promover la elongación de la célula, también activa la enzima invertasa, que es la responsable de la conversión de sacarosa en azúcares como glucosa y fructuosa (SALISBURY, 1994).

La citoquinina sola a dosis de 12×10^{-5} parece tener también influencia en el control de esta enzima, pues en el tratamiento T_2 (a_1b_2) muestra el valor más bajo (12.89 Grado brix). Sin embargo en otros trabajos como el de Valera trabajando en tomates no encontró diferencias significativas en el contenido de azúcares con la aplicación de citoquininas.

5.3 Análisis de rentabilidad económica

En el Cuadro 24, análisis económico de los tratamientos en estudio, muestra que el rendimiento total, ingreso bruto y rentabilidad; donde se observa que la utilidad neta no está solo ligado a la cantidad de producción obtenida, pues el ingreso bruto depende de los calibres obtenidos, el precio está en función al tamaño de la fruta, donde un calibre determinado tiene un mercado y precio establecido.

El tratamiento T_6 (a_2), obtiene el índice de rentabilidad más alto (3.29) debido a que obtiene también la mayor producción, a la vez obtiene en el calibre mejor distribución de la producción en los calibres más cotizados

(Wong y Metro) como se observa en la Figura 14, por esto su ingreso bruto es más alto, siendo el costo de la aplicación de 100 nuevos soles/hectárea.

El tratamiento T_2 (a_1b_2), obtiene el índice de rentabilidad más bajo (1.89), sin embargo no obtiene la menor producción, pero si obtiene en el calibrado mayor distribución de producción en los calibres menos cotizados (no supermercados) como se observa en la Figura 14, por esto su ingreso bruto es el más bajo, siendo el costo de la aplicación de 424 nuevos soles/hectárea.

El tratamiento T_9 (testigo absoluto), obtiene un índice de rentabilidad de 2.09, obteniendo la menor producción, pero a la vez obtiene en el calibrado mejor distribución de producción que el tratamiento T_2 , como se observa en la Figura 14.

De aquí se desprende la importancia de obtener tamaños uniformes, sobre todo en los calibres más comerciales y de mayor valor. Siendo los frutos grandes (diámetro mayor 85 mm) de menor valor que frutos medianos (diámetros entre 60 - 75 mm) y mucho menor valor los frutos pequeños (diámetros menores de 60 mm).

VI. CONCLUSIONES

1. El tratamiento $T_6 (a_2)$ incremento el rendimiento promedio alcanzando 16 080 Kg/ha, con respecto al T_9 (Testigo absoluto) con 10 703 Kg/ha, y obtuvo el mejor registro para el calibre del fruto.
2. El tratamiento $T_6 (a_2)$ registró el mayor índice económico benéfico/costo (3.29) y una utilidad neta de 16 831 nuevos soles/hectárea, el menor índice de rentabilidad lo obtiene el tratamiento $T_2 (1.89)$, con una utilidad neta de 6 634 nuevos soles/hectárea.
3. El tratamiento $T_4 (a_2b_2)$ obtuvo el mayor porcentaje de amarre de frutos (25.58%) y el menor porcentaje de amarre se registró en el tratamiento T_9 (11.67%)
4. El tratamiento $T_6 (a_2)$ registró el mayor ancho de fruto (79.54 mm) y el tratamiento $T_2 (a_1b_2)$ registró el mayor largo de fruto (70.01 mm) y el tratamiento $T_6 (a_2)$ registró el mayor largo de pedúnculo de fruto (41.13 mm)
5. El tratamiento $T_4 (a_2b_2)$ registró el mayor contenido de azúcares en el fruto (16.28 Grado brix), seguido por T_1 (15.70 Grado. brix) y T_6 (15.24 Grado. brix)
6. Los tratamientos $T_5 (a_1)$ y $T_7 (b_1)$ registraron mayor tiempo de duración de la fruta en el almacenamiento a temperatura ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar el producto comercial Activol (giberelinas) a dosis de 20 ppm, por haber obtenido el mayor rendimiento, mejor calidad en el calibre de fruta y mejor índice de rentabilidad económica.
2. Realizar trabajos de investigación en el cultivo del manzano con giberelinas probando dosis entre 10 ppm, 15 ppm y 20 ppm para su optimización técnica – económica.
3. Realizar trabajos de investigación con estos reguladores de crecimiento con aplicaciones sucesivas cada 7 días después de la floración.

VIII. RESUMEN

El presente experimento se realizó en el fundo Santa Melchorita, ubicado en el departamento de Lima, provincia de Cañete, distrito de Calango, localidad de Huancaní, con una duración de 8 meses (enero – agosto). Se realizó con el fin de evaluar el efecto hormonal en el incremento de la producción y calidad de fruta en el cultivo del manzano (*Malus domestica* Bork) variedad 'Delicius Viscas'. El terreno experimental estuvo constituido por un área de 7 875 m², distribuido en bloques de 1 968.75 m². El suelo fue de textura franco, con bajo contenido de nitrógeno (0.06%), fósforo (12 ppm) y potasio (220 kg K₂O/ha), pH neutro (7.0). Los tratamientos estuvieron conformados por las combinaciones de giberelinas y citoquininas, con dosis de giberelina de 5 ppm y 20 ppm y dosis de citoquinina de 3 x 10⁻⁵ ppm y 12 x 10⁻⁵ ppm., más 5 testigos adicionales correspondientes a giberelinas a 5 ppm y 20 ppm, citoquinina a 3 x 10⁻⁵ ppm y 12 x 10⁻⁵ ppm y un testigo absoluto, utilizándose un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 más 5 testigos adicionales y cuatro repeticiones. Se evaluó rendimiento total, amarre de frutos, ancho y largo de fruto, largo de pedúnculo del fruto, cantidad de azúcares en frutos, consistencia, calibre de frutos y rentabilidad económica. Se registra para el tratamiento T₆ (a₂) el mayor rendimiento (16080 kg/ha), para el tratamiento T₄ (a₂b₂) el mayor amarre de frutos (25.58 %), para el tratamiento T₆ la mejor calidad en cuanto a calibre se refiere y para el T₄ (16.28) el más alto contenido de azúcares en el fruto. El tratamiento T₆ obtiene la mayor rentabilidad económica con un índice de rentabilidad de 3.29, con una utilidad neta de 16 831 soles por hectárea, seguido del tratamiento T₅ (a₁) con un índice de

rentabilidad de 2.94, con una utilidad neta de 13 894 soles por hectárea. Los tratamientos que obtuvieron los índices de rentabilidad más bajos fueron T₂ (a1b2 – 1.89), T₇ (b1 – 2.08), T₉ (testigo absoluto – 2.09). La rentabilidad esta dada en función a la producción total y calidad de fruta, esta última se cotiza según el calibre de fruta.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AZNAR, Y.; BLANCO A. y VAL, J. 2001. Evaluación de parámetros para determinar el desarrollo final del fruto en manzano. España. [En línea]: <http://larural.es/congresocchh/trabajos/ob73.htm>. Visitado: 02/12/2001.
2. BAYER. 2001. Ácido giberélico AG₃. Edición Bayer - Cultivos. Perú. [En línea]: <http://bayer.cl/pcultivos.htm#reguladores>. Visitado: 24/09/01.
3. BEACH, K. 2001. Cytokinins, ethylene, abscisic acid. Universidad Técnica. [En línea]: <http://utweb.utampa.edu/faculty/kbeach/home.html> Visitado: 07/07/01
4. BIDWELL, R. G. S. 1993. Fisiología Vegetal. 3ra. edición en español. A.G.T. Editor. México. 814 p.
5. CARSWELL, F.; DAY J. y GOULD K. Cytokinins and the regulation of plant form in three species of Sophora. New Zealand Journal of Botany. New Zealand. [En línea]: <http://www.rsnz.gout.nz/Carswell/Cytokinins.htm>
6. CORDOVA, P. F. 1985. Efecto de reguladores del crecimiento en la coloración temprana de frutos de manzanos cvs "Delicious viscás" y "Sipa 6". Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
7. CROKER, 2001. Plant Hormones. University of Bristol. Long Ashton, England. <http://www.plant-ormones.bbsrc.ac.uk/educatio.html> Visitado: 24/06/01

8. FARMEX. 2001. Agroquímicos - Triggrr. Farmex-Richard O. Custer. Perú. [En línea]: <http://www.farmex.com.pe/agroquimicos/productos/triggrr.htm>. Visitado: 24/09/01.
9. FIGUEROA, Z. R. 1989. Cultivo del manzano en el Perú. 1ra edición. Concytec. Perú. 197p.
10. FLORES, S. F. 1969. Estudio del efecto de cuatro reguladores de crecimiento en la fructificación del duraznero; variedades 'Okinawa', 'Rochón', 'Bonita'. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 89p.
11. GIL, M. F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1147 p.
12. GONZALEZ, A. M.; RAISMAN, J. S. y AGUIRRE, M. 1999. Hormonas vegetales. Argentina. [En línea]: <http://fai.unne.edu.ar/biologia/planta/auxinas.htm#cytokinins>. Visitado: 30/10/01.
13. INFOAGRO. 2001. El cultivo de la manzana. Copyright Infoagro. España. [En línea]: http://www.infoagro.com/Agroalimentacion_Cultivomanzano.htm Visitado: 24/05/01.
14. KHURSHID, T.; McNEIL, D. y TROUGHT. 1997a. Effect of foliar-applied gibberellins and soil-applied paclobutrazol on reproductive and vegetative growth of "Braeburn" apple trees growing under a high-density planting system. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 25. New Zealand. Pp.49-58. [En línea]: <http://www.rsnz.gout.nz/Kurshid/Effect1.htm> Visitado: 24/06/01
15. KHURSHID T, McNEIL D, TROUGHT. 1997b. Effect of foliar-applied

- gibberellins and soil-applied paclobutrazol on fruit quality at harvest and during storage of "Braeburn" apple trees growing under a high-density planting system. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 25. New Zealand. Pp. 59-65 [En línea]: <http://www.rsanz.gout.nz/Kurshid/Effect2.htm> Visitado: 24/06/01.
16. MAAS KEN. 2001a. Gibberellins. Northern Illinois University. EE.UU. [En línea]: <http://www.plant-hormones.bbsrc.ac.uk/education/keng.htm#gibbrellins> Visitado: 07/07/01.
17. MAAS KEN. 2001b. Cytokinins. Northern Illinois University. EE.UU. [En línea]: <http://www.plant-hormones.bbsrc.ac.uk/education/keng.htm#cytokinins> Visitado: 07/07/01.
18. MALÁSQUEZ, P. R. 2000. Evaluación del efecto hormonal en el incremento de la producción y calidad de fruta en el cultivo del manzano. Informe de prácticas pre-profesionales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, Perú. 104 p.
19. PROYECTO AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD FRUTICOLA. 2000. El cultivo del manzano. Ministerio de Agricultura, INIA, CONAFRUT, OIA. Boletín técnico N° 26. Lima, Perú. 44 p.
20. REGINATO M.; SÁNCHEZ G. y CASTILLO T. Timing of naphthalene acetic acid application as related with "pigmy" fruit incidence in apple trees cv. Fuji. Universidad de Chile. Investigación agrícola Vol. 18. Chile. [En línea]: http://www.uchile.cl/facultades/cs_agronomicas/publicaciones/agricolas/vol18/18p8.html Visitado: 21/06/01.

21. RODRÍGUEZ, F. y RUESTA L. 1996. El cultivo del manzano en el Perú. INIA. Lima, Perú. 165 p.
22. ROJAS, G. M. y RAMÍREZ H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Limusa. 2da. edición. España. 263 p.
23. SALISBURY, F. B. 1994. Fisiología Vegetal. Iberoamericana. México. 759 p.
24. SAUPE, S. G. Plant hormones - cytokinins. College of St. Benedict/St. John's University. [En línea]: <http://www.employees.csbsju.edu/ssaupe/index.html> Visitado: 03/04/01
25. SCHUMÜLLING, T.; SCHÄFER, S. y ROMANOV G. 2001. Cytokinins as regulators of gene expresión. ZMBP Allgemeine Genetik. Universität Tübingen. [En línea]: <http://www.uni-tuebingen.de/genetics/schmscha.htm> Visitado: 07/07/01
26. SCHUMÜLLING T., Rupp, Frank M., SCHÄFER S. 2001. Recent advances in cytokinin research: Receptor candidates, primary response genes, mutants and transgenic plants. ZMBP Allgemeine Genetik. [En línea]: <http://www.uni-tuebingen.de/genetics/schmscha.htm> Visitado: 02/12/01
27. SOTO, P. J. 1999. Mejoramiento de calidad en manzano "Red Delicious" en precosecha mediante el uso de reguladores de crecimiento. Universidad Autónoma de Chihuahua. Tesis de maestría. [En línea]: <http://www.uach.mx/investigacion/catagro/nutriveg.htm#1> Visitado: 15/09/00
28. TONNELLI C. 2000. Response of chlorophyll mutants to cytokinins. Maize Genetics Cooperation Newsletter. [En línea]: <http://www.>

agron.missouri.edu/index.html Visitado: 07/07/01

29. VALERA, B. 2000. Efecto de diferentes combinaciones de fitorreguladores y fertilizantes foliares en el rendimiento y calidad de tres cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para industria. Tesis Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
30. WEAVER, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas. Octava reimpresión. México. 623 p.
31. WRIGHT, L. 1993. Gibberellins - plant growth hormones. Practical Hydroponics & Greenhouses Magazine. [En línea]: http://www.hydroponics.net.au/back_issues/issue11.html Visitado: 24/09/01

X. ANEXO

Cuadro 25. Clasificación de calibres de fruto de manzano según mercado actual.

Tamaño	Diámetro (mm)
Grande	85 ó mayor
Wong	Entre 70 y 85
Metro	Entre 60 y 75
Chica	60 ó menor

Cuadro 26. Clasificación de calibres según norma técnica peruana de INDECOPI.

Tamaño	Diámetro (mm)
A	95 ó mayor
B	Entre 80 y 95
C	Entre 65 y 80
D	65 ó menor

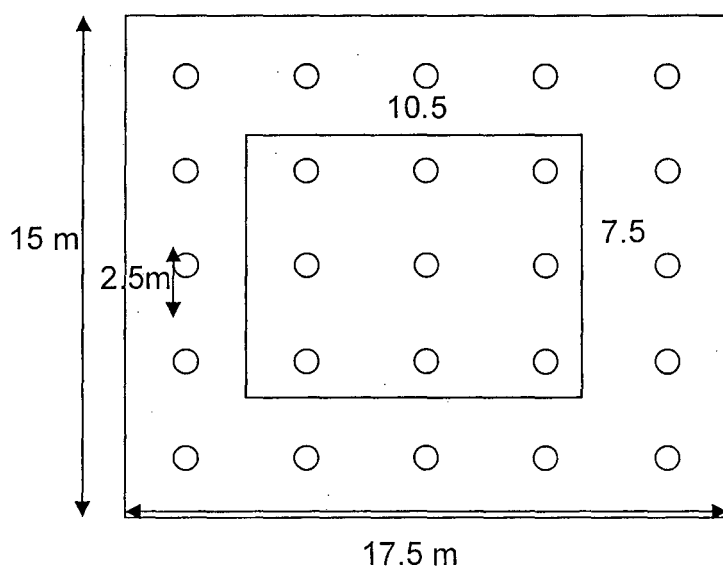


Figura 17. Croquis de la unidad experimental (parcela).

Cuadro 27. Porcentaje de amarre de frutos del cultivo de manzano variedad 'Delicious Viscas'.

Bloque	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
I	11,18	15,64	19,22	14,95	13,52	14,54	17,66	16,45	24,87
II	10,44	14,88	18,30	15,46	16,44	14,96	17,98	18,98	22,47
III	12,40	16,42	22,29	16,87	12,74	15,44	19,85	14,66	26,86
IV	12,64	17,88	18,66	17,12	12,87	16,85	17,45	17,68	28,12
Promedio	11,67	16,21	19,62	16,10	13,89	15,45	18,24	16,94	25,58

Cuadro 28. Fenología del manzano variedad 'Delicious Viscas' en condiciones tradicionales de la costa central y en condiciones del experimento.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Fenología del manzano en condiciones de costa central (tradicional)											
Desarrollo de fruto		Maduración		Reposo vegetativo			Brotación		Amarre	Desarrollo de fruto	
		Cosecha									
Fenología del manzano en condiciones del experimento.											
Brotación		Amarre	Desarrollo de fruto		Maduración		Reposo vegetativo				
							Cosecha				

T ₃	T ₉	T ₄	T ₅
T ₂	T ₈	T ₃	T ₂
T ₉	T ₅	T ₇	T ₁
T ₇	T ₁	T ₅	T ₇
T ₁	T ₄	T ₂	T ₄
T ₄	T ₆	T ₈	T ₉
T ₈	T ₃	T ₁	T ₆
T ₆	T ₂	T ₆	T ₈
T ₅	T ₇	T ₉	T ₃
Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV

Figura 18. Croquis de ubicación de los tratamientos en el campo experimental.