

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS
QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL
MANZANO (*Malus doméstica Bork*) cv. *Gala***

Saara Arminda Páez Panca

La Paz, Bolivia
2005

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica

**“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN
INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO (Malus
Doméstica Bork) cv. Gala”**

**Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar el Título de Licenciada
en Ingeniería Agronómica**

Saara Arminda Páez Panca

Tutor:

Ing. Agr. M.Sc. Vicente Gutiérrez Rico

Asesor:

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Comité Revisor:

Dr. Abul kalam Kurban

Ing. Agr. Rene Calatayud Valdez

Ing. Agr. Hugo Bosque

Decano:

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera



Dedicatoria:

A las divinidades por el regalo de estar viva y ser capaz de aprender.

A mis padres Benny y Nelyta, por su amor y sacrificio eternos.

A mis hermanos Raquel, Fátima, Zoraida, Osvaldo, Juan, Alvaro, Dante, que son el ejemplo que sigo, mi inspiración y mis amigos entrañables.

AGRADECIMIENTOS

Al Co autor de este trabajo Ing. Agr. M.Sc. Vicente Gutiérrez Rico, por aceptar que comparta sus conocimientos plasmados en este trabajo, por su trabajo incansable en el fortalecimiento y desarrollo de la producción frutícola a nivel local y nacional, por su cooperación, seguimiento y todo su empeño para la conclusión del presente trabajo de investigación.

A la Fundación para el Desarrollo Frutícola de Vallegrande y todo su personal por la comprensión y apoyo.

A mi Asesor Ing. Agr. M.Sc. Jorge Pascuali C. por su consejo, comprensión y motivación para la conclusión del presente trabajo.

A mis revisores Dr. Abul kalam Kurban, Ing. Agr. Rene Calatayud Valdez, Ing. Agr. Hugo Bosque por enriquecer este trabajo con sus conocimientos y experiencia.

A todos los docentes y administrativos de la Facultad de Agronomía, por su comprensión, amistad y estímulo para acabar mis estudio .

A mis amigos y compañeros de la facultad de Agronomía, donde pase hermosos años de mi vida.

A mi querida familia, por su amor y compañía que me inspiran para emprender los desafíos de la vida, con entusiasmo y responsabilidad.



1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La Manzana es una de las frutas más consumidas en el mundo y forma parte de la dieta alimenticia de la población, siendo una de las especies de fruta dulce de mayor difusión a escala mundial, debido fundamentalmente a su facilidad de adaptación a diferentes climas y suelos, su valor alimenticio y terapéutico, la calidad y diversidad de productos que se obtienen en la industria transformadora.

Por proceder de climas muy fríos resiste a las más bajas temperaturas, lo que ha permitido cultivarla a gran escala en todos los países de clima relativamente fríos, y en particular en todos los de Europa.

El consumo es mayor en los países desarrollados, siendo los de Europa aquellos con valores más elevados por habitante. El consumo de fruta en los países en desarrollo es menor que los países desarrollados.

En Bolivia, el consumo per cápita es de 1,89 kg/persona/año, bajo comparado con España (10,6) o Argentina (6,4).

La superficie estimada de Manzano en el mundo es de 3200000 hectáreas, siendo China el país con mayor cantidad aunque sus niveles productivos son deficientes y Nueva Zelanda con mayores rendimientos por unidad de superficie.

En Latinoamérica, los países más importantes en producción de Manzano son Argentina, Chile y Brasil, con cerca de 100000 hectáreas. Chile dedica su producción a la exportación, Argentina en menor porcentaje y Brasil principalmente para mercado interno.

En Bolivia, la producción de Manzano está en proceso de expansión, a pesar de que su introducción data del siglo XVI cuando los españoles la trajeron al nuevo mundo.



En total existen 450 hectáreas distribuidas en los valles entre 2000 y 3400 m.s.n.m. en los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Potosí, Tarija y Chuquisaca.

El rendimiento promedio es de 5,85 ton/ha, considerado bajo en comparación con Chile (24 Ton/ha) Argentina (20 ton/ha) o Nueva Zelanda (38 ton/ha). Los bajos rendimientos se deben al bajo nivel tecnológico y a las limitaciones de infraestructura productiva como el riego.

La fruta de origen nacional se ofrece al mercado en febrero y marzo, con volúmenes reducidos y pobre calidad. Los bajos rendimientos y la poca superficie cultivada en Bolivia explica el hecho de que más del 95 % de la Manzana que se consume es de importación.

Los principales países proveedores son Chile y Argentina, con un volumen superior a las 16000 Toneladas anuales, con la consecuente pérdida de divisas.

Geográficamente Bolivia no está dentro de las zonas tradicionalmente productoras de fruta de clima templado, este factor, ha limitado la expansión del cultivo de frutales con mayor exigencia de frío en invierno como es el manzano.

Esta especie, en general requiere de acumulación de frío en invierno, lo que usualmente no sucede en la mayoría de los valles de Bolivia, ya que se encuentra entre los 17 y 19 grados de latitud sur, área cercana a la línea del Ecuador comparada a las zonas frutícolas que están situadas entre los 30 y 42 grados de latitud.

El frío se trata de compensar cultivando esta fruta a mayor altura sobre el nivel del mar, entre los 2000 y 3400 metros, sin embargo, la tecnología no ha sido aplicada o desarrollada adecuadamente. Con reducido frío acumulado el manzano, tiene una pobre brotación y escalonada floración, por un período amplio, fuerte dominancia apical y poca formación de yemas florales, lo cual reduce los rendimientos.



Buscando algunas alternativas para el cultivo de Manzano, se han evaluado variedades con menor requerimiento de frío como Anna, Eva y Orleáns, pero su calidad organoléptica no ha satisfecho al consumidor y no es suficiente para competir con variedades de alta aceptación como Gala, Royal Gala y Fuji, de requerimientos medios de frío.

1.2. Justificación

Uno de los problemas que han limitado los rendimientos del cultivo de la manzana es la limitada, larga y desuniforme brotación después del receso invernal (muchas yemas florales y vegetativas no se abren hasta en dos años).

Como resultado, de este problema el número de flores abiertas y cuajadas es menor y existe un reducido número de yemas florales formadas para la próxima temporada.

Por otro lado, hay fuerte dominancia apical en las ramas, lo cual dificulta la formación y poda de la planta. Al parecer, un factor causal de esta situación es el poco frío que acumula la planta durante el invierno, especialmente en los valles.

Los frutales de hoja caduca acumulan frío en invierno a temperaturas menores de 7 grados centígrados, lo cual es indispensable para la brotación y floración en primavera.

Sin embargo, en nuestro medio, el frío acumulado no es suficiente para completar su requerimiento debido a los inviernos suaves y las elevadas temperaturas en el día.

La brotación y floración uniforme de la mayoría de las yemas es un factor determinante para mejorar los rendimientos y calidad de la fruta en Manzano.

La brotación de yemas vegetativas facilita la formación del árbol, ya que disminuye la dominancia apical y permite seleccionar las ramas estructurales.

También incrementa el número de dardos y brindillas florales formados, la apertura de las flores para la cuaja y desarrollo del fruto.



Siendo la brotación importante para la producción, se justifica la investigación de técnicas que ayuden a resolver el problema, lo cual haría del manzano un cultivo rentable y atractivo.

Son pocos los trabajos de investigación que se han realizado en Bolivia para mejorar la brotación de variedades de manzano con requerimiento medio de horas frío.

Se han realizado varios ensayos con aplicación de Cianamida Hidrogenada (Dormex), pero los resultados han sido variables o no han sido cuantificados y sistematizados.

En Brasil, la aplicación en invierno de Dormex es una técnica necesaria para mejorar la brotación en variedades de Manzano como Gala y Fuji.

En Chile, también se aplica Dormex en invierno para adelantar y uniformar brotación en variedades comerciales de uva de mesa, frutales de carozo y pepita en el norte donde hay poca acumulación de frío.

En Colombia, para suplir los requerimientos de frío del manzano en zonas tropicales y mejorar su brotación se aplican diferentes compuestos químicos como el DORMEX (CNH) y el Nitrato de Potasio, entre otros, la Cv. Anna esta más ampliamente difundida. Experimentos realizados en el Municipio de Villamaría, Caldas, ubicada a 5°01”N y 75°28” W a una altitud de 2130 m.s.n.m, pueden llevarse con éxito si se promueve la iniciación de un nuevo ciclo de crecimiento después de que haya ocurrido la diferenciación floral, pero antes que se desarrolle una condición de endodormancia.

En algunas zonas frutícolas de Bolivia, como los valles mesotérmicos de Santa Cruz, se aplica Dormex para mejorar la brotación, aunque, no existen resultados confiables de la época y la dosis de aplicación del producto.

A través del presente trabajo de investigación, se pretende evaluar dos compuestos químicos como la Cianamida hidrogenada (DORMEX) y el Nitrato de Potasio en árboles de manzano variedad Gala en Vallegrande, con la finalidad de homogenizar la brotación y floración, disminuir la dominancia apical, incrementar la formación de yemas florales y por lo tanto el rendimiento y la calidad de la fruta.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Estudiar el efecto de la Cianamida Hidrogenada y Nitrato de Potasio sobre la brotación y floración del manzano, cultivar Gala en Vallegrande.

2.2. Objetivos específicos

- Estudiar el efecto de tres dosis de Dormex y dos dosis de Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación sobre la floración y brotación de manzano Gala.
- Estudiar el efecto de los tres productos químicos sobre la formación y desarrollo de yemas florales (dardos y brindillas) en manzano Gala.
- Estimar el efecto del Dormex y Nitrato de Potasio sobre el rendimiento del manzano, cultivar Gala en Vallegrande.

2.3. Hipótesis

Ho: No hay efecto del Dormex y Nitrato de potasio, aplicados en invierno sobre la brotación, floración y rendimiento en manzano cultivar Gala, en Vallegrande.

Ha: El Dormex y Nitrato de Potasio afectan la apertura floral, apertura de yemas vegetativas y el rendimiento en manzano cultivar Gala, en Vallegrande.



3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El Cultivo del Manzano

Los frutales caducifolios, como el manzano, son originarios de zonas templadas, caracterizadas por muy bajas temperaturas en el invierno y altas temperaturas en el verano, produciendo una respuesta fisiológica en la planta que finalmente se manifiesta en la cantidad y calidad de frutos.

En las zonas subtropicales, los períodos estacionales no son tan diferenciados y las condiciones climáticas varían de acuerdo a ecotipos que pueden ser influenciados por las vertientes, la altitud, la nubosidad, etc.

Para las condiciones cerca al Ecuador, la altitud tiene una alta relación con la temperatura, y dada la fisiología del árbol de manzano, la acumulación de horas frío y las condiciones externas favorables son requisito para la brotación.

Los requerimientos de horas frío son propias de cada especie y variedad en particular, existiendo variedades de alto requerimiento de frío y otras de poca exigencia, que se comportan bien y brotan normalmente (Calderón, 1987).

3.1.1. Historia y origen del Manzano

El manzano es tan viejo como la humanidad. En tiempos pretéritos los hombres comían las frutas silvestres que estaban a su alcance y está comprobada, por restos arqueológicos, la presencia de esta fruta en la prehistoria.

La manzana aparece como protagonista de muchos eventos universalmente conocidos. Con una manzana la serpiente tentó a Eva y por ella hizo descubrir a Adán el bien y el mal. Una manzana que Paris regaló a Venus por su belleza sembró la discordia entre las diosas del Olimpo y desencadenó la guerra de Troya. Isaac Newton enunció las leyes de la gravedad inspirándose en la caída de una manzana.

Las manzanas, provenientes de la zona del Mar Caspio y el Mar Negro, al Noroeste de la India, fueron llevadas a Grecia donde alcanzaron mayor desarrollo.



Fue en Grecia que un ingeniero romano llamado Apius quedó fascinado por una variedad roja y dulce que llamó “Api”, la introdujo en Roma donde recibió el nombre “Pomum”, que significa “Fruta” en latín, y más tarde, los botánicos definieron así la familia de las pomáceas, que incluye a las manzanas.

Según V.V. Ponomarenko es *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem., una especie de manzano silvestre que crece de forma natural en las regiones montañosas de Asia media, podría ser esta especie de la que se habrían originado, hace 15.000-20.000 años, las primeras razas cultivadas de manzano.

3.1.2. Características botánicas del Manzano

El nombre científico de la planta de manzana es *Malus x doméstica Borkh*. Es una planta fuerte y con una masa foliar abundante. Sus flores son rosado pálido y perfumadas, muy visitadas por las abejas, que facilitan la polinización cruzada que necesitan la mayoría de las variedades para producir más fruta. El manzano tiene hojas dentadas y pubescentes, es de hoja caduca ya que las mismas se le caen en el otoño para entrar en reposo invernal, para luego volver a brotar en la primavera.

El color de las manzanas varía entre las diferentes tonalidades del rojo y además existen manzanas verdes, amarillas y las hay hasta de tonos marrones. (Gómez, 2002).

3.1.3. Taxonomía del Manzano

Según Gómez, 2002 el manzano tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- Familia: *Rosaceae*.
- Especie: *Pyrus malus* L.
- Nombre Científico: *Malus Doméstica Bork*.
- Cultivar Gala.



3.1.4. Morfología del Manzano

Gómez, 2002, Disegna *et.al* 2003, realizan la descripción morfológica del manzano de la siguiente manera:

- Sistema radicular: Raíz superficial, más bien rastrera, menos ramificada que en peral.

- Tronco: Derecho, bien erecto, normalmente alcanza de 2 a 2,5 m. de altura, depende del tipo de manejo que se le quiere dar, actualmente se usan menores alturas. Su corteza esta cubierta de lenticelas, es lisa, adherida, de color ceniciento verdoso sobre los ramos, escamosa y gris parda sobre las partes viejas del árbol.

Las ramas se insertan en ángulo abierto sobre el tallo, de color verde oscuro, a veces tendiendo a negruzco o violáceo. Los brotes jóvenes terminan con frecuencia en una espina.

La madera del árbol tiene un color pardo, es pesado duro, compacto y susceptible de pulimento; los anillos leñosos de las ramas y del tronco son de color azul oscuro y se hacen compactos muy pronto.

-Copa: La planta posee una copa globosa y dependiendo del porta injerto puede llegar a crecer de 10 a 15 metros de altura.

-Ramas: Las ramas se insertan en ángulo abierto del tallo, aunque en ciertos climas éste ángulo es agudo, son de color verde oscuro o cenizo, con portainjertos mejorados poseen yemas aplicadas y tomentosas, mientras que sobre portainjertos silvestres son glabras.

-Hojas: ovales, pubescentes, cortamente acuminadas, aserradas, con dientes obtusos, blandas, con el haz verde claro y tomentosas, de doble longitud que el pecíolo, con 4-8 nervios alternados y bien desarrollados están conectadas a las ramas por un tallito que se llama pecíolo.



Las hojas exteriores de la yema terminal son escamas duras, que protegen la yema mientras brota.

Flores: La flor esta conectada a la rama por el pedúnculo, después del pedúnculo esta el cáliz o receptáculo, al que están conectados los cinco sépalos, unas láminas u hojitas verdes en la base de las flores que son grandes, casi sentadas o cortamente pedunculadas, que se abren unos días antes que las hojas. La corola conecta el cáliz con los pétalos. Adentro de los pétalos se encuentran la parte masculina de la flor, los cinco estambres; formados por un filamento que sostiene la antera, que produce polen.

La inflorescencia del manzano es un corimbo formado por 8 a 11 flores. Cada botón floral tiene en su base dos yemas de madera.

Como ya se ha indicado los botones florales pueden ocupar una posición terminal, la parte femenina de la flor es el pistilo con el ovario en el receptáculo donde crece el fruto y la semilla; el estilo es un tubo que conecta el estigma con el ovario con cinco alvéolos, alberga dos óvulos en cada uno de ellos; el estigma el receptor arriba del ovario donde se aplica el polen y se fertiliza la flor. Cuando la flor esta fecundada la fruta empieza a desarrollar, se caen los pétalos, el estilo y el estigma. Los cinco sépalos se secan y normalmente se encuentran formando la colilla o punta terminal de la fruta.

-Floración: tiene lugar en primavera.

-Fruto: El fruto del manzano es de tipo pomo globoso con cinco alvéolos, el endocarpio es cartilaginoso y en cada alveolo están las semillas o pepitas, con pedúnculo corto y numerosas semillas de color pardo brillante. El pedúnculo del fruto es de longitud variable, adherente y a menudo esta inserto en una depresión.



3.1.5. Anatomía de las ramas del Manzano

(Gómez, 2002) clasifica de la siguiente manera a los tipos de ramas;

a) Formaciones vegetativas:

- 1) Ramo de madera (0.5-1m). Son las ramas que salen del tronco y forman un andamio para apoyar el resto del árbol.
- 2) Chupón. Los chupones son ramas largas, normalmente van hacia arriba, con yemas vegetativas, estas son eliminadas, tienen un crecimiento muy rápido y robusto.

b) Formaciones fructíferas:

- 3) Ramas Mixtas. Poseen yemas florales principalmente y yemas vegetativas.
- 4) Dardo. (0.05m). Los dardos salen de las ramas mixtas y son muy cortos.
- 5) Brindilla coronada. Rama corta con yemas florales axilares y en la punta.
- 6) Lamburda (0.05-0.1m). Las lamburdas se desarrollan de los dardos, son más largas y tienen muchas yemas florales.
- 7) Dardo coronado. Son ramas muy cortas que tienen en la terminación yemas florales.
- 8) Bolsas. Sobre esta estructura se encuentran dardos que dan lugar a muchos frutos.

c) Tipos de yemas:

En las ramas de los manzanos se pueden apreciar 2 tipos de yemas:

- 1) vegetativas: dar lugar a brotes vegetativos
- 2) fructíferas: dar lugar a flores y posteriormente a frutos



d) Crecimiento de las yemas.

El primer proceso por el que pasan las yemas es el DESBORRE, que es una apertura de escamas, que dará lugar al resurgir de la yema.

Después de este desborre surge el primer TALLO, que resultara de consistencia herbácea. Posteriormente este tallo sufrirá una lignificación dando lugar al BROTE, que contendrá hojas, flores, y también algunas veces otros brotes axilares. Este brote pasara a RAMO, que lo como se denomina al brote de primer año, y ya al siguiente año pasara a RAMA.

3.1.6. Bromatología del Manzano

(Disegna *et. al*, 2003) describen a la manzana, como un fruto considerado por muchas civilizaciones un símbolo de vida e inmortalidad por las buenas características que tiene como alimento.

La manzana es rica en fibra soluble, la que ayuda al cuerpo a eliminar el colesterol y a protegerse contra los efectos de la polución ambiental. Estudios en Francia, Italia e Irlanda han demostrado que dos manzanas al día pueden reducir hasta un 10% el nivel de colesterol, al mismo tiempo que la pectina ayuda a nuestro cuerpo a eliminar metales nocivos tales como el plomo y el mercurio. Además, un auténtico tónico para el corazón y la circulación.

Las manzanas contienen asimismo ácido málico y tartárico, que son especialmente eficaces como ayuda en la digestión de alimentos ricos en grasas. La vitamina C que se encuentra en la manzana ayuda a reforzar el sistema inmunológico.

Tradicionalmente, las manzanas han sido utilizadas para combatir problemas del sistema gastrointestinal y los naturistas suelen recomendar manzana rallada, que debe dejarse al aire libre hasta que se ponga de color marrón, mezclada con un poco de miel o yogur, como uno de los remedios más efectivos contra la diarrea. Curiosamente, esta fruta es asimismo un arma no despreciable contra el estreñimiento, debido a sus contenidos de fibra soluble.



El simple olor a manzanas tiene un efecto relajante y ayuda a bajar la tensión. El azúcar de las manzanas es mayormente fructosa, un azúcar simple que se descompone lentamente en el cuerpo y ayuda a mantener un nivel equilibrado de azúcar en sangre.

La manzana es ideal para problemas de artritis, reumatismo, gota, diarrea, gastroenteritis y colitis. Contiene alrededor del 12 a 17% de azúcares, además de minerales como el anhídrido fosfórico y la potasa. Las cualidades desde el punto de vista dietético son ampliamente reconocidas, tanto por profesionales de la nutrición como a nivel popular. El contenido de vitamina C es variable según el tipo de variedad y las condiciones de almacenamiento (Cuadro 1).

Cuadro1: Valor Nutricional de la manzana en 100 g de sustancia comestible.

Valor nutricional de la manzana en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	84
Proteínas (g)	0.3
Lípidos (g)	0.6
Carbohidratos (g)	15
Calorías (kcal)	58
Vitamina A (U.I.)	90
Vitamina B1 (mg)	0.04
Vitamina B2 (mg)	0.02
Vitamina B6 (mg)	0.03
Ácido nicotínico (mg)	0.1
Ácido pantoténico (mg)	0.1
Vitamina C (mg)	5
Ácido málico (mg)	270-1020
Ácido cítrico (mg)	0-30
Ácido oxálico (mg)	1.5
Sodio (mg)	1
Potasio (mg)	116
Calcio (mg)	7
Magnesio (mg)	5
Manganeso (mg)	0.07
Hierro (mg)	0.3
Cobre (mg)	0.08
Fósforo (mg)	10
Azufre (mg)	5
Cloro (mg)	4

FUENTE: FAO 2000



3.2. Importancia económica y distribución geográfica del Manzano

El manzano por proceder de climas muy fríos resiste las más bajas temperaturas, lo que ha permitido cultivarlo a gran escala en todos los países de clima relativamente fríos, y en particular en todos los de Europa (Cuadro 2).

Cuadro 2: Producción de Manzanas a nivel mundial.

Países	Producción manzanas año 2001 (toneladas)
China	21.559.000
Estados Unidos	4.336.520
Alemania	2.500.000
Italia	2.255.001
Polonia	2.223.546
Francia	2.032.000
Rep. Islámica de Irán	1.900.000
Federación de Rusia	1.800.000
India	1.500.000
Chile	1.075.000
España	962.000
Japón	894.800
Brasil	705.515
Hungría	700.000
Rep. Pop. Dem. Corea	650.000
Canadá	532.222
Bélgica-Luxemburgo	500.000
Países Bajos	500.000
Austria	490.363
Nueva Zelanda	485.000
Rumania	470.000
México	457.889
República de Corea	403.583
Pakistán	393.000
Portugal	316.000
Australia	310.000
República de Azerbaiyán	291.000
Siría, República Árabe	262.963
Grecia	260.000
Marruecos	227.800
Reino Unido	203.700

Fuente: F.A.O., 2000



3.3. Variedades de Manzano

Al ser éste el cultivo frutal más plantado, se ha producido un alza en la oferta de frutas frescas. Ello ha obligado a que los países de avanzada debieran buscar nuevas estrategias para asegurar una adecuada rentabilidad a quienes la producen. Así surgen nuevas variedades y tecnologías de producción que aseguran el logro de mejores calidades internas y por lo tanto más apetecibles al consumidor (Yuri, 2002).

Mediante estos cambios tecnológicos se logran mayores precios por el producto final y por tanto hacen que el cultivo sea más rentable.

En este sentido, las estrategias comerciales se han basado en:

- a) Ofrecer nuevas variedades diferentes a las “rojas tradicionales”(Cuadro 3).
- b) Plantar a mayores densidades por hectárea para obtener producciones lo antes posible usando portainjertos de menor porte (enanizantes).
- c) Ofrecer productos de alta calidad e ino cuos para la salud y el ambiente, ya sea por ser resistentes a enfermedades o por el manejo sanitario empleado (Cuadro 3).



Cuadro 3: Variedades de manzanas más cultivadas a nivel mundial, sus tendencias, sus clones y su origen.

	G R U	O R I G	C A R	T E N	P R I N
ROJAS “TRADICIONALES”	Red Delicious	Estados Unidos (mutación de Early Yellow Bellflower)	Calibre grande, lobulada buena textura, jugosa, dulce, poco ácida	- -	Red One, Red Chief, Oregon Spur, Scarlet Spur
BICOLORES	Gala y sus clones	Nueva Zelanda (Kidd's x Golden Delicious)	Calibre medio, crocante, muy jugosa, dulce acidulada medianamente perfumada	+	Royal Gala, Mondial Gala, y Galaxy, Imperial Gala, Brazilian Gala, Crimson Gala
	Fuji y sus clones	Japón (Ralls Janet x Red delicious)	Calibre grande, con alto contenido de azúcares y poca acidez	+ +	Fuji Nagafu N°12 Fuji Chofu N°2 Fuji Akifu N°11, Kiku N° 8
	Braeburn y sus clones	NuevaZelanda (semillas de Lady Hamilton)	Calibre medio a grande, troncocónica, jugosa, crocante, azucarada y de poca acidez	+	Hillwell, Aurora, Eve
	Pink Lady	Australia(Golden Delicious x Lady Williams)	Calibre medio a grande, crocante, dulce acidulada, muy atractiva.	+ +	
VERDES	Granny Smith	Australia	Calibre medio a grande, (polinización abierto) crocante, acidulada Granny Spur	-	Early Smith, Challenger,
AMARILLAS	Golden Delicious	Estados Unidos	Calibre medio a grande, crocante, muy dulce, poco acidulada.	-	Gingergold, Smoothee

Fuente: Tendencias estimadas al año 2005 según el World Apple Review (2001).

3.4. Situación actual del cultivo del manzano en Bolivia

3.4.1. Variedades cultivadas de Manzana en Bolivia

En nuestro país se ha seguido la tendencia mundial. Sin dejar de lado las manzanas rojas “tradicionales”, las que, por su color llamativo y agradable sabor, siguen siendo demandadas por el consumidor boliviano, pero nuevas plantaciones se han orientado hacia variedades de nueva generación o “bicolores”.

Entre éstas, los dos grupos más importantes plantados especialmente en los últimos años, en nuestro país incluyen fundamentalmente a las Galas y las Fujis. Dos



variedades lideran las plantaciones: Gala, Royal Gala son las más apreciadas por los consumidores en el mercado nacional y con mayor superficie plantada.

Entre las nuevas variedades, la mayor inclinación de plantación mundial se ha dado principalmente hacia los grupos Gala, como las Fuji y Braeburn. Al igual que en las variedades rojas “tradicionales”, dentro de cada grupo de estas nuevas variedades, se han ido identificando plantas y frutas con mejores características, principalmente el color, lo que ha originado clones mejorados de cada una de ellas.

Existen otras variedades “bicolores”, que se están evaluando a nivel del país ya sea en investigación como a nivel de cultivos comerciales la Camuesa, Chilena, Fuji, Eva y Princesa, con diferentes requerimientos de frío.

Las Gala. Son las variedades más cultivadas en el mundo, su origen es neozelandés resultante del cruce de Kidd 's Orange con Golden Delicious, siendo su cultivo recomendable en zonas con regadío.

Se encuentran situadas dentro del grupo de las bicolores. La nueva generación de variedades, conocidas como ‘bicolores,’ en cuya creación e imposición en el mundo les cabe un rol protagónico a Nueva Zelanda, Australia y Japón.

Las manzanas bicolores, llamadas así por poseer una coloración al madurar mezclada entre el rojo y el amarillo crema, se impusieron en los mercados principalmente por su calidad interna, es decir por sus propiedades organolépticas tales como textura, jugosidad, sabor y perfume. A ello se agrega la capacidad de muchos de estos cultivares de estar aptos para el consumo, prácticamente desde la cosecha, y su buena aptitud para conservación frigorífica. El marketing que acompañó su desarrollo las sitúa frente al consumidor como “una opción diferente”.

A modo de ejemplo, en el grupo de las Galas podemos encontrar entre otros a los siguientes clones: Royal Gala, Mundial Gala, Galaxy, Delbard Gala, Lydia's Red Gala, Imperial Gala, Spur Gala-Go-Red, Gala Must, Brazilian Gala, Crimson Gala. Recientemente, comienza a tener presencia en el mercado mundial la



variedad australiana Pink Lady, cuya atractividad y calidad han promovido la aceptación de los consumidores. (INIA, 2003).

La elección del grupo de las Galas se fundamenta en una buena *performance* agronómica en la clase de fruta posible de obtener, adecuada coloración y tamaño y las posibilidades de maduración precoz que las sitúa en los mercados, a ello se suma el aumento del consumo a nivel nacional que posibilita la colocación de determinados volúmenes en el mercado interno.

Las variedades Gala y Royal Gala, por tener mayor potencial comercial, es que en los últimos años se ha incrementado la superficie cultivada. La fruta de esta variedad producida en Bolivia al parecer es de mejor calidad que la de Chile, a pesar de tener de menor tamaño.

Esta característica puede estar relacionada por el clima de los Valles de Bolivia. Por otra parte, el uso de productos químicos para la producción es menor que otros países debido a una menor cantidad de plagas y enfermedades existentes y a una menor presión de las mismas.

Sin embargo, Gala y Royal Gala son variedades que requieren acumulación de frío en invierno para brotar, condición que no se satisface en algunas zonas de Bolivia. Por esta razón y tomando en cuenta el potencial de esta variedad, se pretende desarrollar tecnologías para controlar la brotación y floración con productos como la Cianamida de Hidrógeno (Dormex) y Nitrato de Potasio que han sido investigados en otras regiones buscando compensar el frío faltante en estos frutales.

Royal Gala. Es una mutación de la Gala, vigorosa con mucha dominancia apical, de entrada intermedia en producción, con tendencia a producir en ramas anuales (Reginato e Irarrázabal, 1994), productividad intermedia, medianamente sensible al oidio y venturia. Requiere entre 500-800 horas frío y en Bolivia se puede aplicar Dormex para mejorar la floración y brotación. La fruta es de tamaño medio a pequeño, por lo cual requiere de raleo para mejorar el calibre, de color rojo



jaspeado, con fondo crema, de forma achatada, de buen contenido de azúcar, crocante. Es muy apetecida en el mercado. El raleo debe hacer entre 5 -10 días después de plena flor. Es de maduración intermedia (enero y febrero).

Fuji. Es una variedad que se usa como polinizante de Gala o como variedad principal, perteneciente al grupo de las bicolors. Es una variedad vigorosa, de porte globoso, de entrada intermedia en producción, muy productiva y con tendencia a la alternancia en la producción. Es medianamente sensible al oidium, requiere entre 500-800 horas frío y responde bien a la aplicación del DORMEX para mejorar la brotación y floración. Produce buena fruta en brindillas terminales. La fruta es de tamaño grande, de color rojo estriado, de buen contenido de azúcar y buen sabor, crocante, muy apetecida en el mercado. La cosecha comienza en marzo y termina en abril. Requiere de raleo para disminuir la alternancia en la producción.

Princesa. Es una variedad procedente del Brasil, liberada en 1986, de bajo requerimiento de horas frío (400 horas por debajo de 67.2 °C), de crecimiento mediano, entrada rápida en producción, productiva intermedia a elevada (Denardi y Hough, 1987). Requiere entre 300-500 horas frío y en Vallegrande brota regularmente sin aplicación de DORMEX. La fruta es de color rojo con poco amarillo, de forma redondeada con problemas de cuajado de semilla, con fruta irregular, por lo que requiere de polinizante. Fruta de buen sabor, contenido de azúcar, cosecha temprana diciembre y enero.

Eva. Es una variedad, recientemente introducida a Bolivia, de crecimiento vigoroso, de porte abierto con tendencia al rebrote. Requiere de pocas horas frío y brota regularmente en Vallegrande, de entrada temprana en producción, que es elevada, produce en dardos, brindillas y yemas laterales, aunque estas últimas de fruta de menos calidad. Fruta de tamaño mediano a grande y requiere de raleo para mejorar el calibre, de color rojo con 70% de cubrimiento, de fondo amarillo, la cosecha va desde enero a febrero.



3.4.2. Superficie, rendimiento y volumen de producción de Manzano en Bolivia

En Bolivia, el cultivo de manzano se concentra en valles interandinos y valles mesotérmicos de los Departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Chuquisaca, Tarija y Potosí, entre los 2000 y 3400 m.s.n.m.

En los valles interandinos, se aprovecha aquellos que están abrigados. La superficie cultivada en Bolivia es de 450 hectáreas con un rendimiento promedio de 5417 kg/ha (Cuadro 4).

Cuadro 4: Superficie y lugares de producción de manzano en Bolivia.

DEPARTAMENTO	Sup/ Ha	ZONAS DE CULTIVO
COCHABAMBA	94	Valle Alto y bajo, Capinota, Independencia, Tiraque, Pocona
SANTA CRUZ	75	Vallegrande, Moro Moro, Postreville, Comarapa, Pucará
POTOSÍ	87	Puna, Cotagaita, Vitiche, Luchuma, Lapa Lapa, Tomave
LA PAZ	16	Sorata, Sapaqui, Luribay
TARIJA	87	Valle Central
CHUQUISACA	91	Sudanés, Lequezana, San Lucas, Camargo
TOTAL	450	

Fuente: INE 1999 y elaboración propia en base datos de la FAO-2002, CIAT-2002, ADRA-Camargo 2002, AFRUTAR-Tarija 2002, Planes de Desarrollo Municipal Vallegrande 2003, Fundación para el Desarrollo Frutícola, 2004. Proyecto AUTAPO, 2004

Del total de la producción un 75% se destina para el consumo en fresco y un 25% para transformación. La producción nacional solo cubre un 10,45% del consumo nacional. El 89,55 % proviene de importación ya sea de Chile o Argentina.

3.5. Fundamentos fisiológicos del manzano

El manzano es una especie procedente de Europa y Asia Occidental, siendo su inicio de selección con la civilización Grecorromana (Backburne, 1991). En estas regiones las condiciones climáticas son diferentes entre las estaciones:

Primavera

Con temperaturas elevadas, que es la estación de “Despierte” de los árboles.



Verano

En el cual hay crecimiento, producción de frutas, preparación para la primavera que viene y abastecimiento de nutrientes para el invierno.

Otoño

Estación en que los árboles se alistan para el tiempo de reposo.

Invierno

Estación de tiempo de reposo o “stress” de frío. Los manzanos usan este tiempo de clima frío para coordinar la brotación, como un despertador.

3.6. Ciclos Anuales del Manzano

Los frutales se caracterizan por tener un periodo activo, que sucede cuando las condiciones climáticas son favorables y un periodo de reposo vegetativo que se sucede en la época invernal.

En general, en el manzano se diferencian dos fases: Una de reproducción con manifestación de frutos, flores, brotes y hojas, con elevada actividad metabólica y coinciden con las mayores temperaturas. Otra fase de reposo o dormancia, con una baja actividad metabólica la que coincide con menores temperaturas.

La fase reproductiva dura desde las primeras brotaciones hasta la caída de hojas. En este ciclo ocurren diferentes procesos de acuerdo al desarrollo de los órganos de las plantas.

Y la fase vegetativa o de reposo que se inicia con la caída de hojas que esta controlado hormonalmente y por los cambios de climáticos exteriores. Cuando las condiciones de temperatura e iluminación (fotoperiodo) disminuyen el árbol produce un incremento de la concentración de ácido abscisico que produce la senescencia de las hojas y termina cuando empiezan las primeras brotaciones.

Lo primero que hay que destacar es que el ciclo vegetativo y el reproductivo no son procesos aislados, sino que se suceden a la vez.



3.6.1. Ciclo Reproductivo

3.6.1.1. Formación de yemas florales

La productividad del manzano está estrechamente relacionada con la tasa de formación de yemas florales en la temporada precedente (Buban y Faust, 1982).

La producción o rendimiento por unidad de superficie, depende del número de plantas, la cantidad y el peso promedio de frutos. A su vez, la cantidad de frutos en una planta está relacionada con la cantidad de flores formadas en la anterior temporada, su apertura durante la floración, la polinización y el cuajado (Buban y Faust, 1982; Gutiérrez, 2003).

Las flores se forman en tres etapas; Una primera fase denominada inducción floral, Una segunda fase de desarrollo o formación de yemas florales (Buban y Faust, 1982) y una tercera etapa en si, es la floración (Callejas y Reginato, 2000).

El rendimiento y la calidad de la fruta depende de la formación de yemas florales, ya que dentro de un árbol hay diversos tipos de flores, de las cuales frutos grandes provienen de flores fuertes (Dennis, 1986) mientras que flores débiles producirán fruta con tendencia a caer prematuramente o a ser pequeña (Feucht, 1967).

a) Inducción floral

La inducción floral se define; Como el estímulo a través del cual el meristema de la yema que se encuentra en estado vegetativo cambia a un estado reproductivo (Callejas y Reginato, 2000).

La inducción floral, es el proceso mediante el cual las yemas de los frutales, originalmente vegetativas, sufren cambios metabólicos que las preparan para transformarse en yemas florales (Yuri; Lobos; Lepe, 2002). (Figura 1).

Los factores que provocan esta diferenciación pueden ser:

- Externos. Temperatura y fotoperiodo
- Internos. Control hormonal.

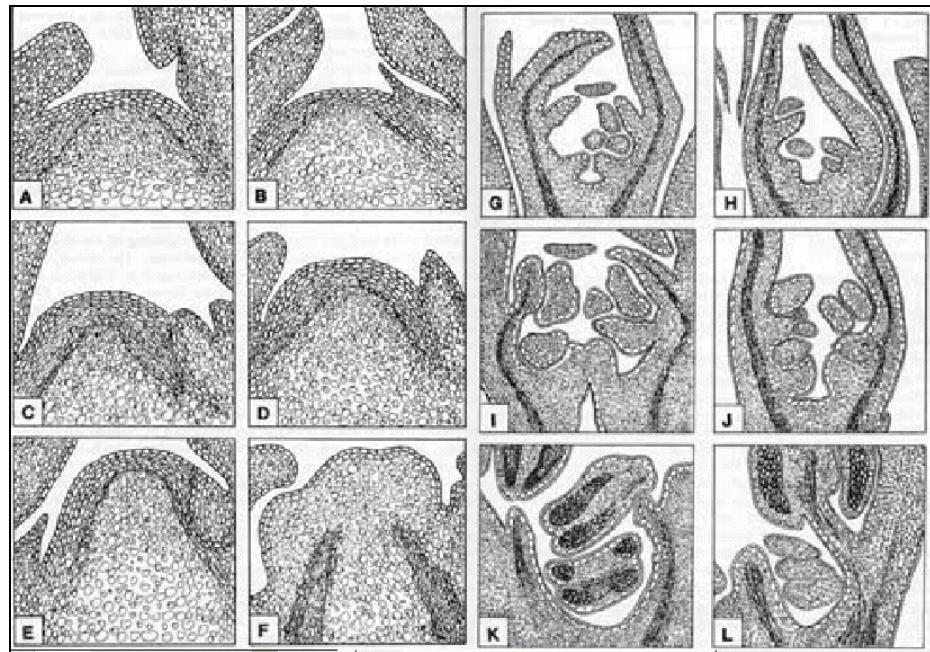


Figura 1: Representación secuencial de la diferenciación floral en una yema de manzano (Kania, 1973).

La inducción floral conlleva, entre otras, una de-represión de genes, la variación de ciertas hormonas y una alteración en la distribución de los nutrientes.

Entre los principales factores que regulan el proceso de inducción floral, en manzanos están: luz, nitrógeno, agua y hormonas.

Las labores culturales que tienden a favorecer este proceso serían:

- a) Uso de patrones enanizantes.
- b) Poda suave, evitando despuntes, a fin de evitar un exceso de crecimiento.
- c) Inclinação de ramas (“ortofitia”).
- d) Raleo de frutos temprano (se sabe que son las semillas, debido a la producción de Giberelinas, quienes inhiben fuertemente el proceso).
- e) Fertilización nitrogenada balanceada, evitando excesos.
- f) Disminución del riego en el periodo de la inducción floral.



- g) Uso de inhibidores de crecimiento, del tipo antigeberélico y antiauxínico (PP 333, Prohexadione Ca; CCC; C y clonilida).
- h) Uso de Citoquininas.
- i) Anillado de ramas previo a la época de inducción, lo que permitiría una mayor acumulación de carbohidratos y con ello un aumento en la relación Carbono/Nitrógeno (C/N, fundamental) para el proceso de inducción floral.
- j) Poda de raíces, que aumentaría la relación C/N, debido a una menor absorción de nitrógeno.

En relación a los dos últimos puntos, el anillado y la poda de raíces, el (INIA) asevera parecen medidas inadecuadas para ser aplicadas en manzanos, pues sus efectos secundarios negativos muchas veces son mayores que los beneficios perseguidos. (Yuri; Lobos; Lepe, 2002).

La inducción floral se podría caracterizar con el aumento de la actividad metabólica, mitótica de la zona central del meristema, relacionado al suministro de nutrientes. En este momento se produce un cambio en hormona y en la distribución de nutrientes (Buban y Faust, 1982).

La inducción de yemas de flor en manzano por lo general es de tres a seis semanas después de plena flor en dardos o brotes cortos (Forshey y Elfving, 1989), y cuando termina la vegetación para ramillas de la misma temporada (Faust, 1989).

Tanto la inducción como la diferenciación floral pueden ser revertidas por diversas condiciones ambientales y de manejo. Es así como podas de verano severas, practicadas en árboles vigorosos, en época tan tardía como febrero, pueden inducir un añerismo marcado, al producir una rebrotación de la planta.

Las hojas y frutos afectan la inducción floral en forma opuesta. Estudios realizados en el cv. Red Fuji, demuestran que la remoción de frutos temprano en



la temporada estimula la formación de yemas florales, mientras que la remoción de hojas antes de la iniciación floral, la inhibe.

En algunos frutales la inducción y la diferenciación floral pueden ocurrir simultáneamente con el crecimiento de brotes y frutos. En pomáceas, los meses críticos de la inducción floral coinciden con los de la división celular de la fruta. Ello no ocurre así en carozos, donde el caso extremo lo constituye el cerezo, cuya inducción floral se da posterior a la cosecha. (Cuadro 5).

Cuadro 5: Época de inducción y época de diferenciación floral, para distintas especies frutales, consideradas en un rango amplio.

ESPECIE	EPOCA DE INDUCCION	EPOCA DE DIFERENCIACION
POMACEAS MANZANO PERAL	OCTUBRE - DICIEMBRE	DICIEMBRE- SEPTIEMBRE
CAROSOS DURAZNO CIRUELO DAMASCO CEREZO	DICIEMBRE - FEBRERO	ENERO - SEPTIEMBRE
OTRAS VID KIWI CITRICOS	NOVIEMBRE – DICIEMBRE NOVIEMBRE – DICIEMBRE MAYO - JULIO	DICIEMBRE – OCTUBRE ABRIL – SEPTIEMBRE JULIO - SEPTIEMBRE

Fuente: Yuri, 2002.

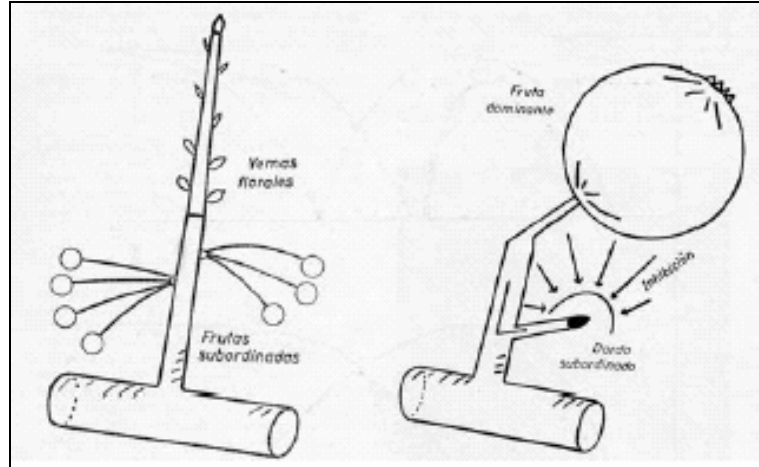
La posición de la fruta en la rama es determinante en su influencia sobre la floración de la próxima temporada.

El fruto, que tiene una enorme fuerza competitiva, se ubica, en manzanos y perales, por sobre los dardos que están en proceso de inducción (Figura 2), inhibiéndola. De ahí que el raleo temprano, a fin de bajar la carga giberélica del sector, así como la posibilidad de emisión de brindillas, que alejen la yema de la fruta producida, son muy importantes. (Yuri; Lobos; Lepe, 2002).



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica* Bork) Cv. Gala”

a)



b)



Figura 2: a) Dardo de manzano dominado por la fruta, desarrolla una yema vegetativa (derecha). En durazneros, la inducción floral ocurre en ramas anuales, lejos de la influencia de la fruta (izquierda, Feucht, 1967). b) Dardo de manzano con frutos se puede apreciar el crecimiento del brote vegetativo, corroborando a).



b) Formación de yemas florales (Diferenciación floral)

El proceso que sigue a la inducción floral se conoce como diferenciación floral y corresponde a la manifestación externa (cambio morfológico) de este proceso (Figura 3).

En la mayoría de los frutales las yemas vegetativas son más pequeñas y puntiagudas que las florales, siendo estas últimas más voluminosas.

El desarrollo de las yemas de flor, es el proceso que continúa después de la inducción floral en la cual se forman; Los sépalos, pétalos, androceo y gineceo.

Esta etapa no comienza uniformemente en todo el árbol, ni en una misma inflorescencia.

Las yemas terminales de brotes cortos o dardos comienzan su transformación a flor cuatro semanas después de la inducción y de cuatro a seis semanas antes que las yemas laterales del mismo dardo; mientras que las ramillas de año, comienzan su transformación a mediados de verano y después que el crecimiento vegetativo ha terminado (Forshey y Elfving, 1989).

La diferenciación histológica de las flores continúa por 8 a 10 meses, culminando el proceso durante la floración en la siguiente estación. Cerca de 8 - 14 días se requieren desde el comienzo de la diferenciación hasta la aparición del meristemo floral, el subsecuente desarrollo de la flor es relativamente rápido, ya que a la caída de hojas, gran parte de las flores están formadas (Faust, 1989).

El desarrollo de la flor durante el otoño es importante para una buena floración durante el siguiente año.

A pesar de que se espera que a la cosecha ya se hayan desarrollado las yemas de flor en manzano, un retraso en la cosecha disminuye la floración del siguiente año (Buban y Faust, 1982), al igual que una defoliación prematura (Faust, 1989). Fertilizaciones a fines de verano con nitrógeno mejoran la calidad de las flores (Gutiérrez, 2003).



Entre las condiciones medioambientales que influyen en el desarrollo de estructuras reproductivas está la luz solar o radiación diaria fotosintéticamente activa (Kinet, 1993), no solo por que determina la inducción floral, sino por que condiciona la calidad de las yemas florales.

Existe una alta correlación entre la intercepción de la luz por las hojas y la floración de la próxima temporada (Agha y Buckley, 1986). En áreas con menos del 30% de la luz solar, prácticamente no hay desarrollo yemas florales (Faust, 1989), ó estos bajos niveles de luz pueden inducir a un desarrollo incompleto de los órganos reproductivos (Kinet, 1993).

Cualquier aspecto de manejo que disminuya la incidencia de luz sobre las hojas donde se forman las flores, tales como una poda fuerte, altas dosis de nitrógeno, poca apertura de ramas, etc; condiciona el inicio y desarrollo de flores para la próxima temporada (Faust, 1989).

Dardos de alta calidad con gran área foliar están localizados sólo en áreas que reciben altos niveles de luz, mientras que zonas sombreadas tienden a caerse las hojas más pronto que la hojas iluminadas (Barritt et al, 1991) limitando el desarrollo adecuado de las yemas florales y la acumulación de reservas para la próxima temporada.

Las hojas son importantes en la formación de las flores (Feucht, 1967), ya que proporcionan carbohidratos y nitrógeno (Faust, 1989; Kinet, 1993). Si las hojas son débiles o pequeñas; o por el contrario son extremadamente grandes y vigorosas, se tratan de yemas de baja calidad (Feucht, 1967).

El desarrollo semifuerte es característica de un desarrollo bueno y conveniente, tálamos fuertes garantizan una buena fructificación. Una fruta mala puede proceder de una flor extremadamente deformada.



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica* Bork) Cv. Gala”



Figura 3: Muestra las diferentes etapas de crecimiento de las yemas florales, luego del receso invernal: a) Brotación de yemas florales, b) Inicio de la apertura de yemas florales.



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica* Bork) Cv. Gala”

a)



b)



c)



Figura 5:a) Inicio de la floración, b) Floración propiamente dicha, c) Polinización y cuajado de flores.

(Fotografías: Passarlas Canutas)



3.6.1.3. Formación y desarrollo de hojas y brotes

La formación de hojas y desarrollo de brotes comienza justo después de plena flor y el crecimiento inicial es a expensas de carbohidratos de reserva (Forshey, Elfving, 1989).

En el manzano, se pueden tener dos clases de brotes, aquellos que son cortos denominados dardos y que por lo general están insertos en ramas de dos años o más, el desarrollo de las hojas de dardos termina entre 4 y 6 semanas después de la floración o la brotación.

Y brotes medianos o largos llamados brindillas, el desarrollo de las hojas de los brotes de brindillas es a mediados de verano, dependiendo del vigor y las temperaturas (Forshey, Elfving, 1989).

- La dominancia apical Es aquella que se manifiesta cuando una o un grupo de yemas o brotes desarrollan fuertemente e inhibe el desarrollo de las yemas inferiores. Al parecer hay una relación estrecha entre el desarrollo de brotes y la formación de yemas florales.

Cuando el desarrollo de brotes es vigoroso, vertical, se inhiben la formación de flores (Oliveira, Priestley, 1988).

3.6.1.4. Cuajado de las flores

El crecimiento del fruto dependerá de su cuajado, ya que si no cuaja bien la planta lo tirará en la caída fisiológica, que es un proceso fisiológico de regulación.

Cuando el fruto ya ha cuajado se produce su completo desarrollo hasta llegar al ENVERO que es el inicio de la maduración.

Para que tenga lugar el cuajado es importante que se sucedan ciertos factores:

a) Control hormonal. Equilibrio entre auxinas y giberelinas del fruto. El control hormonal es muy importante, ya que puede producirse una caída fisiológica de frutos no cuajados, en la cual el árbol expulsa los frutos que no puede nutrir.



b) Control nutricional. Los frutos son órganos sumideros que necesitan un aporte importante de nutrientes para su adecuado desarrollo.

Este proceso ocurre en primavera y se considera fruto cuando la fertilización y cuajado han sido efectivos (Callejas, Reginato, 2000).

Posteriormente el fruto va madurando hasta que es recolectado y dependiendo de cuando se recolecte, éste se clasifica en frutos tempranos, de estación o tardíos.

3.6.1.5. Fructificación

Es un proceso que se sucede inmediatamente después de la fecundación y en el cual el ovario dará lugar al fruto y los gametos masculino y femenino a las semillas. El desarrollo del fruto comienza con la iniciación floral en la estación previa a la fructificación (Dennis, 1986).

a) Desarrollo del fruto

En general el crecimiento del fruto está dividido en dos períodos: Multiplicación y Alargamiento celular (Faust, 1989); ambos procesos y la formación de espacios intercelulares determinan el calibre final del fruto, sin embargo ambos eventos no están completamente separados, ya que durante la multiplicación celular ya existe alargamiento celular (Denne, 1960).

1) Multiplicación celular

El tiempo en el que se producen las principales multiplicaciones celulares del fruto después de plena flor y polinización, depende de la variedad, año y condiciones climáticas (Bain, Robertson, 1951; Denne, 1960, Schechter *et al*, 1993, Berg 1990, Faust, 1992; Westwood *et al*, 1967).

En general este período es de 3 a 5 semanas, después de plena flor (Faust, 1989; Westwood, 1982; Dennis, 1986; Coombe, 1976), sin embargo en algunas zonas puede extenderse hasta 12 semanas para algunos cultivares.



El peso, el diámetro y el estado fenológico del fruto también se lo ha relacionado con el fin del período de multiplicación celular.

Cuando el fruto de la Cv. Cox's tiene 5 - 7 gramos de peso fresco (Denne, 1960) cuando alcanza 20 mm de diámetro; ó cuando los hombros de Royal Gala no forman ninguna cavidad ni prominencia con el pedúnculo (estado "T"), marcarían el término de división celular (Gutiérrez V., Datos no publicados).

Hay coincidencias en el sentido de que el tiempo de las multiplicaciones celulares de la epidermis (divisiones principalmente anticlinales) y la hipodermis (divisiones anticlinales y periclinales) son mayores, que de la corteza.

La epidermis continua multiplicándose por 20 - 25 días después de que la corteza ha terminado (Skene, 1966), 75 días (entre un 8 - 10% del total del fruto; Schenter *et al*, 1993) o hasta cerca de cosecha (Gilbert, 1963).

Para Berg (1990), Denne (1960) y Gutiérrez (1995), hay un momento intenso de multiplicación celular y otro menor ó este último a veces no es detectado (Schenter *et al*, 1993). El tiempo de ocurrencia depende del lugar de producción y de la variedad (Denne, 1993).

Para los cultivares Starking, Starkrimson y Golden Delicious Spur, la máxima multiplicación celular se encuentra a dos semanas después de plena flor en Sud Africa (Berg, 1990), a los 15 días para el cultivar Idared en Canada (Schenter *et al*, 1993), mientras que en Inglaterra para los cultivares Cox's O. P. y Miller's Seedling es a las cuarta y quinta semanas respectivamente desde plena flor (Denne, 1960 y 1963). El segundo momento de multiplicación importante ocurre a la cuarta semana (Berg, 1990), 42 días de plena flor (Denne, 1960) ó 21 días para Royal Gala.

2) Elongación celular.

La elongación o alargamiento celular comienza a una menor tasa cuando aun está presente el período de multiplicación celular (Denne, 1960; Gutiérrez, 1995)



y concluye con la maduración o momento de cosecha (Bain, Robertson, 1951; Denne, 1963; Skene, 1966; Gilbert, 1963).

El alargamiento y tamaño celular depende de la cantidad de fruta presente en el árbol o la carga frutal. Hay mayor elongación celular a un mismo número de células cuando la cantidad de frutas por árbol es menor, ó cuando la floración es ligera, además la temperatura afecta la expansión celular y del fruto; donde temperaturas bajas disminuyen el crecimiento celular (Denne, 1963).

b) Alternancia o veceria

Antes de dar inicio al proceso de fisiología de la maduración cabe destacar un proceso muy habitual en frutales denominado fenómeno de la alternancia, añerismo o veceria.

Este fenómeno es muy importante en frutales de hueso y pepita, describe la alternancia de años de muchas cosechas, con años de pocas. Se sucede el régimen de años ON y años OFF.

La veceria se evita con competencias nutricionales equilibrando las competencias nutricionales entre la parte vegetativa del cultivo y la parte reproductiva y con manejos culturales como la poda y el raleo (Gómez, 2002).

c) Fisiología de la maduración

Definimos la maduración, como todos los cambios físicos y químicos básicos para su comercialización. Estos cambios se suceden principalmente en la coloración, textura y sabor.

La maduración da comienzo con el envero, que es un cambio en la coloración del fruto. Disminuye el nivel de clorofilas, aumentándose el de carotenoides y antocianos.

Otros cambios relacionados con la maduración, son los cambios en el sabor, es decir en la acumulación de azúcares y ácidos. Durante la maduración aumenta el contenido de azúcares y disminuye el de ácidos.



Los principales azúcares existentes en los frutales son la fructosa>sacarosa>glucosa. Se puede saber cuando la fruta está madura, con el índice de madurez, que nos indica la relación existente entre la fructosa y la sacarosa.

Habitualmente se suele recolectar los frutos, cuando este índice se encuentra alrededor de 1. Además del índice de madurez existen otras medidas como los grados Brix, que nos indican el índice de refracciones que posee el zumo, o lo que es lo mismo, el % de sólidos solubles presentes en dicho zumo.

Por lo que respecta a los ácidos, el principal ácido de los frutales es el ácido Málico, en frutales de pepita y hueso, mientras que en cítricos es el ácido Cítrico.

Los cambios que afectan a la textura del fruto, se basan en la disminución de la consistencia del fruto, debido a la acumulación de agua y al debilitamiento de la pared. (Gómez, 2002).

d) Tipos de maduración

- 1- Madurez de consumo o gustativa.
- 2- Madurez comercial o de recolección. El fruto madura en la fase de recolección para que llegue al consumidor en óptimas condiciones.
- 3- Madurez del fruto. Cuando las semillas están totalmente desarrolladas (Gómez, 2002).

e) Respiración de los frutos

El fruto respira en todas sus etapas, crecimiento, maduración y senescencia. La respiración es un proceso en el cual el fruto transforma los fotoasimilados en Energía de consumo.

El índice respiratorio va disminuyendo acorde con la maduración del fruto. Se representa como el Volumen de CO₂/unidad de peso fresco y tiempo.



Los frutos climatéricos presentan un máximo relativo en el índice respiratorio. Se puede afirmar que la maduración empieza con el principio del climaterio. Estos frutos poseen la principal característica de que pueden seguir madurando después de ser recolectados.

La madurez comercial coincide con el inicio del climaterio, y la madurez de consumo coincide con su máximo valor.

Los principales frutos climatéricos son: la manzana, la pera, el melocotón, el albaricoque, el plátano, el caqui. (Gómez, 2002).

3.6.2 Ciclo vegetativo (Reposo).

Según (Gómez, 2002), el ciclo vegetativo dura desde la caída de hojas hasta las primeras brotaciones. La caída de hojas esta controlado hormonalmente. Cuando las condiciones de temperatura e iluminación (fotoperiodo) disminuyen el árbol produce un incremento de la concentración de ácido abscisico que produce la senescencia de las hojas. A continuación pasamos a estudiar el ciclo vegetativo a distintos niveles:

- A nivel de ramo. Existe un periodo de crecimiento rápido, precedido de un desborre de yemas.
- Lignificación de ramas (Agostamiento). Posteriormente, allá por el mes de agosto se produce la fase de agostamiento y lo que sucede es que el ramo herbáceo pasa a lignificarse y deja de crecer. Es muy importante que un frutal posea elevada cantidad de madera agostada, ya que es allí donde se encontrará la cosecha del año siguiente.
- A nivel de yema. Cabe destacar que los ramos se producen a partir de las yemas formadas en el año anterior, nunca en las formadas en el año actual. El proceso por el que pasan las yemas es el siguiente:



- 1- Formación de las yemas.
- 2- Fase de pre reposo. Debido a la dominancia apical existente en el árbol el crecimiento de las yemas disminuye hasta detenerse.
- 3- Reposo. La yema no crece.
- 4- Salida del reposo. La yema se activa por un estímulo de frío.
- 5- Fase de Postreposo. Se inicia la brotación.
 - Predesborre
 - Desborre
 - Brotación

3.6.2.1 El receso en el Manzano

Según Lang *et al.* (1987), el receso (Dormancia) es la suspensión temporal visible del crecimiento de cualquier estructura de la planta que contenga un meristema. A nivel de semillas, se utiliza el término latencia.

El receso forma parte del ciclo anual de los frutales de hoja caduca y es inducido por las bajas temperaturas del otoño, junto al acortamiento del largo del día. La duración del receso es dependiente, entre otros factores, de la especie y variedad. Dentro de un individuo, éste varía en función del tipo de yema, su ubicación en la planta y edad.

En Chile, la preparación para el receso pudiera iniciarse tan temprano como en Enero, con la disminución del largo del día luego del equinoccio de verano (22 Diciembre), aunque la planta sólo la llega a percibir algunas semanas después. En manzanos se ha propuesto que las hojas serían los órganos encargados de percibir esta señal, la que es transmitida a la yema y acumulada en forma de inhibidores, en las brácteas, Yuri, 2002, (Figura 6).



Figura 6: Brotación de una yema floral de manzano, luego de haber alcanzado las horas de frío necesarias.

Para las principales zonas de cultivo de los frutales de hoja caduca en Chile, el recuento de horas de frío se inicia tradicionalmente el 1º de Mayo, siempre que la planta muestre una caída de hojas significativa (sobre el 50%). Posteriormente, para salir del receso, la planta requiere acumular una cantidad de días grado (a partir de 4.5 °C) (Peereboom, Yuri, 2002).

El estado de reposo o dormancia en el manzano se caracteriza por una baja actividad metabólica con la abscisión y pérdida de hojas en otoño e invierno, debido en general a las bajas temperaturas (Perry, 1971).

Este estado de receso, está determinado por su origen y su genética. La disminución de la actividad metabólica y la eliminación de las hojas es una respuesta a las condiciones climáticas del lugar de origen como un fenómeno de resistencia a las condiciones de estrés por temperatura en inviernos fríos (Peereboom, Yuri, 2002).

La dormancia o la reducción del metabolismo con la pérdida de hojas es un fenómeno de resistencia a un estrés fisiológico que puede ser causado por bajas temperaturas de invierno (Perry, 1971). Este estrés también puede darse por exceso de calor, estrés hídrico o compuestos químicos.



Una vez que las condiciones de estrés han sido superadas, la planta podría brotar y desarrollarse normalmente.

Entonces, es probable que si la planta sufre un estrés adicional al frío como la aplicación de un producto químico, podría mejorar la floración y brotación.

Los cambios morfológicos y fisiológicos durante la transición a dormancia según Perry, (1971) son:

- Parada de la síntesis de celulosa, acelerada síntesis de almidón y lignina.
- Acumulación de antocianinas y fenoles.
- Parada de la síntesis de algunas enzimas y acelerada de otras.
- Migración de minerales de las hojas.
- Parada de la actividad cambial.
- Disminución de la respiración y transpiración.

En esta etapa y desde la caída de hojas o abscisión, el manzano requiere de cierto tiempo de acumulación de frío para volver a brotar, desarrollar hojas, flores y frutos.

De acuerdo a Fuchigami y Nee, (1987), hay tres tipos de dormancia:

- a) Ecodormancia: O dormancia impuesta por factores medioambientales.
- b) Ectodormancia: Regulada por factores fisiológicos, cuando las yemas permanecen dormantes a pesar de que las condiciones externas sean favorables y que vuelve a crecer si se eliminan los factores que están afectando.
- c) Endodormancia: Que toma en cuenta los efectos de factores fisiológicos internos o dentro de la estructura afectada. Esas yemas permanecen dormantes a pesar de tener buenas condiciones ambientales o se hayan removido yemas o brotes y requiere una prolongada exposición al frío.

Según Peereboom, Yuri, (2002) el receso (Dormancia), tiene una directa influencia sobre la producción y calidad de la fruta. La falta de un periodo adecuado de frío no sólo afecta la temporada en curso, sino que también la siguiente; al mismo tiempo, tiene un



enorme impacto sobre algunos parámetros de calidad de la fruta, tales como menor tamaño, color y firmeza; aparición de russet y desórdenes relacionados con deficiencia de Calcio.

La dormancia puede ser subdividida en 3 categorías:

- a) Paradormancia: Que es controlada por condiciones internas de la planta, pero desde un órgano distinto al afectado (por ejemplo, dominancia apical).
- b) Endodormancia: Que es lo que normalmente conocemos como receso y que está controlada por condiciones propias de la yema, que impide que ésta pueda brotar.
- c) Ecodormancia. Controlada por condiciones ajenas a la planta, como altas temperaturas o la falta de agua, lo que impide el crecimiento de las yemas.

El receso es inducido y finalmente roto por cambios en el balance entre inhibidores y promotores de crecimiento. Se considera que éste ha sido superado cuando el 50% de las yemas son capaces de brotar.

El receso puede ser inducido por:

- Fotoperiodo.
- Bajas T^o en regiones frías.
- Bajas T^o combinadas con días más cortos, en regiones más cálidas.

El fotoperiodo sería el de mayor importancia de entre los factores que inducen el receso.



3.6.3. Factores que afectan el receso

a) Factores ecológicos

Son muchos los factores externos que inciden sobre el receso en los frutales:

- El clima durante la estación precedente.
- Las yemas formadas en veranos muy calurosos y con baja humedad relativa, requerirán de un receso más prolongado, pudiendo aumentarse éste hasta en un 50%; por el contrario, veranos más fríos tienden a decrecerlo entre un 20-50%.
- Fecha de caída de hojas. La presencia de hojas reduce la eficiencia del frío en más de un 60%.
- Otoños cálidos permiten el mantenimiento del follaje por más tiempo y con ello, un receso más largo.
- Las hojas primarias de los dardos, por su parte, tienen la mayor exigencia de frío.
- Lluvias invernales, las que reducen la temperatura de las yemas así como el nivel de oxígeno de éstas, provocando anaerobiosis y la salida del receso.
- Nivel de reservas de la planta. Bajo contenido de Nitrógeno prolonga el receso. La falta de Zinc disminuye la brotación en la parte superior del árbol, Peereboom, Yuri, (2002).

3.6.4. Requerimiento de frío del manzano

Las plantas de hoja caduca, como el manzano entran en dormancia a finales de otoño y durante todo el invierno, período en el cual disminuye al mínimo la actividad celular (Faust, 1989).

La reducción de los procesos fisiológicos como la respiración y la fotosíntesis son fenómenos de resistencia que tienen las plantas a las condiciones adversas como las



bajas temperaturas. Para que haya una brotación homogénea, se requiere que hayan ciertas condiciones medioambientales y bioquímicas en el interior de la planta: Acumulación de frío y temperatura.

La acumulación de frío en invierno es una condición importante para la brotación en el manzano y depende de los requerimientos de cada variedad.

Una deficiente acumulación de frío como inviernos suaves, producen una serie de irregularidades como:

- Floración escalonada e irregular.
- Bajos porcentajes de yemas vegetativas en desarrollo.
- Acentuada dominancia apical.
- Fructificación pobre, etc (Caballero, 1988).

El requerimiento de frío varía de acuerdo a su origen o al cultivar.

En los últimos años y con la necesidad de expandir a mayores áreas el cultivo de frutales, se han desarrollado nuevas variedades con menor requerimiento de frío.

De ahí que actualmente se dispone de una amplia gama de cultivares con diferentes necesidades de frío (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 6: Variedades con diferentes requerimientos de horas frío.

ESPECIE	VARIEDAD	HORAS FRIO (7°C, 45 F)
MANZANO	ANNA	300
	GALA	600
	GRANNY SMITH	650
	JHONATHAN	700
	RED DELICIOUS	800
	GOLDEN	850
	DELICIOUS	850
	STARKING	1000

Fuente: Basf Chile (2000)



Cuadro 7: Clasificación de variedades en diferentes categorías de acuerdo al requerimiento de frío.

REQUERIMIENTO FRÍO	VARIETADES
Categoría I (muy alto)	Rome Beauty, Northern Spy
Categoría II	McIntosh
Categoría III	Winesap
Categoría IV	Red Delicious, G. Delicious, Gala, Cox Orange, Fuji
Categoría V	Yellow Newtown
Categoría VI	Early McIntosh, Granny Smith
Categoría VII (muy bajo)	Pink Lady®

Fuente: Yuri,2002.

Cuando el mínimo de horas de frío no es alcanzado, ocurre un atraso en la floración y una prolongación de este período, pudiendo existir, en un mismo árbol, flores en distintos estados de desarrollo, desde botones hasta pequeños frutos. Algunos ramilletes florales tienen un crecimiento débil y sin hojas en su base, por lo que, generalmente, no dan origen a frutos.

Cuando la falta de frío es mayor, puede afectar la brotación de yemas vegetativas, retrasándolas o anulándolas. Aunque ésta no es una limitante para el cultivo del manzano, cabe mencionar que existen diferencias bastante acentuadas entre variedades en cuanto a su requerimiento de frío invernal.

Si no ocurren estas condiciones de forma adecuada, se producen serias consecuencias para las plantas afectadas provocándose disminuciones de producción y calidad. Que para la producción de un huerto comercial tiene una importancia vital.

3.6.5. Acumulación de frío en manzano

Tradicionalmente el requerimiento de frío ha sido calculado como horas frío que se considera como el número de horas, cuando las temperaturas están entre los 0 y 7,2 °C (Chandler et al., 1937). Este concepto, ha sido aplicado por mucho tiempo, sin embargo, se observó que la acumulación de frío variaba de acuerdo a la temperatura a la que la planta esta sometida, además que períodos intermitentes de calor revierten el



frío acumulado (Brown, 1960; Caballero, 1988). De esa manera, se ha modificado el concepto por unidades de frío, las cuales valoran la influencia de diferentes temperaturas sobre ruptura de la dormancia.

Para calcular las unidades frío se han desarrollado varios modelos (Richardson citado por Faust 1989; Caballero, 1989), modelos que deberían ser adecuados a las condiciones de cada zona o localidad donde se quiera realizar con éxito actividades frutícolas.

Para salir del receso, la planta requiere acumular frío. Para el cálculo de este requerimiento se emplean diversas fórmulas, de las cuales las más utilizadas son:

- a) Recuento de todas aquellas horas bajo 7.2 °C, para lo cual se requiere disponer de un termógrafo. Cada hora acumulada bajo dicho umbral equivale a una Unidad de frío.
- b) Sistema Utah, desarrollado por Richardson *et al.* (1974) para duraznero, el que considera un rango diferencial de acumulación de frío. Modelo Carolina del Norte, desarrollado por Shaltout y Unrath, 1983), para manzanos. En estos modelos, la acumulación de unidades frío varían de acuerdo a la varianza de temperatura (Cuadro 8).

Cuadro 8: Eficiencia en unidades de frío de diferentes temperaturas en durazno.

Rango de T° (°C)	Unidad de Frío
< 1,4	0
1.5 – 2.4	0.5
2.5 – 9.1	1
9.2 – 12.4	0.5
12.5 – 15.9	0
16.0 – 18.0	-0.5
19.5	-1
21.5	-2

Fuente: (Modelo Richardson *et al.*, 1974)



c). Modelo Carolina del Norte, desarrollado por Shaltout, Unrath, 1983), para manzanos (Cuadro 9).

Cuadro 9: Eficiencia en unidades de frío acumuladas a diferentes temperaturas en manzano "Starkrimson".

Temperatura (°C)	Unidad de Frío
-1.1	0
1.6	0.5
7.2	1
13.0	0.5
16.5	0
19.0	-0.5
20.7	-1
22.1	-1.5
23.3	-2

Fuente: Shaltout, Unrath, 1973.

Con respecto a la acumulación de frío. (Peereboom, Yuri, 2002) aseveran que; típicamente, las temperaturas que se consideran para la acumulación de frío fluctúan entre 0-7 °C.

En SudÁfrica se han modificado los modelos dinámicos existentes (Richardson et al., Shaltout and Unrath), y se asume que las altas temperaturas no descuentan el frío acumulado, lo que mejoraría la predicción (Cuadro 10).

Cuadro 10: Modelo dinámico para el cálculo de horas de frío, desarrollado en SudÁfrica.

GRADOS CENTIGRADOS (°C)	UNIDADES
< 1.4	0
1.5 - 2.4	0.5
2.5 - 9.1	1
9.2 - 12.4	0.5
> 12.5	0

Fuente: Richardson et.al. 1974.

El receso comienza a ser progresivamente más profundo y alcanza su máximo en otoño, cuando el 50% de las hojas han caído. El receso se completa cuando todas las yemas son capaces de brotar a 20 °C. En este sentido, ello podría ocurrir a inicios de Agosto.



Las unidades frío comienzan a ser efectivas en el otoño “justo el día después de que se haya producido la mayor acumulación negativa”, es decir justo el día más cálido del otoño avanzado (Caballero, 1989).

En regiones con latitudes por debajo de los 20°, donde usualmente el cultivo de manzano no es tradicional, el frío o el estrés requerido por las plantas puede ser compensado parcialmente con sequía (Menini, 1990), a medida que se eleve su cultivo sobre el nivel del mar (Edwards, 1990), e inclinar ramas para producir mayor brotación en plantas con síntomas de deficiencia de frío en manzano Granny Smith (Rice, Becker, 1990).

En latitudes entre 15-30° de latitud, en invierno las temperaturas son inadecuadas para romper la dormancia de variedades estándares y se ha intentado producir frutales en climas cálidos con altas elevaciones para satisfacer el requerimiento de frío (Edwards, 1987).

Cuando la planta ha completado su requerimiento de frío y aumenta las temperaturas ambientales, las yemas vegetativas y florales se abren uniformemente en un período variable de dos a cuatro semanas. Por el contrario, cuando el requerimiento de frío no ha sido cubierto, la brotación y floración no es uniforme, no todas las yemas se abren y el período se alarga dos o mas meses (Erez, 1987). Esta es la condición que ocurre con frecuencia en Bolivia, especialmente en variedades con 500-800 horas de requerimiento de frío y cuando el invierno es suave o las temperaturas diurnas son elevadas, Este es el caso de la Manzana Cv. Gala.



3.6.6. Efectos de la deficiencia de frío en manzano

Diversos son los síntomas de la falta de frío en los frutales:

a) Efectos de la deficiencia de frío en manzano sobre la brotación y dominancia apical

En la brotación:

- Uno de los efectos más evidentes de la falta de frío es el retraso en la brotación, especialmente de los órganos vegetativos. Ello podría ser causal de una alta caída temprana de fruta, al no disponer la planta de nutrientes en forma suficiente y oportuna, por falta de superficie fotosintetizante.
- En árboles jóvenes se puede observar una menor brotación de yemas, las que saldrán más vigorosas, causando un retraso en la precocidad de las plantas.
- La ubicación de las yemas dentro de un árbol es importante, especialmente en árboles tradicionales con gran desarrollo de copa, observándose una floración anticipada en la parte inferior de éste.
- En un brote anual, las yemas laterales requieren más frío que la terminal, pues están más inhibidas por la yema apical. Esta última, a pesar de botar más tardíamente sus hojas, posee una mayor cantidad de compuestos estimuladores del crecimiento. En especies como duraznero, se ha reportado caída de yemas por falta de frío. (Peereboom, Yuri, 2002).
- Para variedades de manzano que no han acumulado suficiente frío la brotación es desuniforme y escalonada (Caballero 1988).
- En Sud África se ha visto que con menos de 1.000 horas de frío aparece abundante russet pedicelar en la fruta. Ello, debido a los menores niveles de giberelinas disponibles por una menor cantidad de hojas de los dardos. Por otra parte, las hojas de los dardos son las responsables de una buena parte del abastecimiento inicial de Calcio en la fruta, proveniente de las reservas del árbol.



- La falta de dichas hojas afecta el nivel del elemento en la fruta, lo que puede ser comprobado al analizar su menor contenido 62 días después de floración. Las consecuencias de ello se observan durante el almacenaje en frío, donde aparecen desórdenes como bitter pit y lenticel spot. (Peereboom, Yuri, 2002).

En la dominancia apical:

- En los brotes anuales o bianuales, se desarrollan dos a tres yemas superiores, inhibiendo la apertura y desarrollo de otras inferiores. Es decir se manifiesta una mayor dominancia apical. Esta condición conlleva a un menor número de brotes por planta (en general más vigorosos), dificultado la formación de las plantas y los rendimientos. Es posible observar en estas condiciones, ramas de uno a dos años, sin hojas y brotes.

b) Efectos de la deficiencia de frío en manzano sobre la inducción y desarrollo de yemas florales

Sobre la inducción floral:

La productividad del manzano está estrechamente relacionada a la tasa de formación de yemas florales en la temporada precedente (Buban, Faust, 1982).

- Las flores de manzano se forman en yemas terminales de brotes cortos o medianos (brindillas) y sobre brotes cortos que se insertan en ramas de dos años o más (dardos). Para tener una buena inducción floral se requiere de una brotación homogénea.

- En casos de poco frío, se podrán formar dos a tres brindillas de mayor vigor, lo que significa menor cantidad de flores y producción (Forshey, Elfving, 1989).

Sobre el desarrollo floral:

- En condiciones donde no se ha cubierto el requerimiento de frío la brotación no es uniforme, se produce una fuerte dominancia apical en yemas y brotes, en general hay un bajo porcentaje de yemas vegetativas brotadas. Como



consecuencia, la cantidad de yemas florales desarrolladas se ven fuertemente disminuidas.

- La producción o rendimiento por unidad de superficie, depende de la cantidad de plantas, el número y peso de los frutos presentes en ellas. A su vez, la cantidad de frutos en una planta está relacionada con la cantidad de flores formadas en la anterior temporada, su apertura durante la floración, la polinización y el cuajado.
- En especies como duraznero, se ha reportado caída de yemas por falta de frío.

c) Efecto de la deficiencia de frío en manzano sobre la floración, cuajado y desarrollo del fruto

El requerimiento de frío depende del cultivar, el cual puede variar de 200 a 2000 horas frío (Faust, 1989).

En la floración:

- Ocasiona un escaso y lento desarrollo de la floración (Caballero, 1988).
- Floraciones escalonadas (Del real, 1987; Caballero, 1988).
- No se produce un total de floración, llegando a porcentajes menores a 50%.
- La floración puede alargarse por 35 a 45 días.
- Adicionalmente, no todas las yemas florales desarrolladas el anterior año, logran abrirse.
- La falta de frío disminuye la cantidad o porcentaje de flores abiertas hasta un 75% para las variedades Winter Banana y Wealthy (Wayne, Taxtzoc, 1990) o a menos del 5% en Golden Delicious (Erez, 1987).
- La ubicación de las yemas dentro de un árbol es importante, especialmente en árboles tradicionales con gran desarrollo de copa, observándose una floración anticipada en la parte inferior de éste.



- Dentro de una misma planta ocurre algo similar, lo que podría significar el desfase entre la floración de los dardos (temprano) y de las ramillas anuales (más tarde).
- Cuando las plantas han acumulado el frío requerido en otoño e invierno, la floración se produce regularmente aumentando la cantidad gradualmente y alcanzando un máximo del 80% en 10-15 días.

En el cuajado:

- Siendo el manzano una especie que en su mayoría requiere de polinización cruzada, la desuniformidad disminuye la eficiencia de polinización por la actividad de los insectos. En consecuencia por una parte puede disminuir el porcentaje total de cuajado (Ebert, Kreuz, 1989), por otra parte, hay marcadas diferencias en el tamaño del fruto en cierta etapa (aquellos que cuajaron antes y después) y en la cosecha, dificultado algunas labores culturales como el control de plagas, enfermedades y el raleo. Adicionalmente, se puede producir efectos de quemado en ramas, ramillas y frutos (Caballero, 1988), por falta de protección de las hojas.
- La falta de frío tiene un efecto negativo sobre el cuajado de los frutos, obteniéndose así menores producciones.

En el desarrollo del fruto:

- Es causal de una alta caída temprana de fruta, al no disponer la planta de nutrientes en forma suficiente y oportuna, por falta de superficie fotosintetizante.
- Pobre desarrollo de la fruta,
- El calibre podría ser también afectado negativamente.
- Maduración irregular.
- Potencial de almacenaje alterado.



- La calidad de la fruta también se ve afectada, en primera instancia por un menor tamaño de ésta.
- Pobre coloración de la fruta tiene que ver con una menor disponibilidad de carbohidratos para nutrirla.
- En cuanto a la baja en la firmeza de los frutos debido a la falta de frío invernal, sería producto de una menor densidad celular en los tejidos en formación.

Lo anteriormente expuesto puede ser demostrado al comprobar que en la práctica, a nivel mundial, las variedades Gala y Elstar de menor calibre, con mayor incidencia de russet pedicelar y la más alta susceptibilidad al bitter pit, son producidas en Brasil. La calidad de la fruta aumentaría en el siguiente orden de países: SudÁfrica, Nueva Zelanda, Chile y finalmente, USA (Estado de Washington). Aún así, en Brasil, en años con mucha acumulación de frío o en zonas especialmente heladas, se puede obtener fruta de calidad. (Peereboom, Yuri, 2002).

3.6.7. Control de la brotación y floración (quiebre de dormancia)

Con el propósito de ampliar las zonas de cultivo tradicional del manzano, especialmente en latitudes cercanas a la línea del Ecuador, zonas subtropicales o con poca diferencia entre verano e invierno, se han desarrollado varias tecnologías para mejorar la floración, brotación y productividad de manzano.

Entre esas tecnologías se puede citar el desarrollo de variedades con poco requerimiento de frío, prácticas culturales, cultivo a mayor altitud, aplicaciones de productos químicos, etc (Peereboom, Yuri, 2002).



3.6.8. Estrategias para disminuir el efecto de la falta de acumulación de frío.

3.6.8.1. Manejo del huerto frutal

Se han desarrollado varias estrategias de manejo del huerto para disminuir el efecto de la falta de acumulación de frío en manzano.

Aplicaciones de agua caliente y alta intensidad de luz, han sido usados para romper la dormancia (Perry, 1971).

En Indonesia, la inclinación de las ramas a una posición horizontal es practicada en árboles de Manzano para romper la dormancia (Suranant, Presit, 1990).

La defoliación de hojas es otra técnica usada para controlar la brotación (Suranant, Presit, 1990).

El Riego elevado, el que permitiría un enfriamiento evaporativo de las yemas (mayor acumulación de frío), así como un lavado de los inhibidores. De ahí que las lluvias (o densas neblinas) caídas durante el otoño-invierno, si bien están asociadas a mayores temperaturas ambiente, pueden tener un efecto positivo en la salida del receso de los frutales, situación que no ha sido debidamente evaluada y considerada (Yuri, 2002).

La poda tardía, especialmente de despunte, pues atenúa el efecto inhibitorio de la yema terminal, la cual, por poseer más promotores de crecimiento, requiere menor cantidad de frío para brotar (Yuri, 2002).

Encarpado de plantas con plástico a salidas de invierno, lo que si bien no ayuda a la acumulación de frío, sí lo hace con las horas de calor, homogenizando la floración y adelantándola (Yuri, 2002).

3.6.8.2. Cultivo a elevaciones sobre el nivel del mar

En zonas tropicales y semitropicales, a latitudes entre 15-30 grados, en invierno, las temperaturas son inadecuadas para romper la dormancia, el requerimiento de frío en manzano se trata de compensar cultivando manzanos a altas elevaciones (Edwards, 1987).



Las especies que se cultivan en nuestra zona las podemos clasificar, según criterios climatológicos, como:

- Especies de zonas templadas. Son especies con necesidades de frío invernal. Las más comunes son el manzano, el peral, el cerezo y el ciruelo europeo.
- Especies de zonas templado-calidas. Son especies con necesidades de frío invernal, pero también con necesidades del calor del verano.

3.6.8.3. Uso de productos químicos para romper la dormancia

Control químico. Muchos productos químicos han sido usados para romper la dormancia en frutales o para satisfacer el requerimiento de frío: Cianuro de Potasio, Urea, Tiourea, Etre, Etileno, Cloruro de potasio y cianamida de hidrógeno.

En manzano aunque los resultados varían de un lugar a otros y de acuerdo a las concentraciones, casi siempre se han incrementado la brotación y la floración. (Perry, 1971, Tadami, *et al*, 1992) (Cuadro 11).



Cuadro 11: Productos químicos usados para romper la dormancia en frutales y/o satisfacer el requerimiento de frío.

PRODUCTO	ESPECIE	REFERENCIA
Dormex, Cianamida de Hidrógeno	Nectarina	Tadami, et al 1992
DNOC Nitrato de Potasio	Manzano	Ko,1990
Benzil Adenina Cianamida cálcica	Manzano	Suranant and Presit, 1990)
Promalina Etre	Manzano	Curt, 1990
Dormex (dosis)	Manzano	Wayne and Taxtzoc, 1990
Cianamida Cálcica	Uva	Yau et al, 1990
Nitrato de potasio Dormex	Manzano	Erez, 1987
Dormex	Uva	Gerogen and Nissen, 1990
DNOC	Manzano	Saad, 1990
Dormex	Manzano	Edwards, 1987
Dormex	Manzano	Restrepo, 1999
DINITRO-Ortocresol (DNOC)	Manzanos	Yuri, 2002
Sulfato de Cobre o de Cinc	Manzanos	Yuri, 2002
Giberelinas, citoquininas, , tiourea promalina, urea.	Manzanos	Yuri, 2002

Fuente: (Perry, 1971, Tadami et al, 1992).

Dinitro-Orto-Cresol (DNOC, Selinon). En dosis de 0.2-0.6% + aceite mineral (2-3%), el DNOC ha sido utilizado en manzanos por muchos años en Chile. La ventaja del DNOC frente al Dormex es que su aplicación puede diferirse hasta el momento de yema hinchada, situación en la cual se puede establecer con más certeza la magnitud de la falta de horas de frío. Su efecto, sin embargo, no es tan consistente como el del Dormex.

Las temperaturas reinantes luego de la aplicación son cruciales, debido que el calor estimula la respiración de la yema, acelerando la condición de anaerobiosis y con ello



un mayor efecto del producto. Bajo 12 °C, la efectividad es casi nula. Con temperaturas superiores a 20 °C (con un óptimo en 24), se alcanzarían los mejores resultados.

El empleo de los productos mencionados tienen mejor efecto en la medida que se acumule más cantidad de frío.

La defoliación prematura de los árboles en el otoño, con la finalidad de disminuir la cantidad de inhibidores potenciales que acumularía la yema. Para ello puede usarse Sulfato de Cobre o de Cinc a dosis elevada (3-5%). (Yuri, 2002).

Otros compuestos químicos que se usan son: Hormonas, Giberelinas y Citoquininas, la Promalina, Tiourea, e incluso Urea al 2% (en manzanos).

3.6.8.4. Cianamida Hidrogenada (DORMEX)

La Cianamida de Hidrógeno (DORMEX) es un regulador de crecimiento para fruticultura, introducido en 1985, producto sintético CH₂N₂, concentrado soluble que contiene 520 gr/L de cianamida hidrogenada como ingrediente activo, su peso molecular es 42 gr/mol, punto de ebullición a 46 °C y una densidad de 1,282. Dormex esta clasificado como moderadamente peligroso, categoría II, etiqueta con franja de color amarillo.

LDS/oral 300 mg/Kg peso de (Ratas).

LDS/termal 1700 mg/Kg peso de (Conejos).

Dormex es tóxico para las abejas.

Dormex permite manejar el término del receso invernal ofreciendo muchas posibilidades de uso en las especies frutales. El receso invernal en frutales caducifolios es el mecanismo por el cual estas plantas aseguran su capacidad para sobrevivir bajo condiciones climáticas adversas. El termino del receso invernal esta determinado por la acumulación de frío que ocurre durante el transcurso del invierno y que difiere de cada especie o cultivar. Los tres efectos principales de Dormex son:

- Aumento de porcentaje de yemas que brotan.



- Uniformidad del desarrollo de los brotes.
- Adelanto de la fecha de brotación. (BASF Chile)

Es un producto considerado como activador de frutales y Viña, como compensador de frío, uniformando la floración y brotación (PROCIDA, 1994).

En zonas donde existe riesgo de heladas tempranas, se puede evitar el efecto de adelanto de la fecha de brotación, modificando la fecha de aplicación de Dormex.

En general, cuanto más temprano en la temporada se aplica Dormex, mayor es el adelanto de la brotación que se obtiene y por el contrario, cuando no se desea que la brotación se adelante, las aplicaciones deben realizarse entre 25 y 30 días antes de la fecha normal de inicio de brotación de la especie y variedad que se esté tratando.

El Dormex actúa al parecer modificando el ciclo de la respiración e interfiere en procesos enzimáticos como la catalasa, citocromo oxidasa y aldehído deshidrogenasa. El nitrógeno interviene en la producción de aminoácidos. Aunque es conocido que DORMEX inhibe la acción de la enzima catalasa, las aplicaciones con DORMEX a las dosis recomendadas no tienen porque producir fitotoxicidad, ya que se activa un segundo mecanismo de reducción del peróxido de hidrógeno en el metabolismo de las plantas tratadas, el cual está ligado a la ruptura de la dormancia. Numerosos estudios en laboratorios SKW, muestran que DORMEX estimula la reacción entre el peróxido de hidrógeno y ascorbato, lo cual conduce a su vez, a un incremento en la actividad del ciclo pentosa-fosfato (PPP). Por lo tanto DORMEX asegura, por un lado, la reducción del peróxido de hidrógeno y de las sustancias tales como lípidos, RNA, DNA, las cuales son fundamentales para la brotación. (Figura 7).

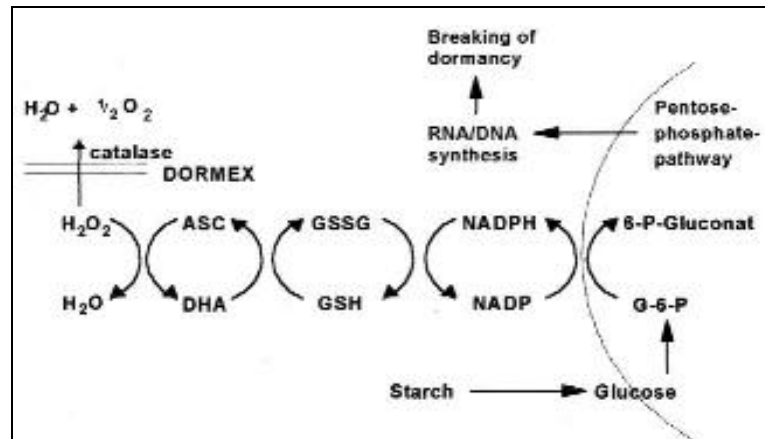


Figura 7: Forma de acción de la Cianamida Hidrogenada DORMEX.(BASF, Chile 2000).

La aplicación del Dormex para uniformar la floración y la brotación se realiza entre 30 y 45 días antes de la brotación. La aplicación del Dormex en manzano ha incrementado el porcentaje de flores abiertas y de yemas vegetativas, aunque no existe una relación directa entre la dosis del producto, épocas de aplicación y los porcentajes de órganos abiertos. En la variedad Winter Banana, el porcentaje de yemas vegetativas y de flores se incrementó con diferentes dosis del producto en diferentes épocas (Wayne and Taxtzoc, 1990; (Cuadro 12).

Cuadro 12: Porcentaje de yemas vegetativas y de flores con diferentes dosis de DORMEX en épocas diferentes en la variedad Winter Banana.

TRATAMIENTO	% DE YEMAS VEGETATIVAS BROTADAS	% DE FLORES ABIERTAS
Control	21,3	38,7
Dormex 2%, Epoca 1	91,4	88,2
Dormex 4% Época 1	96,9	94,7
Dormex 2% + 20 días	92,8	91,9
Dormex 4% + 20 días	84,8	93,0

Fuente: (Wayne, Taxtzoc 1990)

El Cv. Golden Delicious, incrementó la brotación en un 43% en relación al testigo a una dosis de 1,5% y en Summred en 98% (Erez, 1987). En Var. Anna, la brotación se incrementó de un 28 a un 54,3% con 2% de Dormex (Villegas y otros, 1998), la



cianamida Hidrógenada, también ha sido usado en variedades como Golden Dorset (Restrepo, 19909), Golden Delicious y Gala (Konig y Galdames, 2003).

Con el uso de productos químicos como la HCN (Díaz, 1992), la cual ha sido empleada con éxito en varias especies caducifolias (Erez, 1987). La época de aplicación de la HCN como “compensador de frío” (Lemus et al., 1989) o como “estimulador de la brotación” (Díaz, 1992), es un factor determinante en la efectividad del producto (Erez, 1987).

El uso de Dormex en pomáceas no ha sido tan extensivo en Chile, a excepción de algunas variedades de perales. Situación opuesta se observa en vides, kiwis y, últimamente, cerezos. El producto, a dosis de 0.5-3.0%, mezclado con aceite mineral (1-4%), puede aplicarse 6-8 semanas antes de la floración y al menos 4 semanas antes de brotación. (Peereboom, Yuri, 2004).

3.6.8.5. Nitrato de potasio

El nitrato de Potasio es un fertilizante que contiene un 13% de nitrógeno y 44% de Oxido de potasio, se presenta en forma granulada o perlada, con una solubilidad de 133 gr/litro a 0 °C, 209 gr/litro a 10 °C y 316 gramos/litro a 20 °C (SOQUIMICH, 2001).

El nitrato de potasio tiene efectos positivos sobre la brotación y floración a una dosis de 2,5 a 5% (Faust, 1989). En Golden Delicous, incrementó en 10% la brotación con 1,5% de nitrato de potasio. En la variedad Ana, se registraron resultados variables sobre la brotación (Villegas y otros, 1998) El efecto parece ser más pronunciado sobre las yemas de flor que sobre yemas de hoja (Edwards, 1987). Al parecer, el efecto de nitrato de potasio por si solo no es tan efectivo o con respuestas variables, aunque en combinación con el Dormex, proporciona mejores resultados (Villegas, 1998).

Según Erez (1987), el KNO_3 , además de aportar macro elementos, contribuye a romper la dormancia. El efecto del KNO_3 , puede lograrse aplicándolo sólo o en mezclas con otros compuestos, en este último caso su efecto puede ser mayor como lo comprobaron Erez *et al.* (1971), en varios frutales caducifolios.



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica Bork*) Cv. Gala”

En los cultivos de manzanos en Colombia (Caldas), Chile y Argentina el KNO_3 se ha empleado para promover la brotación a nivel experimental, pero las concentraciones empleadas no son producto de resultados experimentales, obteniendo resultados interesantes en Manzanos, Durazneros.

Según Guerrero (1990) afirma que el Nitrato de Potasio es una sustancia que actúa como nutriente y también como inductor de floración acelerando la formación de la nitrato reductasa generando un producto intermedio, la metionina, considerada el precursor del etileno, el cual induce la floración. La acción de la enzima Nitrato reductasa está relacionada con la edad del follaje.

Según (Peereboom, Yuri, 2004) se puede usar Nitrato de Potasio al 5-7% para romper la dormancia.



4. LOCALIZACION

4.1. Ubicación Geográfica

El ensayo se realizó en la comunidad de Las Minas a 20 Km de la ciudad de Vallegrande, correspondiente al Municipio de Vallegrande, primera sección de la provincia del mismo nombre, Departamento de Santa Cruz, República de Bolivia.

El Municipio de Vallegrande esta ubicado al sud oeste de la ciudad de Santa Cruz, sobre las sierras sub-andinas. Geográficamente se halla delimitado entre los 18° 09'27" y 19° 10'40" de latitud sud y entre los 63° 31'00" y 64° 30'00" de longitud oeste.

La topografía de la comunidad de Las minas, es variable, con valles y montañas, sus pendientes que fluctúan entre los 1 a 55%.

La altitud sobre el nivel del mar varía entre los 500 y 2600 metros, con una altitud media de 1600 m.

La comunidad de Las Minas donde se realizó el ensayo de investigación se encuentra a 2300 m.s.n.m. (Figura 8).



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica* Bork) Cv. Gala”

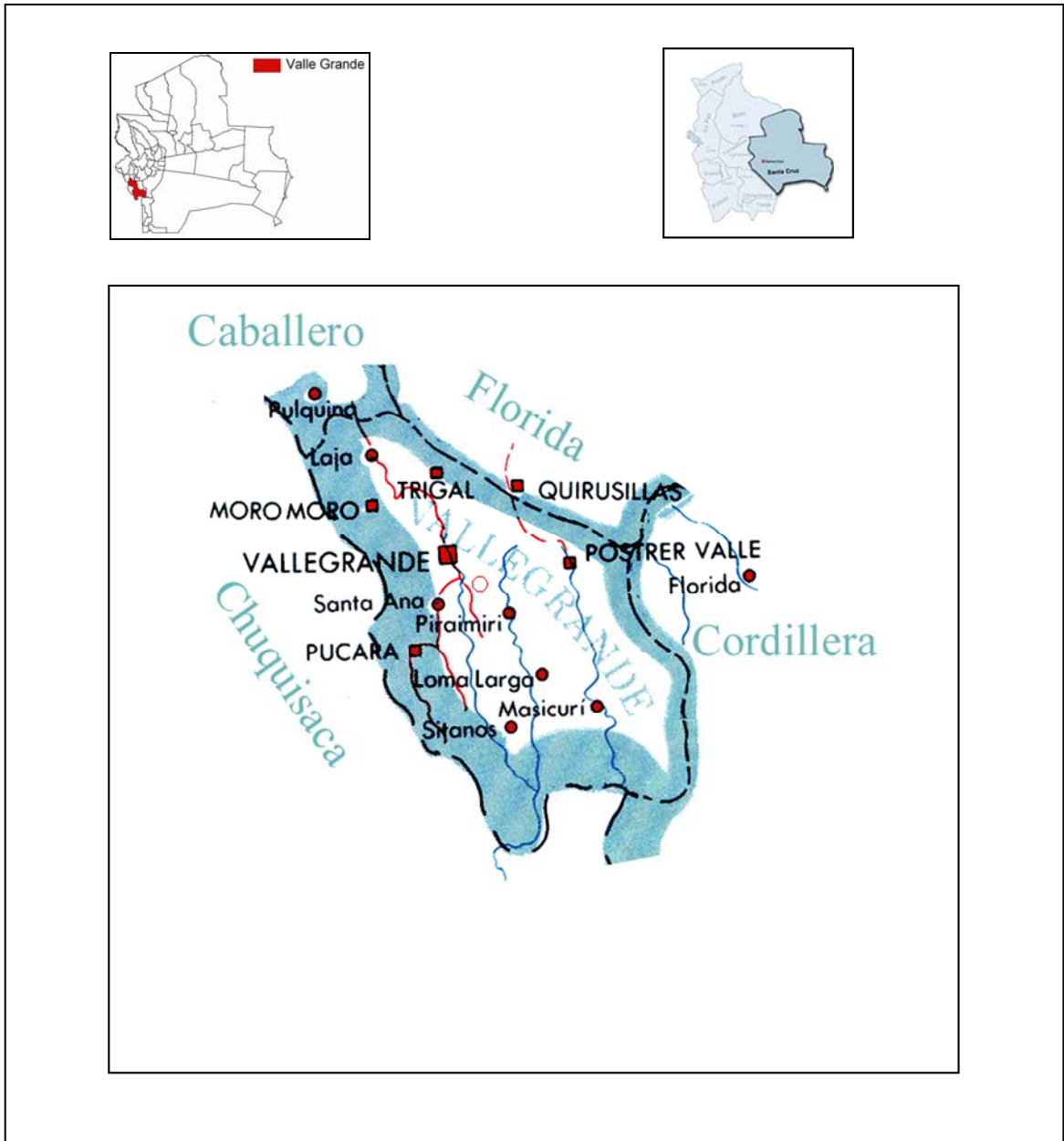


Figura 8: Ubicación de la Comunidad Las Minas, en el Municipio de Vallegrande, Departamento de Santa Cruz, Bolivia.



4.2. Características Ecológicas

El Municipio de Vallegrande esta ubicado en una zona subtropical con estación de lluvia en verano.

La máxima precipitación se registra en el periodo de más alta insolación, desde Diciembre hasta marzo. La distribución de las precipitaciones es bastante irregular, varia de un año a otro. La media mensual del Municipio es de 659 mm, donde la mayor concentración se produce en los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

En el periodo seco de Marzo a Noviembre alcanza una media mensual de 31 mm. Los meses críticos son Junio, Julio y Agosto.

La temperatura de la zona central de Vallegrande donde se realizó el ensayo corresponde a un clima templado, con una temperatura media de 16,8 °C.

El mes más frío del año es Julio con una media mínima de 4,8 °C y una máxima en diciembre con 31,1°C.

La evapotranspiración es de 989 mm. y sobre pasa la precipitación ocasionando un déficit de 329,3 mm.

La humedad relativa oscila entre 65 y 79% promedio.

Existen vientos moderados a fuertes especialmente en otoño e invierno.

Los mayores riesgos climáticos son la seguía y heladas.



5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1. Material vegetal

El ensayo se realizó en un huerto de manzano de dos años, cultivar Gala injertado sobre el portainjerto Maruba. El huerto está establecido en camellón a una distancia de plantación de 4 metros entre filas y 2 metros entre plantas, el tipo de poda es Eje Central. El sistema de riego es por goteo con una línea por hilera de planta con goteros integrados a 30 cm en la línea.

5.1.2. Insumos

Los insumos utilizados en el ensayo fueron:

Fertilizantes:

- Urea con 46% de nitrógeno.
- Superfosfato doble de amonio (18-46-0).
- Nitrofoska Foliar (foliar).

Funguicidas:

- Benomilo.
- Azufre coloidal.

Insecticidas:

- Lorsban Plus.

Productos para los tratamientos:

- Cianamida de Hidrógeno (DORMEX).
- Nitrato de Potasio.
- Aceite agrícola DOW.



5.2. Métodos

5.2.1. Procedimiento experimental

De acuerdo al objetivo planteado, el ensayo se ha establecido en la localidad de Las Minas, Municipio de Vallegrande, Provincia del mismo nombre, Departamento de Santa Cruz, durante la temporada 2002-2003, desde mayo del año 2002 a marzo del 2003 en un huerto de manzano de dos años de edad (entrando a su segunda hoja) entrada en producción de la variedad Gala, injertado sobre pié Maruba a una distancia de plantación de 4 metros entre fila y dos entre plantas y conducido en eje central.

En invierno, las plantas se podaron abriendo las ramas del primer y segundo piso a un ángulo de 120 grados y eliminado aquellas superpuestas o indeseables (Figura 9, 10 y 11).



Figura 9: Árboles antes de ser podados.



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica* Bork) Cv. Gala”



Figura 10: Instalación de sistema de goteo.



Figura 11: Árboles podados.



A principio de agosto se regaron las plantas por surcos y posteriormente se instaló un sistema de riego por goteo.

Las plantas se eligieron e identificaron pintando de amarillo los troncos y marcando números en cada una de ellas.

En cada planta se identificaron tres ramas secundarias con un polietileno de color amarillo con un número.

En cada rama se contó el número de yemas florales aparentes (dardos y brindillas), el número de yemas vegetativas en ramas anuales.

Se hicieron seis tratamientos en dos épocas de aplicación. Para los tratamientos se usó Dormex o Cianamida de Hidrogenada en tres dosis, Nitrato de Potasio en dos dosis y el testigo con Aceite Agrícola DOW al 4%.

En cada época, los tratamientos se distribuyeron al azar (Cuadro 13).

Cada tratamiento, dosis y producto se prepararon por separado en un balde de 10 litros.

Para aplicar se usó una mochila manual asperjando toda la planta mojando completamente con 2,5 litros por planta. Después de cada aplicación se hizo un lavado del equipo. Los tratamientos fueron:

Cuadro 13: Tratamientos y dosis de DORMEX y Nitrato de Potasio.

PRODUCTO QUÍMICO	TRATAMIENTOS	DOSIS
DORMEX	T1	0,5% + 4% DE ACEITE
	T2	1% + 4% DE ACEITE
	T3	1,5 % + 4% DE ACEITE
NITRATO DE POTASIO	T4	2,5% + 4% DE ACEITE
	T5	5% + 4% DE ACEITE
TESTIGO	T6	4 % DE ACEITE

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento testigo fue con Aceite Agrícola DOW al 4% con agua, a una dosis de 2 litros por planta. Se aplicó con una mochila manual entre las 8:30 y 11:00 de la mañana, con vientos leves.



Las evaluaciones de brotación de yemas florales y vegetativas se hicieron a 50 días después de cada aplicación.

Las evaluaciones de floración a 60 días y el rendimiento en la cosecha, entre el 12 y 24 de febrero del año 2003. Para brotación, floración, dardos y brindillas se evaluó las ramas identificadas y marcadas en invierno.

En la cosecha, los frutos se cosecharon con capachos, cada planta por separado. La fruta se llevó al almacén, donde cada fruta se pesó en una balanza de precisión de 1 gramo de error.

5.2.2. Diseño experimental

En la localidad de las Minas, el experimento se condujo en un diseño de Parcelas Divididas, La unidad experimental fue un árbol y cada tratamiento tiene cuatro repeticiones.

Las parcelas principales fueron las épocas de aplicación y las sub parcelas las dosis de productos los tratamientos fueron distribuidos al azar y el proceso de toma de información fue aleatorio. (Cuadro 14).

Cuadro 14: Diseño Experimental de parcelas divididas con épocas de aplicación, de tratamientos.

PARCELAS PRINCIPALES (EPOCAS DE APLICACION)	SUB PARCELAS (TRATAMIENTOS CON DIFERENTES DOSIS DE PRODUCTOS QUIMICOS)
EPOCA 1 11 de agosto 2002	T1 (0,5% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T2 (1% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T3 (1,5% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T4 (2,5% Nitrato de Potasio + 4% de Aceite)
	T5 (5% Nitrato de Potasio + 4% de Aceite)
	T6 (4 % Aceite)
EPOCA 2 26 de agosto 2002	T1 (0,5% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T2 (1% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T3 (1,5% de DORMEX + 4% de Aceite)
	T4 (2,5% Nitrato de Potasio + 4% de Aceite)
	T5 (5% Nitrato de Potasio + 4% de Aceite)
	T6 (4 % Aceite)

Fuente: Elaboración propia.



5.2.3. Modelo Estadístico

El modelo estadístico de parcelas divididas es el siguiente:

$$U_{...} = B_j + P_i + E_{ij} + T_k + P_{tik} + E_{ijk}$$

Donde:

$U_{...}$ = Media general.

B_j = Efecto de Bloque.

P_i = Efecto de Época de aplicación o Parcela principal.

E_{ij} = Error de la parcela principal.

T_k = Efecto de Tratamiento, productos y dosis.

P_{tik} = Interacción de época y tratamiento.

E_{ijk} = Error de la subparcela.



5.2.4. Variables de Respuesta

5.2.4.1. Brotación de yemas florales

A los 50 días de los tratamientos, se contó el número de dardos aparentes y de brindillas en cada rama identificada. Con esto se calculó el porcentaje de dardos brotados en relación al total de yemas vegetativas. Este también es un indicador de la dominancia apical. Los dardos son brotes cortos de entre 1-3 cm de longitud, insertos en ramas de uno o dos años. Las brindillas son ramas medianas de 5-30 cm de longitud, donde aparentemente se forman flores en la yema terminal (Gutierrez, comunicación personal, 2003).

$$\% \text{ BROTACIÓN} = \frac{\text{Número de (dardos + brindillas cortas) en primavera}}{\text{Número de yemas vegetativas en invierno}} \times 100$$

5.2.4.2. Brotación de yemas vegetativas

En invierno, en cada rama identificada se contó el número de yemas vegetativas sobre ramas anuales. Después de los tratamientos a los 50 días, en cada rama se contó el número de yemas vegetativas brotadas y los brotes en desarrollo. La brotación se expresa en porcentaje de yemas vegetativas abiertas en relación al total.

$$\% \text{ BROTACIÓN} = \frac{\text{Yemas vegetativas brotadas en primavera}}{\text{Número de yemas vegetativas en invierno}} \times 100$$



5.2.4.3. Apertura floral: Floración

En invierno, después de la poda y antes de los tratamientos se identificaron tres ramas secundarias por planta, procediéndose a contar en cada rama, el número de dardos y brindillas (yemas florales aparentes). Después de los tratamientos a los 50 días se contó el número de dardos y brindillas con flores. Con estos datos se calculó el porcentaje de floración en dardos y brindillas.

$$\% \text{ FLORACION} = \frac{\text{Flores de dardos} + \text{flores de brindillas (Primavera)}}{\text{Número de yemas florales totales (aparentes en invierno)}} \times 100$$

5.2.4.4. Rendimiento

Para el rendimiento, cada planta se cosechó por separado en cajas plásticas. Se contó el número de frutos y se pesaron individualmente. El rendimiento por hectárea se calculó en base al peso obtenido en cada planta (1250 plantas por hectárea a una densidad de 4 metros entre filas y dos metros entre plantas).

$$\text{Rendimiento (Kg/Ha)} = \text{Peso en kg/planta} \times \text{Número de Plantas/Ha}$$

- El Rendimiento:

El rendimiento estimado se calcula en base al incremento (porcentaje) obtenido en el experimento de los tratamientos en relación al testigo.

Se considera que el testigo tiene una producción media de 15000 kg/ha.



5.2.4.5. Balance económico

Se calculó de acuerdo a dos situaciones:

a) En un huerto a inicios de producción (2 a tres años)

- Costo básico de producción:

800,0 US\$/ha (se incluye la mano de obra para la aplicación de productos o aceite agrícola).

- Costo de tratamientos:

DORMEX a 20,0 US\$/litro, Aceite 2,5 US\$/litro. -

- Volumen de aplicación: 400 l/ha

- Precio de la fruta: 0,35 US\$/kg.

Costo Total = Costo básico + Costo de Tratamiento.

Balance Económico = Ingresos – Costo Total.

b) Un Huerto en plena producción con los resultados obtenidos en el ensayo

- Costo básico de producción:

2800,0 US\$/ha (incluido el costo de mano de obra para aplicación de productos)

- Costo de tratamientos:

DORMEX a 20,0 US\$/litro.

Aceite 2,5 US\$/litro.

Volumen de aplicación (1500 l/ha).

- Precio de la fruta: 0,35 US\$/kg.

Costo Total = Costo básico + Costo de Tratamiento

Balance económico = Ingresos – Costo Total



5.3. Croquis del Experimento

El croquis del experimento se planteo de la siguiente manera: (Figura 12).

BLOQUE 1	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV
T2	T6	T4	T3
T1	T4	T5	T2
T4	T3	T3	T1
T5	T1	T6	T4
T6	T5	T1	T6
T3	T2	T2	T5

Figura 12: Distribución de los tratamientos de campo en una época.



6. RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables más importantes consideradas en los análisis estadísticos son:

- Brotación de yemas florales (porcentaje de dardos y brindillas sobre el total de yemas vegetativas).
- Brotación de yemas vegetativas (porcentaje de yemas brotadas de yemas vegetativas).
- Floración (porcentaje de yemas florales abiertas).
- Rendimiento en kg/ha.

Los valores de porcentaje de las variables de respuesta fueron transformados a $\arcseno x/100$, antes de someterlos a un análisis de varianza, para lo cual se empleó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

6.1. Brotación de Yemas florales

Las yemas florales son los dardos y brindillas que se forman sobre las ramas anuales y se pueden expresar como porcentaje en relación al total de yemas vegetativas en una muestra. (Gutiérrez, 2003).

La evaluación del número de yemas brotadas se hizo semanalmente durante 7 semanas calculando los porcentajes de brotación final y acumulada a través del tiempo.

6.1.1. Análisis de Varianza para la brotación de yemas florales en dos épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

El análisis de varianza para la variable de respuesta brotación de yemas florales, tratadas con tres dosis de Dormex y dos dosis de Nitrato de Potasio, en dos épocas de aplicación, reporto diferencias estadísticamente significativas para el efecto entre las dos épocas de aplicación sobre el porcentaje de brotación de yemas florales.

Además el análisis de varianza para el efecto de los tratamientos reporto que existen diferencias altamente significativas entre las dosis de DORMEX y el Nitrato de Potasio (Cuadro 15).



Cuadro 15: Análisis de Varianza para brotación de yemas florales en Manzano Cv. Gala con DORMEX y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

F V	G L	S C	C M	F	P P
BLOQUE	3	0.01400	0.00466	1.73	0.18
EPOCA	1	0.01045	0.01045	34.41	0.0099*
ERROR A	3	0.00091	0.00030		
TRATAMIENTO	5	0.33986	0.06797	25.16	0.0001**
EPOCA X TRAT.	5	0.00299	0.00059	0.22	0.9504
ERROR	30	0.08105	0.05119		
TOTAL	47	0.44928			

C.V. 20% (** Alta significancia, * Significancia)

Como efecto principal, el porcentaje de brotación de yemas florales en la primera época con 34,3% es significativamente superior a la segunda época con 29,5% (Figura 13).

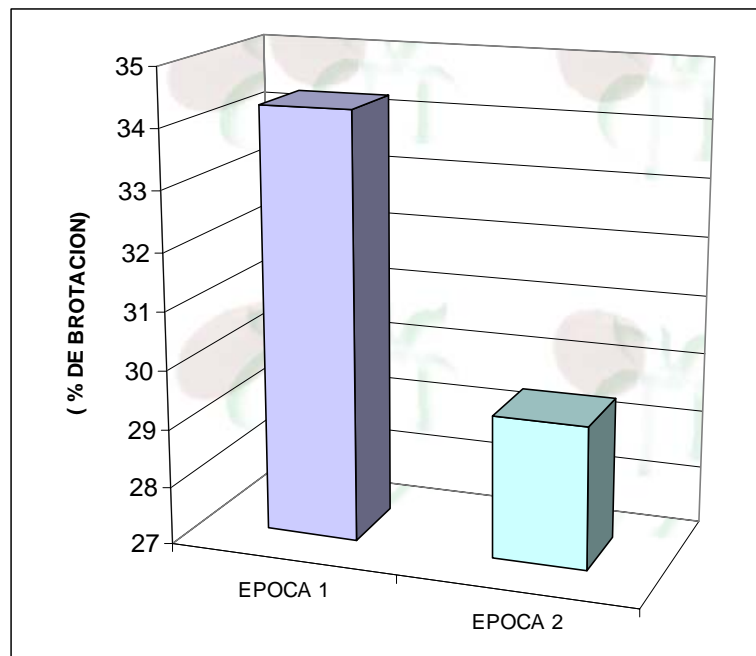


Figura 13: Efecto de la aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio sobre la brotación de yemas florales en CV. Gala, en dos épocas de aplicación.



6.1.2 Prueba de Tukey para la brotación de yemas florales en dos épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

La Prueba de Tukey demostró que la brotación de yemas florales entre tratamientos difiere con el tiempo de aplicación; En la primera época (11 de agosto), el DORMEX mostró un valor máximo de 58,325% cuando se aplicó al 1,0%, que no fue estadísticamente diferente al porcentaje de brotación alcanzado cuando se aplicó al 1,5% cuya brotación fue 52,075%, las aplicaciones con DORMEX al 0,5%, Nitrato de potasio testigo al 5,0% y 2,5% con 32.25%, 26.775% y 19.675% 16,60%, respectivamente, tampoco fueron estadísticamente diferentes.

En la segunda época de aplicación (26 de agosto), el DORMEX al 1,0% y al 1,5% (48,325 y 47,075% de brotación de yemas florales respectivamente) son similares entre sí, pero superiores a los tratamientos con Nitrato de Potasio y el testigo (Cuadro 16 y Figura 14).

Cuadro 16: Porcentaje de brotación de yemas florales en manzano Cv. Gala tratados con DORMEX y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

TRATAMIENTOS	EPOCA 1		EPOCA 2	
DORMEX 1.0%+ ACEITE 4%	58.325	A	48.325	A
DORMEX 1.5%+ ACEITE 4%	52.075	AB	47.075	A
DORMEX 0.5%+ ACEITE 4%	32.25	BC	28.075	AB
NITRATO DE POTASIO 5.0%+ACEITE 4%	26.775	C	21.95	B
NITRATO DE POTASIO 2.5%+ACEITE 4%	19.675	C	15.80	B
TESTIGO	16.60		13.5	B

Letras distintas denotan diferencias significativas mediante la prueba de Tukey (5%).

Los resultados obtenidos indican que las aplicaciones con DORMEX al 1.0%, 1.5 %, 0,5% son más efectivas, como estimulador de la brotación, que el empleo de Nitrato de Potasio. Bajo las condiciones de Vallegrande el DORMEX sigue siendo el producto más importante como estimulador de brotación. El Nitrato de Potasio no es efectivo como estimulador de brotación para las condiciones de Vallegrande ya que se obtuvo un mínimo aumento en comparación con el tratamiento Testigo (Figura 14).

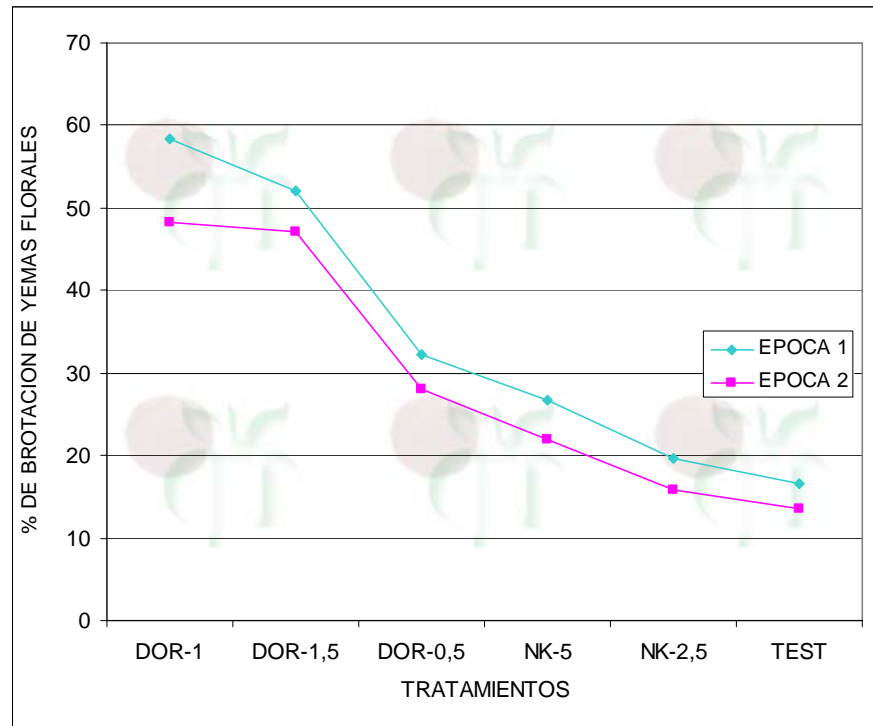


Figura 14: Porcentaje de reducción en la brotación de yemas florales (dardos y brindillas) en Manzano Cv. Gala tratados con Dormex y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

En la aplicación del 11 de agosto (primera época), el tratamiento con DORMEX al 1,0% con 82,5% de brotación se forma un 58,3% de yemas florales y con DORMEX al 1,5% con 79,9% de brotación se forma un 52,1% de yemas florales. Por el contrario el testigo tuvo un 25,9% de brotación y solo se formaron un 16,6% de yemas florales. Esto significa que a menor cantidad de yemas vegetativas, menor cantidad de flores.

La formación de yemas florales depende de muchos factores, uno de ellos es la dominancia apical y el vigor de los brotes. A medida que hay mayor dominancia apical, o cuando una o algunas yemas ejercen el control sobre las yemas inferiores pueden inhibir su brotación y desarrollo, lo cual produce una menor cantidad de brotes, necesarios para la inducción (Caballero, 1988).

Por otra parte, cuando el número de yemas vegetativas brotadas es reducida, el crecimiento de los brotes presentes es vigoroso y por más tiempo que cuando hay mayor cantidad de brotes. Cuando el desarrollo de brotes es fuerte, hay una menor



inducción y desarrollo floral (Forshey and Elfving, 1989; Callejas y Reginato, 2000). La formación de yemas florales estaría reducida por la síntesis de auxinas en las hojas jóvenes de brotes vigorosos (Buban y Faust, 1989). La inducción floral en manzano se produce después de la parada del crecimiento en los brotes. Si este crecimiento continúa por mucho tiempo, habrá menos inducción, lo cual puede haber pasado con el testigo y aquellos que tienen menos porcentaje de brotación.

La aplicación de DORMEX, al parecer produce estrés en las yemas (estrés químico) lo cual podría favorecer por una parte, para completar el requerimiento de frío del manzano Cv. Gala en Vallegrande y por otra parte incrementar temporalmente la temperatura interna de las yemas, aumentar la velocidad metabólica y por lo tanto la hidrólisis de las proteínas, esencial para la brotación. Adicionalmente, el DORMEX mezclado con el aceite agrícola produciría una falta de oxígeno que también genera estrés interno.

La brotación de las yemas florales es un proceso relacionado estrechamente con la brotación de las yemas vegetativas y la dominancia apical (en plantas adultas). Si la brotación es poco uniforme, significa que hay mayor manifestación de dominancia apical y por tanto reducción de la formación de las yemas florales.

La aplicación de Dormex produce un estrés y uniforma la brotación, es decir reduce el efecto de la dominancia apical, lo cual favorece la formación de yemas florales, esenciales para la producción. Con pocas yemas en desarrollo, el crecimiento de estas es más vigoroso.

En las condiciones de Vallegrande, el frío no es suficiente para provocar un estrés interno en el manzano Cv. Gala. Este poco estrés, puede explicarse por el hecho de que en invierno, las temperaturas disminuyen por la noche, pero se incrementan en el día. Este calor del día pudo haber eliminado la acumulación producida en la noche, disminuyendo la cantidad de estrés o frío total acumulado. Esto produce una deficiente floración y brotación, lo que se corrobora en los resultados arrojados con la Prueba de Tukey que demostró, que la brotación de yemas florales entre los tratamientos difiere



con el tiempo de aplicación (Cuadro 16) a su vez disminuye la capacidad de transformarse de yemas vegetativas a florales.

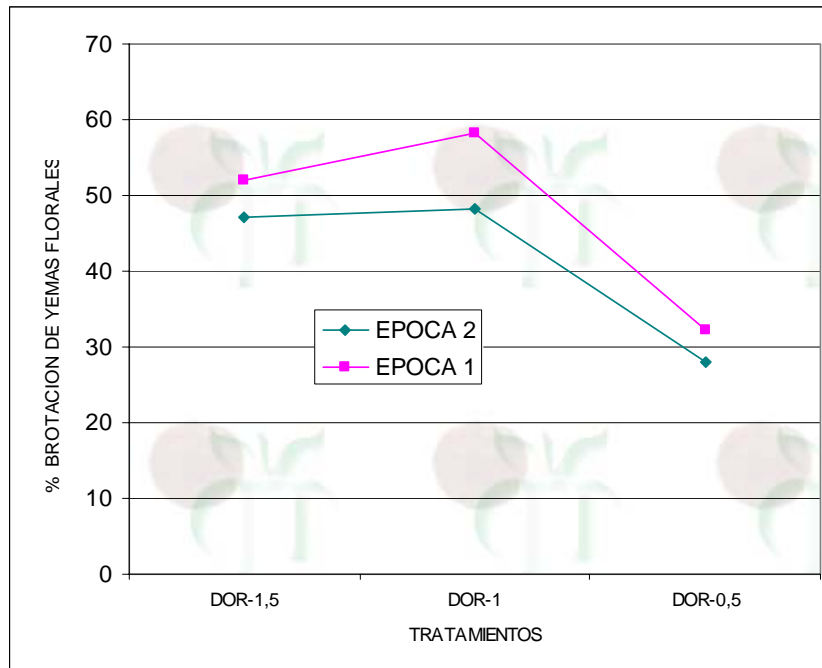


Figura 15: Porcentaje de brotación de yemas florales, dardos y brindillas en Manzano Cv. Gala, tratados con Dormex en dos épocas de aplicación.

Según Erez (1987), debe darse una combinación de época y concentración para que se produzca el mayor estímulo en la brotación. En nuestro estudio, una aplicación de DORMEX al 1.0 % en la primera época produjo el mayor porcentaje de brotación. Si bien no hay diferencias estadísticas en la brotación en las dos épocas, en la segunda época, el porcentaje de floración es ligeramente menor. Con esta prueba se estableció que la mejor brotación de yemas florales tanto en la primera época (11 de agosto) como para la segunda época (26 de Agosto) es el DORMEX al 1.0% (Cuadro 16), confirmando lo planteado por otros autores que resaltan la importancia de la aplicación de dicho producto para compensar las horas de frío y estimular la brotación (Benke, 1992; Sánchez, 1992; Yuri, 2002) (Figura 15).



6.1.3 Porcentaje de yemas florales brotadas y la diferencia porcentual de la aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio con relación al testigo en dos épocas.

En el (cuadro 17), se presenta un resumen del porcentaje de yemas florales brotadas y la diferencia porcentual de los tratamientos en relación al testigo en las dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio.

Esta reducción del porcentaje de brotación de yemas florales podría deberse a que en la segunda época, el estado interno de las yemas florales era diferente a la primera época y pudiendo estar con un mayor grado de desarrollo o empezando a despertar. Si no hay suficiente estrés, hay diferencias significativas entre las yemas de acuerdo a su desarrollo y ubicación dentro de la planta. Una aplicación más retrasada puede no ser suficiente para homogenizar el estado de las yemas ya que pueden estar en diferente estado de desarrollo. Esto indica que el DORMEX debe aplicarse cuando hay un estado poco avanzado de brotación (estado de dormancia profundo) (Cuadro 17 y Figura 16).

Cuadro 17: Porcentaje de yemas florales brotadas y la diferencia porcentual de los tratamientos en relación al testigo en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio.

TRATAMIENTOS	FORMACIÓN DE YEMAS FLORALES			
	EPOCA 1		EPOCA 2	
	% yemas florales	Dif. % *	% yemas florales	Dif. %
TESTIGO	16,6		15,8	
DORMEX 0,5%	32,3	+94,3	28,1	+ 77,7
DORMEX 1,0%	58,3	+251,4	48,3	+ 205,9
DORMEX 1,5%	52,1	+ 213,7	47,1	+ 197,9
Nitrato de Potasio 2,5%	19,7	+ 18,5	15,5	-1,9
Nitrato de Potasio 5,0%	26,8	+ 61,3	21,9	+ 38,9

Diferencia en porcentaje en relación al testigo (+ = incremento; -= reducción)

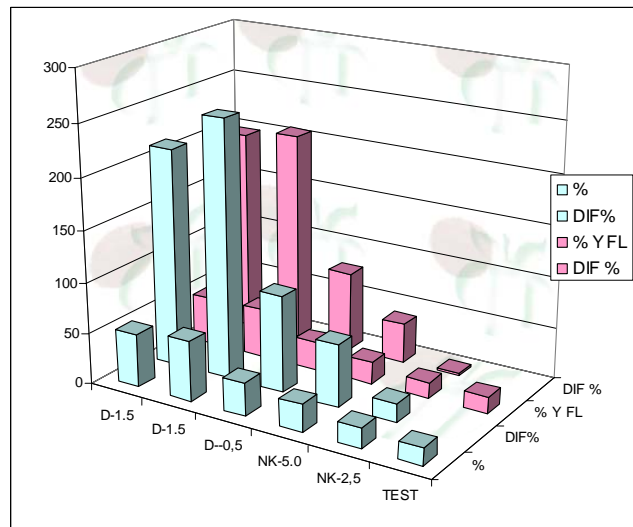


Figura 16: Porcentaje de yemas florales brotadas y la diferencia porcentual de los tratamientos en relación al testigo en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio.

6.1.4 Porcentaje de reducción en la brotación de yemas florales entre la primera y segunda época de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

En general, el porcentaje de yemas florales brotadas disminuye en la segunda época de aplicación, independiente de la dosis de DORMEX o Nitrato de Potasio. La reducción más importante ocurre con Nitrato de Potasio al 2,5% y 5,0% y con DORMEX al 1,0%, que produjeron una diferencia de 21,2%, 18, 02% y 17,15% entre la aplicación del 11 de agosto y del 26 de agosto (Cuadro 18 y Figura 17).

Cuadro 18: Porcentaje de reducción en formación de yemas florales entre la primera y segunda época de aplicación en Manzano Cv. Gala.

TRATAMIENTO	Porcentaje de reducción %
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	17,15
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	9,60
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	12,95
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	18,02
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	21,22
Testigo Aceite 4%	4,82

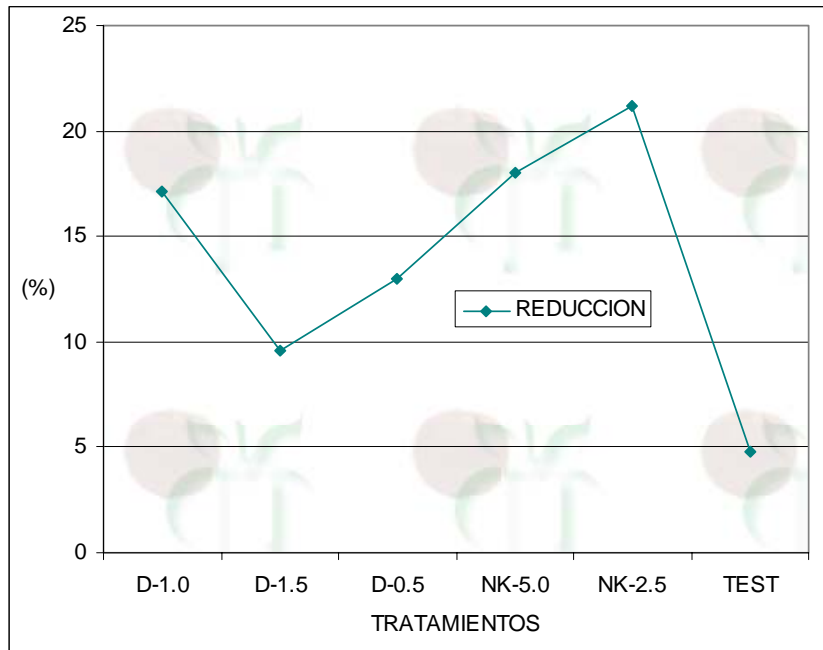


Figura.17: Promedio de porcentaje de reducción en la formación de yemas florales de las dos épocas en manzano Cv. Gala, en Vallegrande.

La respuesta del aumento de brotación de yemas florales (Dardos y Brindillas) con la aplicación del DORMEX, coincide con los resultados obtenidos por Shulman *et.al.* (1983) en vid y por Williams y Taxtzoc (1990), en manzano, y reafirman la opinión de Erez (1987), Díaz (1992), Gutiérrez (2003), Peereboom, Yuri (2004), que DORMEX es uno de los productos más efectivos para promover la brotación. El efecto de la aplicación del Nitrato de Potasio fue menos efectivo, para estimular la brotación de las yemas florales del manzano Cv. Gala en las condiciones de Vallegrande.



6.2. Brotación de yemas vegetativas

La brotación se expresa como el porcentaje de yemas vegetativas que se desarrollan en relación al total de yemas sobre ramas anuales (yemas vegetativas anuales).

La brotación de yemas vegetativas se produce después de una etapa de estrés, que generalmente se da por las bajas temperaturas para los frutales de climas templados como es el manzano. Durante el desarrollo de las yemas en la anterior vegetación, existen diferentes estados de formación, lo cual a su vez genera una dominancia apical entre ellas. Si el estrés por frío es adecuado, estas diferencias entre las yemas se reduce y de alguna manera la mayoría se encuentran en un punto de partida casi similar. En esas condiciones, al aumentar la temperatura en primavera, la mayoría de las yemas inician su desarrollo al mismo tiempo y por lo tanto la brotación es más uniforme.

Por el contrario, si el frío no es suficiente para cubrir sus necesidades, las yemas continúan o permanecen en diferentes estados de desarrollo, ya que con el aumento de la temperatura durante el día, las yemas no descansan adecuadamente o están en diferentes estados de dormancia. Al aumentar la temperatura en primavera, las yemas parten de diferentes estados, de ahí que la brotación no es uniforme y la dominancia apical se manifiesta fuertemente e incluso algunas yemas no llegan a abrirse. Esto significa que las temperaturas bajas de Vallegrande no son suficientes para cubrir los requerimientos de frío del manzano Cv. Gala y que requiere de una adición de estrés, que en este caso es generado por el DORMEX. Otras variedades como Eva que tienen menor requerimiento de frío brotan regularmente sin DORMEX, lo cual confirma que para Gala, el frío es la causa de la baja brotación.

6.2.1 Análisis de varianza para brotación de yemas vegetativas en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio

El análisis de varianza, para la variable de respuesta brotación de yemas vegetativas, reporto diferencias estadísticas altamente significativas, para el efecto de los tratamientos, sobre el porcentaje de la brotación. Los efectos de las épocas y la



interacción época vs. tratamientos de la misma variable, no fueron estadísticamente significativas, los resultados se pueden apreciar en el (Cuadro 19).

Por otra parte, existe una alta significancia entre los tratamientos (dosis de DORMEX y Nitrato de Potasio) sobre la brotación. Por el contrario no hay diferencias significativas entré épocas de aplicación (11 y 26 de agosto) y en la interacción entre épocas y tratamientos. (Cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de Varianza para brotación de Manzano Cv. Gala en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio.

F U	G R	S U	C U	V A	P R
BLOQUE	3	0.00926	0.00308	1.11	0.3606
EPOCA	1	0.00678	0.00678	2.44	0.1289
ERROR A	3	0.01363	0.00454		
TRATAMIENTOS	5	0.86224	0.17244	61.96	0.0001**
EPOCA X TRAT.	5	0.00110	0.00022	0.08	0.9949
ERROR	30	0.08350	0.00278		
TOTAL	47	0.97653			

CV = 17,2% (** Alta significancia), promedios acompañados con letras distintas denotan diferencias significativas, según la Prueba de Tukey.

6.2.3. Prueba de Tukey para la brotación con el promedio de las dos épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

La Prueba de Tukey de los efectos en la primera época de aplicación (11 de agosto) comprobó, que las tres dosis de DORMEX (0,5%, 1,0% y 1,5%) no muestran diferencias significativas entre las dosis de DORMEX, es decir son estadísticamente iguales con un 71,025%; 82,5% y 79,9% de brotación, pero al mismo tiempo, superiores a los tratamientos con Nitrato de Potasio y al testigo. El Nitrato de Potasio al 2,5% y 5% y el testigo son estadísticamente iguales entre sí con 40,37%, 33,1% y 26,0% de yemas brotadas respectivamente. En la segunda época de aplicación (26 de agosto), la Prueba de Tukey indica que no existen diferencias significativas; el DORMEX al 1,0% (79% de brotación) es igual al DORMEX al 1,5% (76,83% de brotación), y superior al DORMEX al 0,5% (64,2% de brotación). El Nitrato de Potasio al 5% produce mayor brotación que el testigo pero similar al mismo producto al 2,5%. Las dosis de Nitrato de



Potasio y el testigo tienen menores respuestas que el DORMEX en la brotación (Cuadro 20 y Figura 18).

Cuadro 20: Porcentaje de brotación de Manzano C v. Gala con DORMEX y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

TRATAMIENTO	EPOCA 1		EPOCA 2	
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	82,5	A	79,025	A
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	79,9	A	76,825	A
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	71,025	A	64,175	B
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	40,375	B	38,2	C
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	33,075	B	30,325	C D
Testigo Aceite 4%	25,975	B	20,95	D

Letras distintas denotan diferencias significativas mediante la Prueba de Tukey (5%).

En la figura 18, se aprecia que las diferentes dosis de Nitrato de Potasio y el testigo en porcentaje produjeron menor brotación (40.4%, 33.1%, 25.97%, respectivamente), valores que fueron significativamente diferentes de las brotaciones alcanzadas con las diferentes dosis de DORMEX en tres diferentes concentraciones (1.5%, 1.0%, 0.5% respectivamente) de las cuales las primeras dos fueron estadísticamente iguales, no así la tercera.

Con referencia a las épocas de aplicación de los productos químicos se puede observar que la aplicación en primera época significó un incremento en el porcentaje de la brotación, alcanzando un valor máximo de 82.5 %, cuando se aplicó DORMEX al 1.0%.

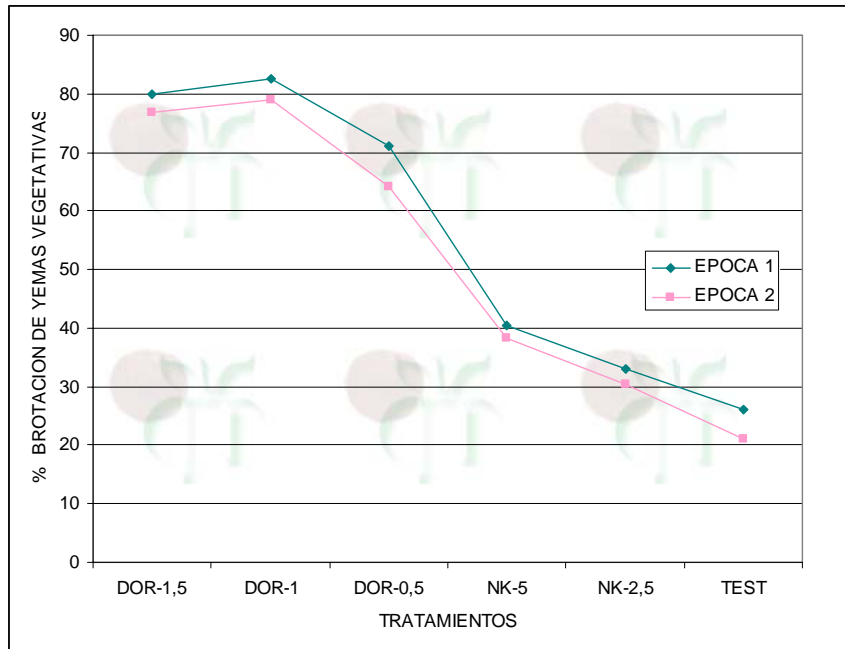


Figura 18: Porcentaje de brotación de yemas vegetativas en manzano Cv. Gala tratados con DORMEX y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

6.2.4 Prueba de Tukey para la brotación con el promedio de las dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio

Al comparar el efecto principal de las aplicaciones de productos en las dos épocas, con la Prueba de Tukey, las tres dosis de aplicación de DORMEX (0,5%; 1,0% y 1,5%) con un porcentaje promedio de 67,6%, 80,76% y 78,36% de brotación respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí, pero mayores al resto de los tratamientos.

El Nitrato de Potasio al 5,0% con un porcentaje promedio de 39,26% de brotación es similar a la dosis al 2,5% del mismo producto (31,7%), pero superior que el testigo con un 23,46% (Cuadro 21 y Figura 19). Confirmando lo planteado por otros autores que resaltan la importancia de la aplicación de dicho producto para compensar el frío y estimular la brotación (Benke, 1992, Sanchez, 1992).



Al respecto Lemus *et.al.* (1989) formularon la hipótesis de que las aplicaciones con DORMEX actúan mas como compensadores de frío que como suplemento de este (Díaz 1992), al contrario asevera, que solo actuará si el árbol a recibido una cierta cantidad de frío y que nunca podrá reemplazar la totalidad del requerimiento de frío. Por lo tanto se puede inferir que para condiciones de Vallegrande el DORMEX y otros compuestos de acción similar, deben considerarse como estimuladores de brotación.

Cuadro 21: Porcentaje de brotación en manzano Cv. Gala en dos épocas de aplicación

TRATAMIENTOS	MEDIA	GRUPO	Nº DATOS
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	80,76	A	8
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	78,36	A	8
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	67,60	A	8
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	39,26	B	8
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	31,70	B C	8
Testigo Aceite 4%	23,46	C	8

Letras distintas indican diferencia significativa mediante la prueba de Tukey (5%)

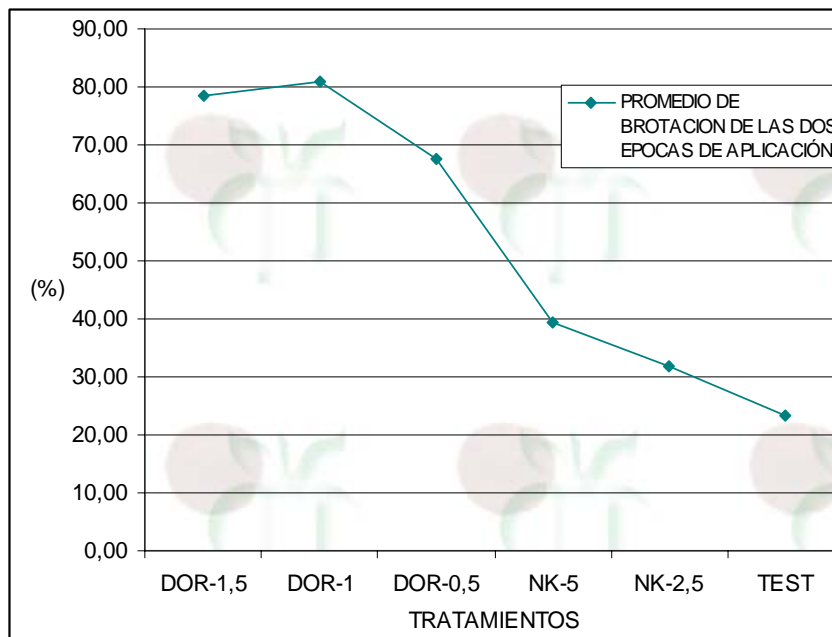


Figura 19: Promedio de brotación de las dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio. Manzano Cv. Gala en Vallegrande.



6.2.5. Porcentaje de brotación en las dos épocas de aplicación con las tres dosis de DORMEX.

Entre la primera época de aplicación (11 de agosto) y segunda época (26 de agosto) de aplicación de DORMEX, la brotación disminuye ligeramente, especialmente cuando se trata a una dosis del 0,5% (disminuye de 71,025% a 64.175% entre la primera y segunda época de aplicación. Es posible que a medida que se atrase la aplicación, se deba aplicar como mínimo al 1,0%. Quizá en la segunda época, las yemas internamente tengan mayor actividad y con cierta dominancia entre unas y otras, y requerirá más cantidad de DORMEX para controlarlas.

Resultados similares se han obtenido en manzano Cv. Winter Banana al incrementar la brotación de un 21,3% (testigo) a un 96,9% con DORMEX al 4% y en Manzano Cv. Wealthy de un 13,6% (testigo) a un 93,2% con DORMEX al 2% y 81,9% con DORMEX al 4% (Wayne y Taxtzoc, 1990). La diferencia en los resultados encontrados muestran que la respuesta depende de la variedad, condición climática y la dosis de DORMEX.

El mecanismo de acción del DORMEX y el aceite agrícola puede ser similar en yemas vegetativas y florales, una inhibición de la respiración normal debido a la acción del cianuro de potasio (o un compuesto similar) o falta de oxígeno, un aumento de la temperatura y metabolismo en las células de las yemas.

El Nitrato de Potasio al 2,5 y 5,0% no es efectivo para controlar la brotación, aunque se haya producido un incremento en 80% en relación al testigo en la segunda época. Al parecer, el efecto del Nitrato depende de la dosis y de la variedad. En Cv. Gala, que presenta una pronunciada dominancia apical, el Nitrato no es eficiente para el quiebre de dormancia. Estos resultados concuerdan con Faust (1987), que menciona que el Nitrato de Potasio es más efectivo para incrementar la apertura de yemas florales y menos en yemas vegetativas. En general, se deduce que la brotación se reduce a medida que se retrasa el momento de aplicación de los productos químicos.

Este efecto es más notorio en la aplicación de DORMEX al 0,5%, ya que disminuye del 71,0% al 64,2% de la primera a la segunda época, en el presente estudio una aplicación



de DORMEX al 1.0% el 11 de Agosto (Primera época) produjo el mayor porcentaje de brotación (Figura 20)

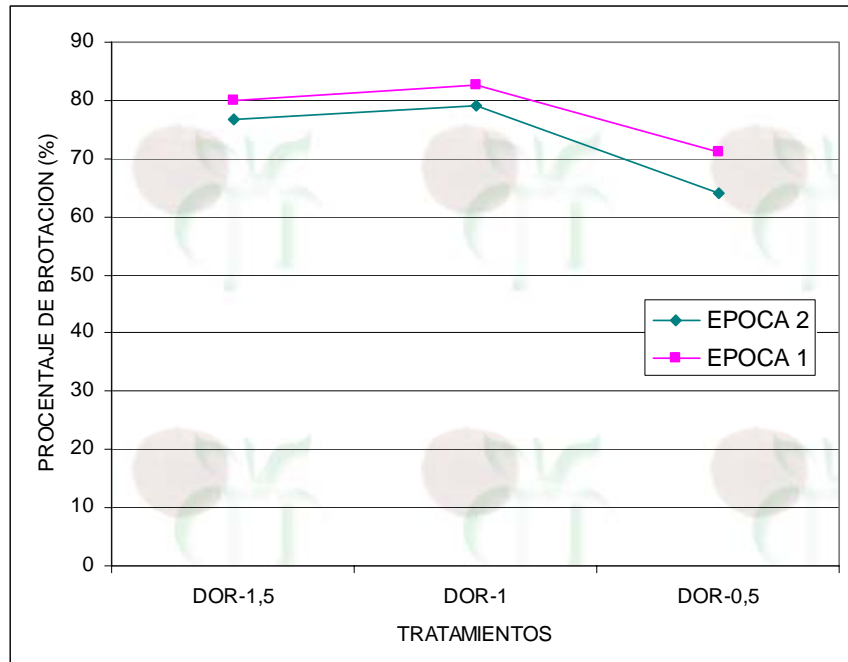


Figura 20: Porcentaje de brotación en las dos épocas de aplicación con las tres dosis de DORMEX.

Las yemas vegetativas al igual que las yemas florales requieren de acumulación de frío o estrés fisiológico en invierno para una apertura y desarrollo normal. Las aplicaciones de DORMEX al 0,5%, 1,0% y 1,5% incrementan la brotación entre 173% y 266%. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en floración, reforzando el hecho de que en Vallegrande, la acumulación de frío en invierno no es suficiente para una brotación normal. Con la aplicación de aceite agrícola, sólo se logra una brotación del 25,9% en la primera época de aplicación, insuficiente para un desarrollo adecuado y control de la dominancia apical, paso importante para la formación de las plantas y para el desarrollo de yemas florales, que son bases de la producción.

La aplicación de DORMEX al 0,5%, 1,0% y 1,5% produce altos porcentajes de brotación, llegando hasta un 82% con 1,0%. Esto indica que el DORMEX es un producto eficiente para mejorar la brotación, ya que el testigo sólo obtuvo entre 20 y 26% de brotación.



6.3 Floración (Apertura de yemas florales)

La floración es la apertura de flores (antesis) que se produce después del periodo de reposo. En el análisis estadístico se considera el porcentaje de racimos florales visibles en relación al número total de yemas florales aparentes (dardos y brindillas).

En las plantas o tejidos vegetales, existen dos vías o sistemas de respiración. La respiración normal produce energía química en forma de ATP y requiere de oxígeno, mientras que la vía alternativa no produce energía química y puede producir calor (o liberar calor) y esta vía no requiere de oxígeno.

La floración (apertura de yemas) se produce después de un período de reposo y estrés por bajas temperaturas. En invierno, se produce un estrés por temperaturas menores a 7 grados centígrados, que reduce su metabolismo significativamente. La reducción del metabolismo es un mecanismo de resistencia de las plantas a deficientes condiciones climáticas. La reducción del metabolismo, de alguna forma es un estado de estrés fisiológico. La brotación se produce después de alcanzar un nivel de estrés interno y cuando las condiciones climáticas de temperatura son favorables. Si las yemas no han sufrido suficiente estrés, la brotación no es uniforme y algunas yemas no llegan a despertar por mucho tiempo. (Gutiérrez, 2003, comunicación personal).

En las condiciones de Vallegrande, el frío no es suficiente para provocar un estrés interno en el manzano. Este poco estrés puede explicarse por el hecho de que en invierno, las temperaturas disminuyen por la noche, pero incrementan en el día. Este calor del día puede eliminar el estrés producido por la noche, disminuyendo la cantidad de estrés o frío acumulado en total. Esto produce una deficiente floración.

La aplicación de DORMEX, al parecer produce el estrés en las yemas (estrés químico) lo cual podría favorecer por una parte, completar lo que requiere la planta y por otra incrementar temporalmente la temperatura interna de las yemas, aumentar la velocidad metabólica y por lo tanto la hidrólisis de las proteínas, esencial para la brotación. Adicionalmente, el DORMEX con el aceite produciría una falta de oxígeno que también genera estrés interno.



6.3.1 Análisis de varianza para la floración en dos épocas de aplicación con Dormex y Nitrato de Potasio

El Análisis de varianza para el porcentaje de floración, reporto que no existen diferencias significativas entre las dos épocas de aplicación de los productos químicos (11 y 26 de agosto). Para el efecto entre tratamientos se encontró una alta significancia, lo cual indica que hay respuestas diferentes entre dosis de DORMEX, Nitrato de Potasio y el testigo. En los efectos de la interacción entre épocas de aplicación y dosis de productos no se encontró significancia (Cuadro 22).

Cuadro 22: Análisis de Varianza para la variable de respuesta floración de Manzano Cv. Gala en dos épocas de aplicación de Dormex y Nitrato de Potasio.

F	G	S	C	V	P
u	r	u	u	a	r
BLOQUE	3	0,00335	0.00111	0.74	0.5376
EPOCA	1	0,00003	0.00003	0.10	0.7746
ERROR A	3	0,00095	0.00031		
TRATAMIENTO	5	0,61568	0.12313	81.33	0.0001**
EPOCA X TRAT	5	0,01149	0.00229	1.52	0.2137
ERROR	30	0,04542	0.00151		
TOTAL	47	0,67694			

C.V. 20% (** Alta significancia, * Significancia)

El DORMEX (Cianamida Hidrogenada) puede producir un estrés fisiológico en las yemas de las plantas y de alguna manera reemplazar el requerimiento de frío (estrés por bajas temperaturas). El DORMEX puede penetrar en la célula cuando esta comienza su actividad, la molécula se podría combinar con el potasio libre del citoplasma y convertirse en cianuro de potasio o simplemente actuar como ion cianuro (Min-Shiang et al, 1990). El ion cianuro entraría en la mitocondria y bloquearía el sistema de respiración normal disminuyendo la generación de energía química o la formación de Adenosin Trifosfato (ATP) o producir un estrés celular. Al bloquear la respiración normal, se activa el sistema alternativo de respiración de las plantas, convirtiendo al energía química en calor; de esa manera incrementa la temperatura de



la yema. Este aumento de la temperatura provocaría al mismo tiempo una mayor actividad metabólica lo cual facilita la brotación y floración (Gutiérrez, 2003).

Es posible por lo tanto, que al aplicar DORMEX y aceite a todas las yemas florales y vegetativas al mismo tiempo, para que estas reacciones sucedan en momentos similares en las yemas aplicadas o donde llegue el producto y de esa forma estimular simultáneamente la floración y brotación. El aceite puede aumentar la eficiencia de estas reacciones, ya que cubre las yemas y puntos de entrada de oxígeno, provocando al menos temporalmente una especie de ahogo reduciendo la respiración normal.

Aunque con las mismas dosis de DORMEX o Nitrato de Potasio en floración entre la primera y segunda época, se produce una ligera disminución del promedio general. Estos resultados indican que las dos épocas estuvieron dentro del rango apropiado de aplicación, pero con la tendencia a disminuir los porcentajes de floración si retrasa más el tiempo de aplicación de productos químicos.

La efectividad de un producto, especialmente para el quiebre de dormancia requiere de un momento apropiado, que está relacionado con la actividad de la planta. En la primera época, las plantas se podrían encontrar en un estado de reposo más profundo que la segunda, por la cual tuvo mayor efecto. Sin embargo, esto no quiere decir que si se adelantara la aplicación fuese más efectiva.

El Nitrato de Potasio al 2,5% no fue efectivo para incrementar la brotación, mientras que al 5% fue un poco mayor, pero no suficiente para lograr una apertura general de las yemas florales. Al parecer en Nitrato de Potasio no es efectivo en mejorar la floración en Cv. Gala como en otras variedades como Golden Delicious (Erez, 1987), aunque los porcentajes de floración son menos para esta variedad a la aplicación de DORMEX. Al incrementar la dosis de Nitrato, hay un ligero aumento de la brotación, especialmente en la segunda época. Quizá si se aplicará a mayores concentraciones, tenga resultados más efectivos. Al respecto Erez (1987) indica que las dosis de Nitrato varían entre 5 y 7%, (Figura 21).



6.3.2 Prueba de Tukey para floración en dos épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

La Prueba de Tukey para los efectos de las épocas de aplicación de productos químicos muestra lo siguiente:

Cuadro 23: Prueba de Tukey para floración de Manzano Cv. Gala, tratados con DORMEX y Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.

TRATAMIENTO	EPOCA 1		EPOCA 2	
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	67,2	A	60,95	A
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	58,2	A	56,75	A
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	36,05	B	34,75	B
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	16,75	C	23,83	B C
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	16,50	C	16,33	C
Testigo Aceite 4%	12,95	C	13,92	C

Letras distintas denotan diferencias significativas según la Prueba de Tukey (5%)

La aplicación de DORMEX al 0,5% con 36,05% de floración es significativamente mayor que los tratamientos con Nitrato de Potasio al 2,5%, 5,0% y al testigo.

En la segunda época de aplicación (26 de agosto) el DORMEX al 1,0% y DORMEX al 1,5% produce mayor floración que el resto de los tratamientos 60,95 % y 56,75% respectivamente.

La floración con DORMEX al 0,5% y Nitrato de Potasio al 5,0% son estadísticamente similares, pero al mismo tiempo superiores al tratamiento con Nitrato de Potasio al 2,5% y al testigo. En las dos épocas, el Nitrato de Potasio al 2,5 % y 5,0% no incrementó significativamente el porcentaje de floración y es inferior al tratamiento con DORMEX (Cuadro 23 y Figura 21). En la primera época de aplicación (11 de agosto) la aplicación de DORMEX al 1,0% y DORMEX al 1,5% con 67,2 % y 58,2% de floración son estadísticamente similares entre sí y superiores que el resto de los tratamientos.

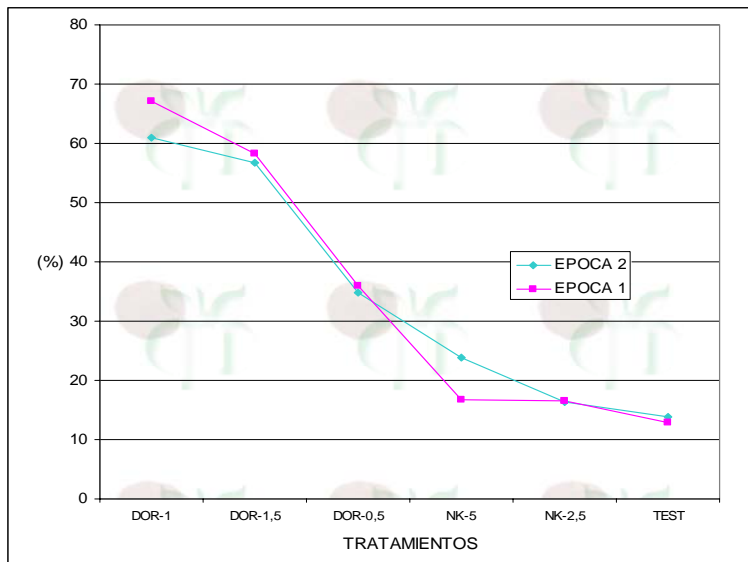


Figura 21: Porcentaje de floración de los cinco tratamientos en dos épocas.

6.3.3 Prueba de Tukey para floración con el promedio de las 2 épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

Al realizar la comparación de medias, con la Prueba de Tukey, en ambas épocas, los mayores porcentajes de brotación se obtienen con DORMEX al 1% y DORMEX al 1,5% con un porcentaje de floración de 64,06% y 57,48% respectivamente; ambos estadísticamente similares entre sí y superiores a los demás tratamientos. La aplicación con DORMEX al 0,5% produce una floración del 35,4%, menor que las dosis más altas de DORMEX, pero al mismo tiempo superior a los tratados con Nitrato de Potasio (al 2,5% y 5,0%) y al testigo (Cuadro 24 y Figura 22).

Cuadro 24: Comparación de medias con la Prueba de Tukey, para floración, en las dos épocas de aplicación de productos químicos.

TRATAMIENTO	MEDIAS	GRUPO	N
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	57,48	A	8
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	64,06	A	8
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	35,4	B	8
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	20,29	C	8
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	16,41	C	8
Testigo Aceite 4%	13,44	C	8

Letras iguales denotan semejanza estadística según la Prueba de Tukey, 5%.

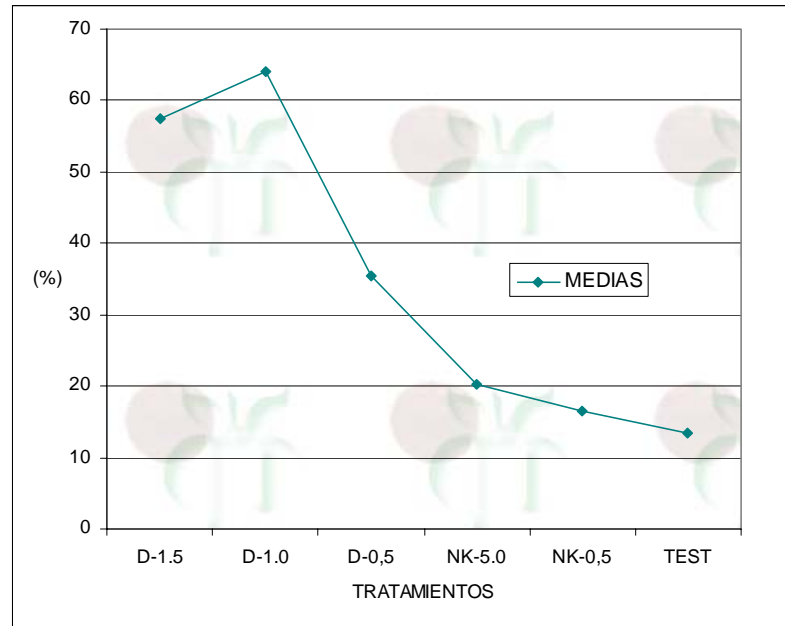


Figura 22: Promedio de porcentaje de floración de los tratamientos con diferentes dosis de DORMEX y Nitrato de Potasio, en las dos épocas.

6.3.4 Respuesta de floración en dos épocas de aplicación las tres dosis DORMEX

En ambas épocas de aplicación, se incrementa el porcentaje de floración al aumentar la dosis de DORMEX de 0,5% al 1,0%. Este incremento no es significativo al aumentar la dosis al 1,5% (Figura 24), lo cual indica que no existe una relación entre la dosis de DORMEX y el incremento de la floración.

En las dos épocas de aplicación de los tratamientos hechos con DORMEX la floración se incrementó desde un 149 % hasta un 418,7% en relación al testigo. Estos resultados muestran que para las condiciones de Vallegrande y el manzano Cv. Gala, la acumulación de frío en invierno es insuficiente para una floración normal. Por esta razón, el testigo sólo alcanza hasta un 14% de floración. Es probable que la aplicación de sólo aceite al 4% (testigo), no es suficiente para romper la dormancia en las condiciones de Vallegrande, aunque en otras variedades y climas hayan mejorado



sensiblemente los resultados (por ejemplo en Sudáfrica, algunos productores aplican aceite para mejorar la floración y brotación) (Figura 23).

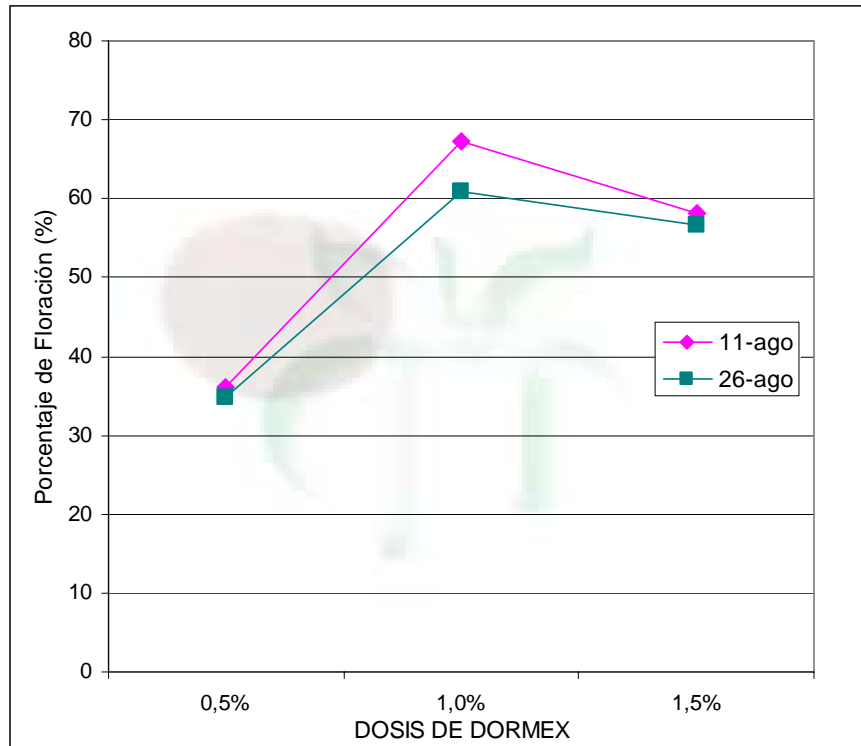


Figura 23: Respuesta de floración en Manzano Cv. Gala con tres dosis de DORMEX aplicados en dos épocas.

A pesar de que las tres dosis de DORMEX incrementan el porcentaje de floración, la más efectiva fue al 1,0% mezclado con aceite al 4,0%, mostrando que el producto es eficiente para el quiebre de la dormancia en las condiciones de Vallegrande y para el Manzano Cv. Gala (Figura 23).

Al incrementar la dosis de DORMEX entre 0,5 y 1,0% se incrementa la floración, pero no se obtiene la misma respuesta al aumentar la dosis al 1,5%. (Figura 24).

Otros ensayos han mostrado incrementos en la floración a dosis del 2,0% o 4,0%, pero sin el uso de aceite agrícola. Al parecer el efecto combinado entre el DORMEX y el aceite agrícola es eficiente a una dosis de 1,0% (Figura 24), este ensayo confirma los



resultados de ensayos preliminares realizados en Cochabamba y en la zona (Gutiérrez V.2002, comunicación personal).

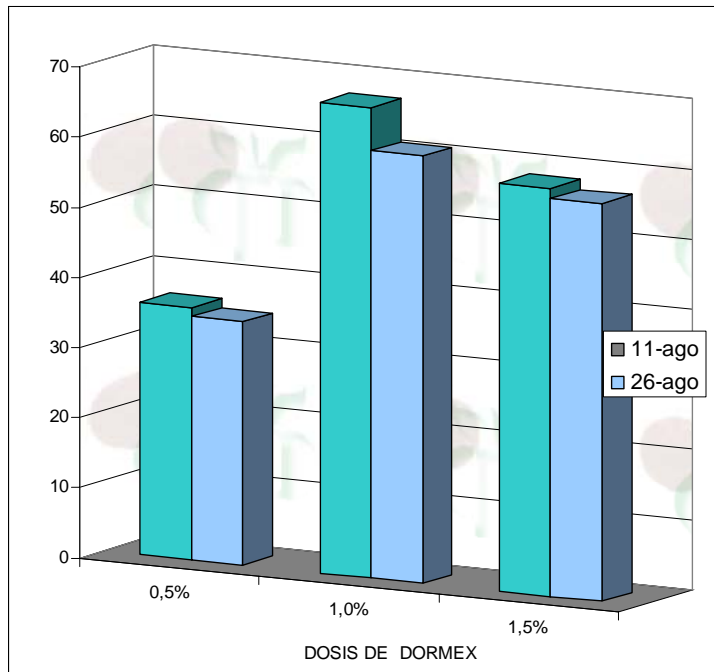


Figura 24: Incremento en el porcentaje de la floración de floración en dos épocas con la aplicación de tres dosis de DORMEX en Vallegrande para Manzana Cv. Gala.

En Manzano Golden Delicious, aplicando DORMEX al 1,5% se incrementó en 430% de floración en relación al testigo (Erez, 1987), mientras que en Winter Banana incremento de 38,7% (testigo) a 94,7%; mientras que para el Cv. Welathy se incrementó de 25,0% a 72,8% con DORMEX al 4%, aunque en este caso fueron plantas adultas (Wayne and Taxtoc, 1990).



6.4 Rendimiento

Para evaluar el rendimiento se contabilizaron; el numero de frutos por planta, peso de frutos (Kg/planta), para determinar el rendimiento (Kilogramos de fruto/Hectárea).

6.4.1 Análisis de varianza del rendimiento en dos épocas de aplicación con DORMEX y Nitrato de Potasio

En el Análisis de varianza, para la variable de respuesta rendimiento (Cuadro 25), se encontrarón diferencias significativas entre épocas de aplicación de los productos químicos, tratamientos y en la interacción época - tratamientos.

Cuadro 25: Análisis de Varianza de Rendimiento de Manzano Cv. Gala con dos épocas de aplicación de Dormex y Nitrato de Potasio.

F	GL	SC	CM	F	PR
BLOQUE	3	56330.255	18776.751	0.27	0.8433
EPOCA	1	6286275.385	6286275.385	56.53	0.0049*
ERROR A	3	333596.623	111198.874		
TRATAMIENTO	5	8333006.763	1666601.352	24.36	0.0001*
EPOCA X TRAT.	5	1154949.498	230989.899	3.38	0.0154*
ERROR	30	2052420.722	68414.024		
TOTAL	47	18216579.25			

C.V. 20% (* Significancia)

6.4.2 Prueba de Tukey para el Rendimiento en las dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio

La Prueba de Tukey, se estableció que en la primera época de aplicación (11 de agosto), el tratamiento con DORMEX al 1,0% con 2721,0 kg/ha, DORMEX al 1,5% con 2634,7 kg/ha y DORMEX al 0,5% (2143,4 kg/ha), son estadísticamente similares entre sí, pero superiores a los rendimientos obtenidos con Nitrato de Potasio y al testigo. Las aplicaciones de Nitrato de Potasio en esta época no incrementan el rendimiento en comparación al testigo (Cuadro 26 y Figura 25).

En la primera época, el tratamiento con DORMEX al 1,0% no tiene diferencias significativas con el tratamiento de DORMEX 1,5 % y con DORMEX al 0,5 % pero si



tienen diferencias significativas con los tratamientos con Nitrato de Potasio al 5% y 2,5 %. En relación al testigo se produce un incremento del 77,8%.

En la segunda época (26 de agosto), el rendimiento con DORMEX al 1,0% (1792,7 kg/ha) siendo estadísticamente similar al DORMEX al 1,5% (1408,1 kg/ha) y con DORMEX al 0,5% (1362,2 kg/ha), pero al mismo tiempo superior al Nitrato de Potasio al 2,5 y 5% y al testigo (Cuadro 26 y Figura 25). En la segunda época, el incremento es del 114 % aunque el rendimiento es menor que la primera época.

Cuadro 26: Rendimiento (kg/ha) en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio en Manzano Cv. Gala.

TRATAMIENTOS	EPOCA 1		EPOCA 2	
DORMEX 1,0% + Aceite 4%	2721,0	A	1792,7	A
DORMEX 1,5% + Aceite 4%	2634,7	A	1408,1	A B
DORMEX 0,5% + Aceite 4%	2143,4	A B	1362,2	A B C
Testigo Aceite 4%	1530,4	B C	837,5	C
Nitrato Potasio 5,0% + Aceite 4%	1475,0	C	1187,1	B C
Nitrato Potasio 2,5% + Aceite 4%	1404,4	C	978,2	B C

Letras distintas denotan diferencias significativas mediante la Prueba de Tukey (5%)

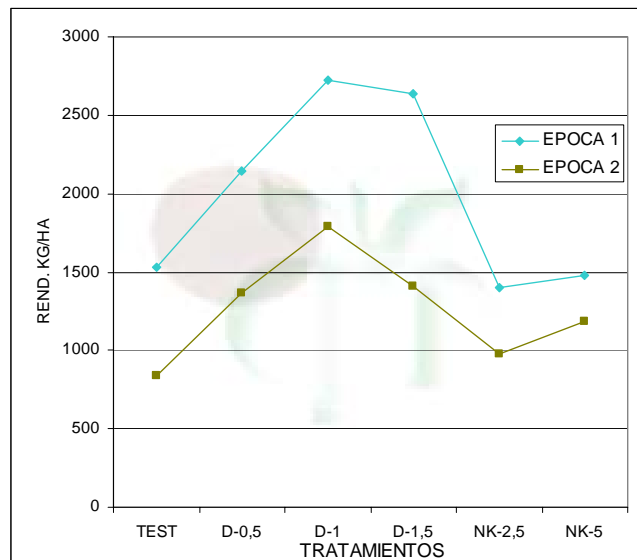


Figura 25: Rendimiento (kg/ha) de Manzano Cv. Gala con DORMEX, Nitrato de Potasio en dos épocas de aplicación.



Como se puede apreciar en la (Figura 25), Se estableció que en los tratamientos con DORMEX, Nitrato de Potasio y el testigo, el rendimiento es superior en la primera época (11 de agosto), en la segunda época de aplicación (26 de agosto) la producción disminuye. Es decir que a medida que se retrase en momento de aplicación de los productos químicos, disminuye la producción (Cuadro 26 y Figura 25). El rendimiento mas alto se lo obtuvo en la época 1, cuando son tratados con DORMEX 1.0 %, seguido de DORMEX al 1.5 % y DORMEX al 0,5 %.

8.4.3 Prueba de Tukey para Rendimiento con promedio de las dos épocas de aplicación con Dormex y Nitrato de Potasio

La Prueba de Tukey demostró que en general, que el rendimiento promedio de todos los tratamientos en la primera época de aplicación (1984,7 kg/ha) con el rendimiento de la segunda época con 1244,5 kg/ha son diferentes estadísticamente con una diferencia de 59,5% (Cuadro 27).

Cuadro 27: Rendimiento promedio de Manzano Cv. Gala en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio

EPOCAS	Promedio Kg/ha	Dif. Sig.
11 de agosto	1984,7	A
26 de agosto	1244,5	B

Letras distintas denotan diferencias significativas mediante la Prueba de Tukey (5%)

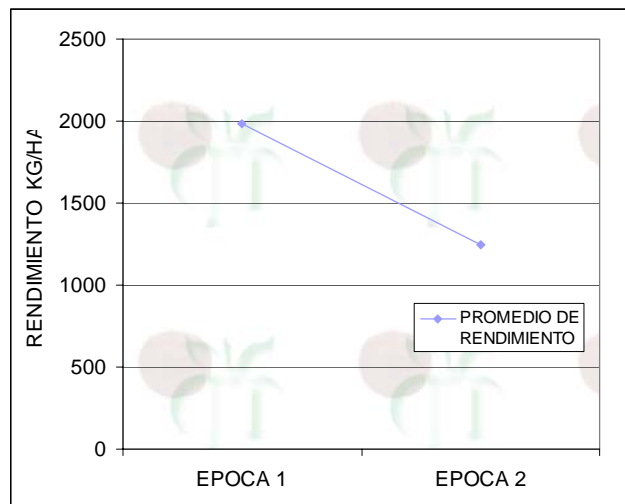


Figura 26: Rendimiento promedio (kg/ha) de Manzano Cv. Gala en dos épocas de aplicación.



8.4.4 Diferencias en el rendimiento en las dos épocas de aplicación de DORMEX, Nitrato de Potasio

El rendimiento (kg/ha) de Manzano Cv. Gala en promedio, disminuye a medida que se retrasa en momento de aplicación de DORMEX o Nitrato de Potasio. La reducción se explicaría por que en la segunda época hay una menor floración y en consecuencia un menor cuajado, (Figura 26).

Cuadro 28: Reducción del rendimiento en diferentes tratamientos con DORMEX y Nitrato de Potasio entre la primera y segunda época de aplicación.

TRATAMIENTOS	REDUCCIÓN DEL RENDIMIENTO (%)
TESTIGO	45,3
DORMEX 0,5%	36,4
DORMEX 1,0%	34,1
DORMEX 1,5%	46,6
Nitrato de Potasio 2,5%	30,3
Nitrato de Potasio 5,0%	19,5

Si la floración se retrasa (aplicación retrasada de DORMEX), puede disminuir el cuajado ya que se adelantaría ligeramente la brotación y al incrementar las temperaturas, disminuye al viabilidad del polen y del cuajado. Esto podría explicar por que se reduce de 2721,1 kg/ha en la primera época a 1792,7 kg/ha en la segunda época en plantas tratadas con DORMEX al 1,0%.

Con la aplicación de DORMEX al 1,0% el 11 de agosto, se obtiene un rendimiento superior al testigo en un 77,8% y con DORMEX al 1,5% del 72,1% (Cuadro 29); resultados que están relacionados a los porcentajes de floración de los tratamientos. El rendimiento de una planta está determinado por el número de frutos que se desarrollan hasta la cosecha y la cuaja está determinada por la cantidad de flores abiertas y fecundadas. Los mayores rendimientos se obtienen cuando se produce una mayor floración.



Cuadro 29: Rendimiento (kg/ha) de manzano Cv. Gala y diferencias en relación al testigo, en dos épocas de aplicación de DORMEX y Nitrato de Potasio

Tratamiento	Rendimiento			
	Epoca 1		Epoca 2	
	Kg/ha	Dif. % *	Kg/ha	Dif. %
TESTIGO	1530,4		837,5	
DORMEX 0,5%	2143,1	+ 40,0	1362,2	+ 84,5
DORMEX 1,0%	2721,0	+77,8	1792,7	+ 142,7
DORMEX 1,5%	2634,7	+ 72,1	1408,1	+ 90,7
Nitrato de Potasio 2,5%	1404,0	- 8,3	978,2	+ 32,5
Nitrato de Potasio 5,0%	1475,0	- 3,6	1187,1	+ 60,7

* Diferencia en porcentaje en relación al testigo (+ = incremento; -= reducción)

Por otra parte, considerando que el experimento se realizó en un huerto joven a inicios de producción, es necesario considerar que la formación de flores será importante para las próximas temporadas. Si con DORMEX se obtiene una mayor cantidad de flores, es posible esperar que haya mayor rendimiento. Así, el DORMEX no sólo incrementa el rendimiento de una temporada, sino que también el potencial productivo para la próxima temporada. Uno de las mayores limitaciones del cultivo de Manzano en Bolivia es la escasa formación de yemas florales lo cual conduce a bajos rendimientos (Figura 25).

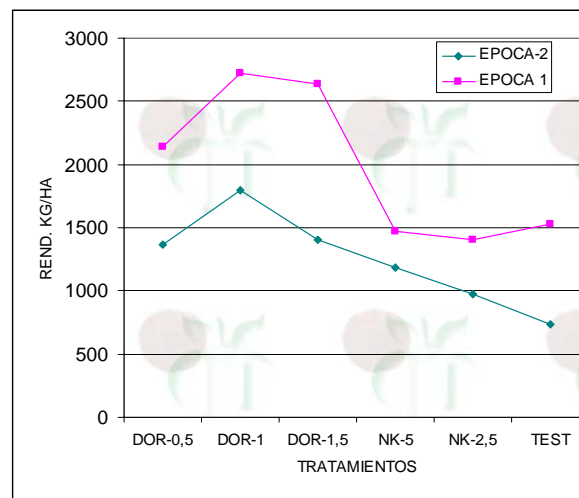


Figura 27: Diferencia de rendimiento (Kg/Ha) de los tratamientos en las dos épocas de aplicación.



6.5 Análisis Económico

Para realizar el análisis económico se ha considerado dos situaciones: a) la edad del huerto en momento del experimento, es decir de tres años o inicio de producción y b) un huerto adulto en plena producción.

a) Situación de un huerto de tres años (inicios de producción)

- Costo básico de producción: 800,0 US\$/ha.
(Se incluye la mano de obra para la aplicación de productos químicos).
- Costo de tratamientos: DORMEX a 20,0 US\$/litro, Aceite 2,5 US\$/litro. Volumen de aplicación 400 l/ha.
- Precio de la fruta: 0,35 US\$/kg
- Costo Total = Costo básico + Costo de Tratamiento
- Balance económico = Ingresos – Costo Total

En un huerto a inicios de producción (tres años), el rendimiento se incrementa con la aplicación de DORMEX al 1,0% y permite obtener ganancias o por lo menos cubrir los costos de operación.

En los tratamientos con DORMEX al 0,5% y 1,5%, Nitrato de Potasio al 2,5% y 5,0% o con solo Aceite agrícola al 4% los ingresos no son suficientes para cubrir los costos de operación (Cuadro 30).

Cuadro 30: Costos de producción, ingresos y balance económico en un huerto de tres años de manzano CV. Gala tratado con DORMEX y Nitrato de Potasio.

Tratamiento	Costo básico us\$/ha	Costo tratam Us\$/ha	Costo total Us\$/ha	Rend Kg/ha	Ingresos venta Us\$/ha	Balance us\$/ha
TESTIGO	800	40	840	1530,4	535,64	-304,36
DORMEX 0,5 %	800	80	880	2143,1	750,085	-129,915
DORMEX 1,0%	800	120	920	2721	952,35	32,35
DORMEX 1,5%	800	160	960	2634,7	922,145	-37,855
Nitrato de Potasio 2,5%	800	65	865	1404	491,4	-373,6



“EFECTO DE LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS EN INVIERNO SOBRE LA BROTACION DEL MANZANO
(*Malus Doméstica Bork*) Cv. Gala”

Nitrato de Potasio 5,0%	800	90	890	1475	516,25	-373,75
-------------------------	-----	----	-----	------	--------	---------

b). Situación de un huerto adulto en plena producción

- Costo básico de producción : 2800,0 US\$/ha (incluido el costo de mano de obra para aplicación de productos)
- Costo de tratamientos: DORMEX a 20,0 US\$/litro, Aceite 2,5 US\$/litro; Volumen de aplicación 1500 l/ha.
- Precio de la fruta: 0,35 US\$/kg
- Costo Total = Costo básico + Costo de Tratamiento
- Balance económico = Ingresos – Costo Total
- El rendimiento estimado se calcula en base al incremento (porcentaje) obtenido en el experimento de los tratamientos en relación al testigo. Se considera que el testigo tiene una producción media de 15000 kg/ha.

En un huerto adulto en producción, el tratamiento con DORMEX al 1% produce mayores rendimientos por hectárea, mayores ingresos y ganancias (Cuadro 21). El incremento de ganancias del DORMEX al 1,0% es del 164% en relación al testigo.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente ensayo se puede concluir que:

- a) En Vallegrande, la acumulación de frío en invierno no es suficiente para cubrir el requerimiento de frío del manzano Cv. Gala, para obtener una brotación, floración y rendimiento. Por esa razón los porcentajes de brotación, floración y rendimiento fueron bajos cuando se aplicó solo aceite agrícola al 4,0%.
- b) La mejor época de aplicación de productos químicos para el quiebre de dormancia en Manzano Cv. Gala, par las condiciones de Vallegrande esta entre las dos primeras semanas del mes de agosto (11 de agosto), posteriores aplicaciones pueden provocar menor floración, brotación y rendimiento.
- c) La aplicación de Cianamida Hidrogenada (DORMEX) a dosis de 1,0%, 1.5% y 0.5% incrementa el porcentaje de brotación, floración y rendimiento en Manzano Gala, lo cual indica que es un producto eficiente como promotor de brotación, para condiciones de Vallegrande, si se aplica en la época apropiada.
- d) A medida que se incrementa entre 0,5% y 1,0% de DORMEX, también se incrementa la floración, brotación de yemas florales y vegetativas, y el rendimiento. Sin embargo, este fenómeno no sucede al incrementar la dosis al 1,5%. De ahí que no hay una relación directamente proporcional entre la dosis del producto, la brotación y floración.



- e) El Nitrato de Potasio al 2,5% y 5,0% no es eficiente como promotor de la brotación, aunque mejoro levemente el rendimiento, floración, brotación de yemas florales y vegetativas en Manzano Cv. Gala, en comparación con el testigo.

- f) El rendimiento de Manzano Cv. Gala se incrementa significativamente con la aplicación de DORMEX al 1,0%. El incremento del rendimiento está relacionado con los mayores porcentajes de floración obtenidos con este tratamiento.

- g) El efecto, en términos de producción del DORMEX se ha manifestado en los rendimientos por hectárea de los frutos significativamente superior en las parcelas tratadas con DORMEX.



7.2 RECOMENDACIONES

El cultivo de manzano en Bolivia presenta una serie de limitantes climáticas que deben ser controladas con el desarrollo de tecnologías apropiadas. En este sentido, para obtener buenos rendimientos en Manzano Cv. Gala, producto de la investigación se recomienda:

- a) Debido a la insuficiente cantidad de frío acumulado en invierno, se debe utilizar productos químicos para el quiebre de dormancia o sustituir el estrés por bajas temperaturas. La respuesta a la aplicación de productos, épocas de aplicación y dosis puede variar entre un lugar y otro o entre variedades.
- b) En manzano Cv. Gala, cultivado en situaciones similares a las de Vallegrande, se puede aplicar DORMEX entre la segunda de agosto para mejorar la brotación y floración. No es conveniente retrasar mucho tiempo la aplicación ya que disminuye el efecto deseado.
- c) Es recomendable hacer un riego profundo 10 a 15 días antes de la aplicación de DORMEX para activar el crecimiento de raíces y en las yemas.
- d) La dosis recomendada de DORMEX es al 1,0% con aceite al 4,0%. Esta dosis mejora la floración, brotación de yemas (florales, vegetativas) y el rendimiento en Manzano Gala en condiciones de Vallegrande.
- e) La aplicación de DORMEX debería ser parte de la tecnología básica, del cultivo de manzano Gala en Bolivia, debido a que para esta variedad las condiciones agroecológicas hacen que no se cumpla su requerimiento de frío.
- f) Con la aplicación de DORMEX se incrementa la cantidad de yemas florales, órganos esenciales para incrementar el rendimiento en manzano, variedad Gala en Vallegrande.



8. BIBLIOGRAFÍA

Agha, N.S.A. y Buckley, W.R. 1986. Assessment of canopy efficiency of apples trees in beds. I. Canopy development assessed by direct light measurements. Journal of Horticultural Science, 61(2):153-159.

BASF CHILE S.A. BASF THE CHIMICAL COMPANY, Productos fitosanitarios. Reguladores de crecimiento. DORMEX. Ficha zepelin.

Bain, J.M. and Robertson, R. N. 1951. The physiology of growth in apple fruits. Aust. J. Sci. Res. 64: 75-91.

Barritt, B.H.; Rom, C.R.; Konishi, B.J. y Dilley M.A. 1991. Light Level Influences Spur Quality and Canopy Development and Light Interception Influence Fruit Production in Apple. 26(8):993-999.

Berg, O. 1990. Effect of time of hand-thinning of apple fruit size. S. Afr. J. Plant Soil. 7(1):1-10.

Brown, D. S. 1960. Proc. Amer. Soc. Hort. Science; 75:138-147

Buban, T, y Faust, M. 1982. Flower Bud Induction in Apple Trees: Internal Control and Differentiation. Horticultural Review. 4:174-203.

Caballero, J.E., 1989, Necesidades de frío en frutales de hoja caduca. Estado de la cuestión, Fruticultura Profesional, Vol 24:19-25

Caballero, J.E., 1988, Ruptura del reposo invernal y maduración precoz en frutales, Fruticultura Profesional, 19:1725



- Calderon, E. 1991.** Fruticultura general, el esfuerzo del hombre Ed. Limusa. Mexico 763.
- Callejas, R.R. y Reginato, G. 2000.** AÑERISMO EN MANZANOS. Formación de la Yema Floral y Factores que determinan la Alternancia en las Producciones, Rev. Frutícola; 21(2):61-68.
- Coutanceau, M. 1970.** Fruticultura. Técnica y Economía de los cultivos de las Rosáceas leñosas productoras de fruta. 36, 37, 67.
- Coombe, B. G. 1976.** The development of fleshy fruits Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 207-228.
- Curt, R. R. 1990.** Tree management for spur and fruit quality. Acta Horticulturae, 279:291-301
- Del real L. J.I. 1987,** Estimatiig Chill Units at Low Latitudes, Hortscience, 22(6)1227-1231
- Denardi, F. Y Hough, I. F. 1987,** Apple Breeding in Brazil, Hortscience, 22(6):1231-1233
- Denne, M. P. 1960.** The growth of apple fruitlets and the effect of early thinning on fruit development. Ann. Bot. N.S. 24:397-406.
- Dennis, F.G. 1986.** Apple. In: Hand Book of Fruit Set and Development ed. by Monselise Shaul P. Press FNL. Florida. p 1-45.
- Díaz, DH, 1992.** Regulation of rest in peaches Ander tropical ana subtropical condicions. Acta horticulturae. 310:83-91.



Disegna E., Cabrera D., Soria J., Feippe A. 2003. Producción, desarrollo del cultivo, estrategias comerciales en el mundo. País Agropecuario. INIA. Las Brujas. 25-28.

Ebert, A. E Kreuz, C. L. 1989; Rev. Bras. Fisiología Vegetal, 1: 55-62.

Erez, A. HortScience, vol 22(6); 1240-1242

Erez, A, Lavee, and Samish, RM.1991. Improved methods for breaking rest in the peach and other delicious fruit species journal of the American society for horticultural science. 519-522.

Edwards, G.R., 1987, The Chilling requeriment: How does it arise? How is it overcome? ; Acta Horticulturae, 19-25

Edwards, G.R., 1987, Producing Temperature-zone Fruit at Low Latitudes: Avoiding rest on the chilling requirement; Hortscience, 22(6):1236-1239

Edwards, G.R., 1990, Ten years experience with temperate fruits in the tropics, Acta Horticulturae, 279:47-51

Faust, M. 1989; Physiology of temperature zone fruit trees, Wiley, Maryland pp217

Faust, M. 1992. Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley, J. (Ed.) A Wiley - Interscience Publication. United

Federación Nacional de cafetaleros-Comité de cafetaleros del valle de Catauca. Programa de tecnología agropecuaria. PRONATTA. Informe final del proyecto Evaluación y adaptación de 12 variedades sobre tres patrones de la zona alta de la cordillera central del Municipio de Tulúa. 1999. 1-2, 9-13.



Feutch, W. 1967. La Fisiología de la Madera Frutal. Publicaciones en Ciencias Agrícolas, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. No 1. pp64.

Forshey, C. G. and Elfving D. C. 1977. Fruit numbers, fruit size, and yield relationship in McIntosh apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci.102 (4): 399-402.

Forshey, C. G. and Elfving D. C. 1989. Relationship Between Vegetative Growth and Fruiting in Apples trees. Horticultural Review, 11:229-287.

Fuchigami, L.H. and Nee Cheng.Chu, 1987, Degree Growth Model And Rest-Breaking Mechanisms in Temperate Woody Perennials, Hortscience, 22(5):836-842

Gilbert, A.H. 1963. A Study of Skin Development in the McIntosh Apple. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 82:45-50.

Gómez J. TPH. FRUTICULTURA. 2002. 1-29

Kinet, J.M. 1993. Environment, Chemical, and Genetic Control of Flowering. vol (?):279-334.

Ko, W. W., 1990. Apple cultivation in the highlands of Malasia. Acta Horticulturae, 279:97-108.

Leslie, H. Fuchigamy and Chang – Chu Nee; 1987, HortScience, vol 22(5):836-842

Menini U.G., 1990, Development of temperate zone fruits on hilly and mountain regions of the tropics: issues and constraints, Acta Horticulturae, 279:53-56

Perry, T. O., 1971, Dormancy of trees in winter, Science, 177:29-36



PROCIDA – BIOIBERICA; 1989, Dormex: Activador del desarrollo en frutales y viña, España.

Peereboom Cris F., Yuri J.A. . Mayo 2002. CENTRO DE POMACEAS. Boletín informativo. Receso y calidad de la fruta. Vol. 4. Nº 3. UNIVERSIDAD TALCA.1-3.

Tadami, V.; Armadons, A. Y Meza L. 1992, Suplemento Rural, Asunción, Paraguay.

Rice R. P. Jr. and Becker S., 1990, Observations on apple and plum performance and response to growth control treatments at tree climatically diverse sites in Ethipia, Acta Horticulturae, 279:209-212

Richardson, E.A., Seeley,D.W. 1974. Model for estimation the completion of rest for Red Haven and Elberta Peach trees. Hortscience 9: 331-332

Salinero M. C. Lema J. M. Estacion fitopatologica de Arriero.Efecto de la aplicación de Cianamida Hidrogenada en la brotación, fertilidad, composición y producciones de Kivi.357-262.

Schechter, I.; Proctor, J.T.P. and Elfving, D.C. 1993. Characterization of seasonal fruit growth of "Idared" apple. Scientia Horticulturae. 54:203-210.

Skene, D.S. 1966. The Distribution of Growth and Cell Division in the Fruit Of Cox's Orange Pippin. Annals of Botany. 30(119):493-512.

Suranant, S. and Presit, W. 1990, Preliminary study on forcing of flowering in apple (*Malus sylvestris* Mill) Var. Anna. Acta Horticulturae, 279:269-273.

Wayne, T. W. and Taxzoc, B.A. Preliminary observations on the effects of Hidrogen Cyanamide on breaking dormancy and harvest of apple in Guatemala, Acta Horticulturae, 279: 399-408.



Westwood, M.N.; Batjer, L.P. y Billingsley, H.D. 1967. Cell Size, Cell Number, and Fruit Density of Apples as Related to Fruit Size, Position in Cluster, and Thinning Method. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:51-62.

Westwood, N.H. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Madrid, Mundi Prensa. 461.

Williams, WT-ana BA Taxtzoc. 1990. Preliminary observations on the effects of hydrogen cyanamide on breaking dormancy and harvest of apples in Guatemala. Acta Horticulturae 279: 399-408, 97-104.

Yuri, J. A. Julio 2002. CENTRO DE POMACEAS. Boletín informativo. El receso en frutales. Vol. 2. Nº 4. UNIVERSIDAD TALCA.1-3.

Yuri, J. A., Lobos G., Lepe V. Septiembre 2002. CENTRO DE POMACEAS. Boletín informativo. Inducción Floral. Vol. 2. Nº 5. UNIVERSIDAD TALCA.1-3.