UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

PRODUCCION FORZADA EN LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
MEXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA

EDGAR CONTRERAS MORALES

Chapingo, México.
JUNIO 2011

Instituto de Horticultura

PRODUCCION FORZADA EN LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)

Tesis realizada por **Edgar Contreras Morales** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR

Dr. Gustavo Almaguer Vargas.

ASESOR

Dr. Ranferi Maldonado Torres.

ASESOR

Dr. José Refugio Espinoza Espinoza.

ASESOR

Dra. María Teresa Colinas León.

LECTOR EXTERNO

Dr. Juan Ayala Arreola

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA) por todas las facilidades brindadas para realizar estos estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado durante la realización estos estudios.

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Fitotecnia, y a la Coordinación del Posgrado en Horticultura por la oportunidad de realizar estos estudios.

Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 135 (C.B.T.a. No. 135) por todas las facilidades brindadas para concluir con estos estudios de posgrado.

Al Dr. Gustavo Almaguer Vargas, por la acertada dirección de esta tesis y por su valioso apoyo durante su realización.

Al Dr. José Refugio Espinoza Espinoza por su orientación y revisión para la culminación del presente trabajo.

Al Dr. Ranferi Maldonado Torres por su colaboración durante el desarrollo de la presente investigación así como por la revisión de la misma.

A la Dra. María Teresa Colinas León por su valioso apoyo en la revisión y el desarrollo de la presente investigación.

A las laboratoristas Regina Flores Espinosa y Angélica Marín Campos, por su valioso apoyo en el Laboratorio de Nutrición Vegetal. Y al IBQ Cecilio Bautista Bañuelos por su valioso apoyo en el Laboratorio de Usos Múltiples.

DEDICATORIA.

Con infinita gratitud a Dios porque me permitió culminar con esta meta. "Velad, estad firmes en la fe; portaos varonilmente, y esforzaos" (1ª Corintios 16:13).

Con amor y cariño a mi esposa Evelia Martínez Vera por su apoyo incondicional y compartir conmigo cada momento hasta lograr terminar con estos estudios.

A mis hijos Edgar Donaldo, Metztli Deyanira e Eylen Maritoña por su comprensión y motivación en mi humilde vida.

A mis padres Angel Contreras Rodiz y Antonia Morales Lagunes por todo el apoyo brindado a mí familia y a mí, durante la realización de estos estudios.

A mis hermanos y familiares gracias por el apoyo brindado en mi formación profesional.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo es originario de la ciudad de Martínez de la Torre, Ver., realizó los estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo en la generación 1983-1990, egresó como Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Hasta marzo de 1992 colaboró con el PIISCI (Programa Interdisciplinario de Investigación y Servicio en Citricultura) de la UACh. Posteriormente laboró en el sistema educativo Telebachillerato en el estado de Veracruz hasta marzo de 1995. En 1996 trabajó en la S.P.R. de R.L. "ANRAVE" encargado de huertas de limón persa para exportación. De Enero de 1997 a la fecha labora para la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA). Realizó sus estudios de maestría en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (2002-2003).

Actualmente labora en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Num. 135 de Arroyo Hondo, Misantla, Ver., donde desempeña labores docentes.

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS……..	viii
I. INTRODUCCIÓN……..	1
1.1. Importancia del cultivo de limas y limones……	1
1.2. Funciones generales de los nutrimentos…….	5
1.3. LITERATURA CITADA……	9
II. NUTRICION DEL DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)……	12
RESUMEN…….	12
ABSTRACT…….	12
2.1. INTRODUCCIÓN……..	13
2.2. OBJETIVO……..	18
2.3. HIPÓTESIS……....	19
2.4. MATERIALES Y METODOS……..	19
2.4.1. Sitio de estudio……	19
2.4.2. Material vegetal……..	19
2.4.3. Generación de tratamientos…….	19
2.4.4. Manejo de los árboles……	22
2.4.5. Variables evaluadas……	22
2.4.6. Manejo de las muestras……	23
2.4.7. Análisis de datos……	24
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……	24
2.5. 1. Características nutrimentales del suelo, árboles y biol estudiados……..	24
2.5.2. Concentración foliar de nutrimentos e Índices de Balance Kenworthy….	25
2.5.3. Contenido de clorofilas y carotenoides. …….	39
2.5.4. Calidad de frutos……	41
2.5.5. Rendimiento de frutos……..	42
2.6. CONCLUSIONES……	44
2.7. LITERATURA CITADA…….	46
III. TDZ, CEPA Y UREA FOLIAR EN EL DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN ‘PERSA’……..	50
RESUMEN……..	50

ABSTRACT…….. 50
3.1. INTRODUCCIÓN…… 51
3.2. OBJETIVO……. 59
3.3. HIPÓTESIS…… 59
3.4. MATERIALES Y METODOS……. 59
3.4.1. Sitio de estudio…… 59
3.4.2. Material vegetal……. 59
3.4.3. Manejo de los árboles…… 60
3.4.4. Diseño del experimento……. 60
3.4.5. Variables evaluadas…….. 61
3.4.7. Análisis de datos……. 62
3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….. 63
3.5.1. Concentración de nutrimentos por fecha de muestreo…… 63
3.5.2. Porcentaje de defoliación, número de flores y frutos…… 65
3.5.3. Brotes totales, primordios florales, y racimos florales…….. 67
3.5.4. Calidad de fruto……. 67
3.5.5. Rendimiento de fruto……. 69
3.6. CONCLUSIONES…… 70
3.7. LITERATURA CITADA…….. 71

ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO Pág.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en árboles de limón ''Persa'' . Nautla, Ver. 2008…… 20

Cuadro 2. Resultados del análisis del suelo, análisis de tejido vegetal y del Biol foliar empleados en este trabajo. Nautla, Ver. 2008…… 25

Cuadro 3. Contenido de N en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 26

Cuadro 4. Comparación del contenido de N (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008……. 27

Cuadro 5. Contenido de P e índices de balance Kenworthy en árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008. …… 28

Cuadro 6. Comparación del contenido de P (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008……. 28

Cuadro 7. Contenido de K en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 29

Cuadro 8. Comparación del contenido de K (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008……. 30

Cuadro 9. Contenido de Ca en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 31

Cuadro 10. Comparación del contenido de Ca (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008…….. 31

Cuadro 11. Contenido de Mg en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 32

Cuadro 12. Comparación del contenido de Mg (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008…….. 33

Cuadro 13. Contenido de Cu en ppm en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 34

Cuadro 14. Comparación del contenido de Cu (ppm) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008….. 34

Cuadro 15. Contenido de Fe (ppm) en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 35

Cuadro 16. Comparación del contenido de Fe (ppm) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008….. 36

Cuadro 17. Contenido de Mn en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 37

Cuadro 18. Comparación del contenido de Mn (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008…….. 37

Cuadro 19. Contenido de Zn en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008. ……... 38

Cuadro 20. Comparación del contenido de Zn entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008……. 39

Cuadro 21. Contenido de Clorofilas (a, b, a+b) y Carotenoides (Cx) en $\mu g \cdot ml^{-1}$ de extracto, en árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008. …… 40

Cuadro 22. Comparación del contenido de Clorofilas (a, b, a+b) y Carotenoides (Cx) en $\mu g \cdot ml^{-1}$ de extracto entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008…… 40

Cuadro 23. Calidad de frutos de árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008. 41

Cuadro 24. Calidad de frutos de árboles de limón ‘‘Persa’’ entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008. …. 42

Cuadro 25. Rendimiento de frutos de árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008……... 43

Cuadro 26. Rendimiento de frutos de árboles de limón ‘‘Persa’’ entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008. …. 44

Cuadro 27. Tratamientos aplicados en árboles de limón ’Persa’ . Nautla, Ver. 2009. 60

Cuadro 28. Contenido de macronutrimentos (%) en la primera fecha de muestreo (19/12/2009). Nautla, Ver. 2009…… 63

Cuadro 29. Contenido de macronutrimentos (%) en la segunda fecha de muestreo (06/02/2010). Nautla, Ver. 2009…… 64

Cuadro 30. Contenido de micronutrimentos ($\mu g \cdot g^{-1}$) en la primera fecha de muestreo (19/12/2009). Nautla, Ver. 2009…… 64

Cuadro 31. Contenido de micronutrimentos ($\mu g \cdot g^{-1}$) en la segunda fecha de muestreo (06/02/2010). Nautla, Ver. 2009…… 65

Cuadro 32. Porcentaje de defoliación, número de flores, número de frutos, en árboles de limón persa. Nautla, Ver. 2009……... 66

Cuadro 33. Número de brotes totales, primordios florales, y racimos florales en árboles de limón persa. Nautla, Ver. 2009……... 67

Cuadro 34. Color de fruto y rugosidad en árboles de limón persa. 26/04/2010.Nautla, Ver. 2009……... 68

Cuadro 35. Diámetro ecuatorial, diámetro polar, pH y ^{o}Brix de frutos de limón persa. Nautla, Ver. 2010……. 68

Cuadro 36. Rendimiento de fruta en árboles de limón persa (kg por árbol). 26/04/2010.Nautla, Ver. 2009…….. 69

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del cultivo de limas y limones.

Para el año 2009 la superficie nacional cosechada de limón fue de 140,368 ha, con un volumen de producción de 1,966,344 t y un valor de la producción de 4,919,556,972 pesos (SAGARPA-SIACON, 2009). En el año 2001, Estados Unidos importó 142,000 t de "limas" (particularmente limón Tahití) por un valor de US$ 20.5 millones, sobre todo de México (99 %); en menor escala participaron Ecuador, El Salvador y Honduras (USDA, 2001).

Según FAO la producción mundial de limas y limones en el año 2001 fue de 10.9 millones de toneladas. Los principales productores fueron México (14 %), India (13%), Argentina (11 %), España (9 %), Estados Unidos (8 %), Irán (8 %), e Italia (5 %). El limón Tahití se adapta mejor a condiciones tropicales; es muy afectado por épocas frías. En el año 2000 se exportaron 1.6 millones de toneladas de limas y limones, por un valor de US$ 726 millones. Los principales exportadores fueron España (31 %), México (17 %), Argentina (13 %), Turquía (10 %), Estados Unidos (7 %), e Italia (2 %). La FAO, señala que para el año 2000, las importaciones mundiales de limón fueron de 1,441,143 t que representaron US$ 806 millones. Además dentro del período de 1996 al 2000, las importaciones crecieron un 18.9 % en toneladas. A nivel mundial Estados Unidos es considerado como el mercado más grande y rentable. Durante todo el año, México es quien cubre casi la totalidad de la demanda de éste producto, en el 2001 participó con el 99.1 %.;pero también participan Ecuador, Costa Rica, Guatemala, El salvador, Honduras y Venezuela.

México se ha convertido en el principal abastecedor de limón Tahití de EE.UU., debido a su posición geográfica y a su condición de ser uno de los integrantes del TLCN

(Tratado de Libre Comercio de los Países del Norte) que lo favorecen con el 0 % en tarifas arancelarias. Su temporada baja de producción está definida en los meses de Diciembre a Marzo o Abril y es en esta época en que los otros países aprovechan para vender sus productos y obtener los precios más altos durante el año (Faostat, 2002).

Para el año 2000 se tuvo una superficie de limas y limones a nivel mundial de 746,062 ha, lo cual representó un incremento del 27.5 % respecto al año 1990, donde la producción de limas y limones en el mundo ocupaba una superficie de 586,000 hectáreas aproximadamente con 14.5 ton ha^{-1} de rendimiento promedio. Nuestro país aportó 1,693,000 toneladas de limas y limones, correspondiendo el 94 % de la producción a limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle), el 6 % restante corresponde al limón persa, que se destina para el mercado de exportación. La India produce cerca de 1,342,000 toneladas de limas y limones, siendo principalmente para consumo interno con un 0.2 % para exportación. Argentina produce principalmente la especie *Citrus limón* destinándose un 90 % de la producción para la elaboración de jugos concentrados, aceites esenciales y cáscara deshidratada y el resto se destina para la comercialización en fresco. España dedica el 60 % de su producción para la comercialización en el mercado europeo. En los Estados Unidos a pesar de los desastres naturales que ocurrieron en 1993 en Florida, el crecimiento sigue siendo continuo en superficie plantada de las diversas especies frutales sin embargo la producción de limón `persa' ha decaído notablemente por lo que en los próximos años continuarán satisfaciendo su consumo interno por medio de las importaciones provenientes de México y Brasil principalmente (Cook, 2000).

El consumo de limón en fresco varía notablemente a nivel internacional. En promedio es menor a los 0.46 kg *per capita* por año (Gómez *et a1*.,1994). Los mayores niveles de consumo se registran en los propios países productores (kg per capita): Italia 8.5, México 5.6, Brasil 5.3, España 4.6, Bélgica 3.5, Arabia Saudita 2.7, Francia 2.4, Alemania 1.7, EUA 1.6 y Japón 0.8. La mayor parte de limón se comercializa en fresco, aunque también se destina a la agroindustria para la extracción de jugos concentrados y aceites esenciales. El mercado europeo adquiere el 41.2 % del volumen mundial comercializado de limas y limones equivalentes a 603,635 toneladas, seguido por EE.UU. que compra el 14.2 correspondiente a 208,241 toneladas y por su parte Japón absorbe el 6.3 %, es decir 91,728 toneladas. Dentro del grupo de las limas, el limón `persa' es la variedad mas comercializada, ya que el consumidor las prefiere por su tamaño, color y ausencia de semillas, es precisamente esta última característica lo que lo hace muy atractivo. Los principales proveedores de limón persa al mercado de la Unión Europea son México y Brasil con mas del 75 % del mercado extracomunitario, seguidos por Venezuela, El Salvador, Republica Dominicana y Cuba. Para abastecer su consumo interno la Unión Europea importo en el 2000, 11,040 toneladas de limón persa, siendo Holanda el mayor comprador, siguiendo Reino Unido, España y Francia, encontrándose como sus principales, proveedores Argentina, Sudáfrica, Turquía, Brasil y México. Cabe señalar que Argentina y Sudáfrica abastecen al mercado europeo de limón agrio, mientras que Brasil y México lo hacen con limón persa. México provee el 76.1 % del total de las importaciones al vecino país del norte durante todo el año, incrementando el volumen durante los meses de mayo y octubre, precisamente cuando la producción en estados unidos decae notablemente. Además del producto en fresco de limón persa, principalmente, México también provee aceites esenciales para este mercado. Japón

absorbe el 6.3 % de la producción mundial de limón persa, cerca de 91,628 toneladas (USDA, 2001).

De acuerdo a datos de la FAO, en 1994 la superficie total de cítricos en México era de 369,348 ha, sin embargo para el año 2002, habían en el país cerca de 500,000 ha de cítricos, siendo la naranja la que ocupa la mayor extensión de terreno con 321,871 ha, siguiendo en orden de importancia la producción de limas y limones con cerca de 123,810 ha (Faostat, 2002). La importancia del cultivo del limón persa (Citrus latifolia Tan.), ha radicado en la exportación de dicha fruta, que de acuerdo a cifras estimadas por la SAGARPA (2001) para el ano 2000, la producción fue de 408,983 toneladas, de las cuales el 75 % fue exportada principalmente a los Estados Unidos. El estado de Veracruz ocupa el primer lugar nacional en cuanto a volumen de producción de limón persa. En el año agrícola 2000, fue de 239, 692 toneladas aportando el 93.8 % del total nacional. El rendimiento promedio estatal es de 12.7 ton ha^{-1} ocupando el segundo lugar a nivel nacional (SAGARPA, 2001).

El crecimiento en poco tiempo de la superficie de limón persa es de destacarse, pues de acuerdo al INEGI (1995) en el estado de Veracruz este cultivo todavía no figuraba como cultivo importante en el estado, incluyéndolo dentro del grupo del resto de los cultivos perennes, en donde se encontraban al capulín, macadamia, chicozapote, entre otros. Es hasta el censo agrícola de 1999 cuando empieza a destacar por la superficie plantada, desplazando a cultivos que hasta ese momento eran de mayor importancia económica. Para el año 2002 se reportan 22,039 ha sembradas con 282,622.75 toneladas y un valor de la producción de 70,412,167.34 pesos (SAGARPA, 2003).

En relación a su importancia social se utilizan en promedio 98 jornales por hectárea, más el trabajo para su acopio, transportistas, intermediarios y comerciantes, y finalmente la generación de empleos directos por parte de 70 empacadoras que existen en el país Gómez *et al.,* (1994). Este cultivo genera cerca de 2.5 millones de jornales anuales durante los procesos de producción, cosecha, empaque y comercialización (Curti *et al*., 2000).

Los datos anteriores indican la importancia económica y social de este cultivo, sin embargo, presenta una gran problemática México, como es el caso de la estacionalidad de la producción, entre otros muchos problemas, de ahí la importancia de realizar investigaciones al respecto dada su importancia a nivel nacional, estatal y regional Curti *et al.,* (2000).

1.2. Funciones generales de los nutrimentos

Son 16 elementos considerados esenciales para el crecimiento de las plantas. De estos, once se han encontrado como deficientes en el cultivo de los cítricos (Vitti, 1992). Son llamados elementos mayores o macronutrimentos aquellos elementos que las plantas absorben en grandes cantidades (N, P, K, Ca y Mg). El nitrógeno es considerado de gran importancia en las plantas debido a que es constituyente de proteínas, ácidos nucleicos clorofila, alcaloides, almidón y otras sustancias importantes. Sin embargo al parecer no posee ninguna función catalítica o electroquímica a pesar de estar estructuralmente implicado en la mayoría de las moléculas catalíticas (Bidwell, 1979).

Tiene una gran influencia en el crecimiento y rendimiento de las plantas (Wutscher y Smith, 1993).

El fósforo es parte esencial de muchos glucofosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos; también forma parte de nucleótidos (RNA y DNA) y de fosfolípidos presentes en las membranas. De igual manera es esencial en el metabolismo energético, debido a su presencia en las moléculas de ATP, ADN, AMP y pirofosfato (PPI) (Salisbury y Ross, 1994).

El potasio es un activador de muchas enzimas que son esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además de que activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas (Bhandal y Malik, citados por Salisbury y Ross, 1994). Este elemento también es tan abundante que contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y, por lo tanto, a su turgencia (Salisbury y Ross, 1994).

Rodríguez en 1991 (citado por Vitti, 1992) menciona que los cítricos contienen altas concentraciones de calcio, principalmente en partes leñosas (40 %) y en hojas (34 % del total de la planta). De 70 a 80 % del Ca de la planta es insoluble en agua, contrariamente al K; se encuentra en formas de oxalato de calcio y pectato de calcio. Es un elemento de gran importancia en el desarrollo de las raíces, en el funcionamiento de la membrana celular y en la activación de enzimas como amilasas y fosfatasas (Vitti, 1992). El Ca es, de los elementos esenciales, el más inmóvil; es uno de los principales componentes de la pared celular, particularmente de la sustancia cementante. Es esencial en la división y alargamiento celulares y no es redistribuido a tejidos jóvenes. Las deficiencias de calcio en cítricos no es muy conocida (Du Plessis, 1992).

El magnesio se encuentra involucrado en los procesos de oxidación y reducción en el transporte de electrones en el sistema fotosintético. Es esencial en el fotosistema II para la fotolisis, actúa como un enlace para el ATP y activa la AIA oxidasa (Jones *et al*., 1991). Además de formar parte de la molécula de clorofila, el Mg actúa como un cofactor en casi todas las enzimas involucradas en los procesos de fosforilación de gran importancia en el metabolismo (Marschner, 1986).

El boro es un elemento esencial para plantas vasculares. Existen evidencias que señalan una participación especial del boro en la síntesis de ácidos nucleicos. Tan esencial es para la división celular en los meristemos apicales como en el alargamiento de los tubos polínicos (Salisbury y Ross, 1994).también puede ser necesario en la formación de la pared celular y en el metabolismo de componentes pécticos. El boro es relativamente inmóvil en la planta.

El cobre se encuentra presente en diversas enzimas implicadas en los procesos de oxidación y reducción. Dos ejemplos notables son la citocromo-oxidasa, una enzima respiratoria que se encuentra en las mitocondrias, y la plastocianina, una proteína de los cloroplastos (Salisbury y Ross, 1994). Es también un componente importante del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis (Bidwell, 1979).

La función más conocida del Fe en la planta es en el sistema enzimático que incluye a la catalasa, la peroxidasa, así como en los citocromos; participa en la síntesis de la clorofila

(Mengel y Kirkby, 1978); el Fe actúa bajo la forma de ferredoxina como componente de una proteína férrica (noemí-proteina) la cual participa en los procesos de oxidación y reducción en la transferencia de electrones; el Fe interviene también en la reducción del nitrito, de sulfatos y en la asimilación del nitrógeno (Meyer *et al*., 1973). El Fe en plantas de cítricos es altamente inmóvil.

El Mn es esencial en la respiración y fotosíntesis, tiene una función estructural en el sistema de membranas del cloroplasto, tiene una participación importante en la disociación fotosintética de la molécula del agua; el ión Mn^{2+} también activa numerosas enzimas (Salisbury y Ross, 1994). En plantas y hojas jóvenes de cítricos, el Mn es bastante inmóvil.

El zinc es un elemento que se encuentra fuertemente unido a muchas enzimas y además es un activador obligado de numerosas e importantes enzimas en las que se incluyen las deshidrogenasas, el ácido glutámico, el alcohol, pirimidin nucleótidos y las anhidrasas (Bidwell, 1979). Participa en la síntesis del ácido indolacético (AIA) y en la estabilidad de los ribosomas citoplasmáticos lo cual lo hace esencial para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas (Du Plessis, 1992).

De acuerdo a la información anterior respecto a la importancia económica del cultivo del limón persa y a el problema de la estacionalidad de la producción, el objetivo general de esta investigación fue realizar dos experimentos con objeto de promover la producción de invierno atendiendo el aspecto nutrimental.

1.3. LITERATURA CITADA

ASERCA, 1995. El limón persa estudio del mercado mundial. Technomanagement S A. 186 Pags.

Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT Editor. Mexico, D. F. 784 p.

Cook, R. L. 2000. Tendencias internacionales en el sector de frutas y hortalizas frescas. *In*: R. R. Schwentesius y C. M. Gomez A. (Coords.). Internacionalización de la horticultura. Ed. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM. P. 1-5. 186 pags.

Curti-Díaz, S.A.; X. Loredo-Salazar; U. Díaz-Zorrilla; J.A. Sandoval R y J. Hernández H. 2000. Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Núm. 8. Veracruz, México. 144 p.

Du Plessis, S. F. 1992. Relationship between nutritional elements, yield and fruit quality of citrus tree. International Seminar on Citrus Physiology. Bebedouro, Sao Paulo, Brazil, august 10-13. pp. 139-158.

FAO. 2002. Frutos cítricos frescos y elaborados. Estadísticas anuales. Ed. FAO. 35 p.

Gómez C. M. A.; Rita S. R. ; Alberto B. G. 1994. El limón persa en México, una opción para el trópico. CIESTAAM, UACh. Chapingo, México.

INEGI, 1995. Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo II. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 1997. Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo II. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 1998. Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo II. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 2000. Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo II. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 2001, Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo II. 1011 Pigs. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 2001, Anuario estadístico del estado de Veracruz. Tomo l. Aguascalientes, Ags.

INEGI, 1999. Anuario estadístico del comercio exterior de los estados unidos mexicanos.

Jones, J. B, B. Wolf ; H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Ed. MicroMacro Publishing, Inc. USA.

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Ed. Academic Press. USA. pp. 411-420.

Mengel, K., and E. A. Kirkby. 1978. Principes of plants nutrition. International Potash Institute Bern. Swizerland. Pp. 347-351.

Meyer, B. S., D. B. Anderson, R. H. Bohning and D. G. Fratianne. 1973. Introduction to plant physiology (2a Ed) D. Van Nostrand Company New York. pp. 314-315.

Ramos, N. J. A. 1998. Costos de producción y rentabilidad de los cítricos en México. FIRA Residencia estatal Veracruz. México.

SAGARPA, 2009. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. http://www.infoaserca.gob.mx/proafex/LIMON_'PERSA'.pdfwww.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00160.pdf - portal.veracruz.gob.mx/

Salisbury, F. B.; C. W. Ross. 1994. Fisiologia Vegetal. Grupo Editorial Interamericana. USA. pp. 142-143.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2000. Anuario estadístico de la producción agrícola de México.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, 2003. Anuario estadístico de la producción agrícola de México.

United States Department of Agriculture. 2001. Agricultural Statistics. Washington. U. S. A.

Vitti, G. C. 1992. Nutrition and growth of citrus plants. In: International Seminar on Citrus Physiology. Bebedouro, Sao Paulo, Brazil, august 10-13. 139158.

Wutscher, H. K. and P. F. Smith. 1993. Citrus. In: Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. W. F. Bennett (Editor). APS PRESS. St. Paul, Minnesota. USA.

II. NUTRICION DEL DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN ‘‘PERSA’’.

E. Contreras-Morales[1], G. Almaguer-Vargas[2¶], J. R. Espinoza-Espinoza[2], R. Maldonado-Torres[3], M. T. Colinas León[2].

[1]Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario de Mizantla, Ver., [2]Departamento de Fitotecnia ([¶] Autor responsable) y [3]Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 56230, México. e-mail: almaguervargas@hotmail.com

RESUMEN

Con la finalidad de incrementar la producción invernal de limón ‘Persa’, se evaluaron 16 tratamientos en bloques al azar con cinco repeticiones obtenidos de combinar niveles nutrimentales: a) Sin fertilización; b) fertilización al suelo 0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K; c) fertilización al suelo + Biol foliar; y d) Biol foliar; y, prácticas de producción forzada: a) urea foliar al 8 % dos ocasiones; b) urea foliar al 8 % + poda de despunte; c) thidiazuron (TDZ) a 150 $mg \cdot L^{-1}$; y d) TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$. Se fertilizó el 27/07/08; el Biol el 27/07/08 y el 05/10/08; las prácticas de producción forzada se aplicaron el 09/11/08 y la urea foliar al 8 % en dos ocasiones se repitió el 24/12/08, en árboles de limón ‘‘Persa’’ de siete años de edad injertados sobre Citrumelo Swingle, en Nautla, Veracruz. Se determinaron: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. (índices Kenworthy), clorofilas a, b; a+b y carotenoides (12/10/08 y 20/01/09). Se cuantificó (15/03/09) rendimiento de fruta por árbol, peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, % de jugo, color, rugosidad, pH, ^{o}Brix, grosor de cáscara. Se hizo análisis de varianza y comparación de medias, para tratamientos, niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. La fertilización al suelo, sola o combinada con fertilización foliar permitió incrementar el contenido de N. El Biol mejoró la concentración del Ca. El Mg presentó un índice de balance normal (N). La concentración de Cu, Fe, Mn y Zn se incrementó con la fertilización al suelo + el Biol foliar. La fertilización al suelo + biol foliar mejoró la concentración de clorofilas, el color y rugosidad del fruto, además de la urea foliar en dos ocasiones y el TDZ. Se logró incrementar satisfactoriamente el rendimiento de fruta de invierno (15/03/09) con la fertilización al suelo y foliar más la urea foliar en dos ocasiones.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: fertilización, Kenworthy, nutrición, producción forzada.

II. NUTRITION ON THE OUT SEASON HARVEST IN ‘TAHITI’ LIME

ABSTRACT

This study was carried out on seven years old ‘Persian’ lime trees grafted onto citrumelo Swingle rootstock in Nautla, Veracruz. Sixteen treatments were evaluated in randomized blocks with five replications, which resulted from the combination of four levels of nutrimental factor level (a) with no fertilization, b) soil fertilization 0.5 kg of N + 100 g of P + 100 g of K, c) soil fertilization + Biol foliar, and d) Biol foliar) and four levels of factor cultural practices (a) foliar urea 8 % twice times, b) foliar urea 8 % + break point prune, c) thidiazuron (TDZ) 150 $mg \cdot L^{-1}$ and d) TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$). Fertilizations were made in 27/07/2008; the Biol foliar was applied in 27/07/2008 and 05/10/2008; the cultural practices were applied in 09/11/2008 and foliar urea 8 % twice was applied in 09/11/2008 and in 24/12/2008. It was determined the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, and Zn and Kenworthy index were generated; besides, concentrations of chlorophyll a, b, a+b, and carotenoids were determined. Also, fruit yield, fruit weight, polar and ecuatorial diameters of fruit, juice percentage, fruit color, roughness, pH, TSS, and skin thickness were determined. The soil fertilization alone or combined with foliar fertilization increased N concentration. The Biol foliar increased the Ca concentration. The Mg was on a normal level. The concentration of Cu, Fe, Mn and Zinc were increased with soil fertilization + Biol foliar. The soil fertilization + Biol foliar increased the chlorophyll content, color and roughness of the fruit, with similar results for foliar urea and TDZ. The winter fruit yield was increased satisfactory with soil fertilization and Biol foliar + the foliar urea.

ADDITIONAL KEY WORDS: fertilization, Kenworthy, nutrition, forced production.

2.1 INTRODUCCIÓN

Para el año 2009 la superficie nacional cosechada de limón fue de 140,368 ha, con un volumen de producción de 1,966,344 t y un valor de la producción de 4,919,556,972 pesos (SAGARPA-SIACON, 2009). México ocupa el primer lugar mundial en producción de limas y limones; sin embargo, el rendimiento promedio es de los más bajos: casi 4 $t \cdot ha^{-1}$, menor a la media internacional, que es de 17.33 $t \cdot ha^{-1}$. Los países con mayor rendimiento son Estados Unidos con 30 $t \cdot ha^{-1}$, Argentina con $t \cdot ha^{-1}$, Irán con 17.44 $t \cdot ha^{-1}$ e Italia con 16.05 $t \cdot ha^{-1}$.

De acuerdo con Schwentesius y Gómez (2005), en México se producen los tres tipos de limones más importantes que se conocen en el ámbito mundial: limón 'Persa', limón mexicano y limón italiano. De éstos, el limón 'Persa' ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie, producción, exportación de aceite esencial y pectina, y por consumo nacional, aunque cabe mencionar que la importancia del limón 'Persa' radica en que se destina fundamentalmente a la exportación en fresco.

México destaca por su vocación citrícola, ya que cuenta con condiciones climáticas y agroecológicas óptimas para el desarrollo del cultivo del limón 'Persa'. Sin embargo, aún así este cultivo enfrenta múltiples problemas de productividad, entre los que destaca la estacionalidad de la producción y la deficiente nutrición.

La citricultura en la región de Martínez de la Torre, Veracruz, es una de la más desarrollada de la República Mexicana; en dicha región se encuentran huertos de naranja, limón 'Persa' y tangerina, entre otros cítricos, además de que se cuenta con una amplia infraestructura para labores de postcosecha e industrialización (Esparza y Mata, 2002).

Los cítricos presentan una estacionalidad de la producción bien marcada; al respecto, el limón 'Persa' presenta una temporada de baja producción durante los meses de invierno (alrededor del 15 % del total anual) y un volumen abundante de fruta que se cosecha durante los meses de verano-otoño (Curti, 2009). Por lo anterior, el limón 'Persa' alcanza precios muy altos en la época invernal debido principalmente a una disminución en la producción, ya que en verano puede alcanzar precios de 400 pesos·ha^{-1} y en invierno entre tres mil y 15 mil pesos·ha^{-1} ó más. Para incrementar la producción invernal se han hecho ensayos experimentales con objeto de obtener mejores ingresos.

Almaguer (2002) señala que la mayor producción de limón se concentra en los meses de junio y julio, y, debido a la alta producción, el precio de venta del producto se reduce. La cosecha más importante (puede haber otras más) es producto de las bajas temperaturas del invierno, con lo que se presenta una gran floración en febrero-marzo, por lo que se busca incrementar la cosecha de invierno, que es la que alcanza valores de hasta 700 % mayores que la de julio. Por lo anterior, se han hecho trabajos utilizando reguladores del crecimiento, como ácido giberélico y etefón, pero, debido a los resultados tan inconsistentes, actualmente se busca emplear prácticas culturales que permitan incrementar la cosecha invernal o eliminación de frutos manual o químicamente.

De acuerdo con Almaguer (2002), los factores que afectan la inducción floral en cítricos son los carbohidratos, el efecto de los frutos, la nutrición mineral, la sequía, luz, la temperatura, el crecimiento vegetativo, el contenido de giberelinas, la floración, la fecundación, la fructificación y el crecimiento del fruto.

Por otra parte, Curtí (2009) indica que existen cuatro condiciones que determinan la posibilidad o no de que ocurra una floración extemporánea en cítricos: a) influencia del fruto en desarrollo, b) presencia de hojas o brotes maduros, c) contenido de

carbohidratos en el árbol y d) condiciones climáticas que estimulen la floración del árbol. Son varias las condiciones que determinan la obtención o no de una floración fuera de época en cítricos, como son la alternancia de la producción (Monselise y Goldsmith, 1982) y el efecto inhibitorio que tienen los frutos existentes en una rama sobre la producción de flores en las yemas laterales (Moss, 1971; Medina-Urrutia, 1987). Por lo anterior la cantidad de follaje influirá en la posibilidad de que el árbol emita flores. Cohen (1981) indica que el contenido de carbohidratos mejora la producción de flores, mientras que un bajo contenido de los mismos se asocia con la poca formación de flores durante los años de baja producción. Por lo tanto, la nutrición de los árboles cítricos, juega un papel importante en el nivel de carbohidratos contenidos en el árbol. Cuando las tres condiciones anteriores ocurren favorablemente, sólo será necesario que se presenten los factores climáticos que causen un período de detención del crecimiento del árbol, lo cual se ha establecido como necesario para que ocurra la floración. Los factores que pueden causar la detención del crecimiento son las temperaturas bajas de invierno que estimulan la floración principal de febrero-marzo (Moss, 1969), y un período (60 a 70 días) de sequía moderada, para lograr el mismo resultado. Lovatt (1988) considera que un árbol se encuentra en sequía moderada, cuando alcanza un potencial hídrico de -2.0 MPa.

Avitia y Castillo (2007) mencionan que los factores que influyen sobre la iniciación y diferenciación floral son la juvenilidad, el anillado, poda, doblado de ramas, portainjertos, la nutrición mineral, agua, fotoperíodo, intensidad luminosa, temperatura, promotores de la floración, inhibidores de la diferenciación floral, interacciones entre reguladores del crecimiento, entre otros, ya que lo más probable es que este proceso este influenciado por la interacción de reguladores del crecimiento, incluyendo: citocininas,

auxinas, giberelinas, ácido abscísico y otras sustancias endógenas, promovidas por factores externos e internos. También se mencionan a los carbohidratos, las hojas, flores y frutos así como el crecimiento vegetativo.

Para solucionar el problema de la estacionalidad de la producción, una de las alternativas técnicas que se tienen es lograr el desfasamiento de la cosecha a épocas en las cuales la cantidad del fruto producido sea baja, lo cual ocurre, para la región de Martínez de la Torre, en el período de enero a abril. Lo anterior de acuerdo con Schwentesius y Gómez (2005), es otro reto para los productores de limón 'Persa', lo cual es tecnológicamente posible cuando el productor se apoya en una asesoría especializada.

La producción forzada incluye a todas las técnicas tendientes a obtener cosechas fuera de época normales y/o plantas explotadas en condiciones climáticas diferentes a las de su lugar de origen (Almaguer, 2002). Por otra parte, Cano (2009) indica que se puede definir el término producción forzada como la manipulación de la fructificación mediante prácticas culturales que modifican los procesos fisiológicos de floración y letargo, principalmente. Para que un meristemo floral se forme, la planta debe estar expuesta al estímulo floral correcto, el cual dispara una respuesta hormonal, activando los genes de identidad (y otros genes) en el meristemo apical, lo cual conlleva a la formación de flores. Según Rodríguez (1989), el proceso de diferenciación floral usualmente es rápido en frutales tropicales y tarda aproximadamente dos meses en cítricos.

Existen compuestos no sintetizados por las plantas, que actúan de igual manera que las hormonas vegetales y pueden promover o inhibir el crecimiento de las plantas; dichas sustancias se denominan reguladores del crecimiento pudiendo existir promotores o inhibidores (Salisbury y Ross, 1994). De acuerdo con Díaz (2002), en las plantas se

consideran como hormonas de suma importancia a las auxinas, las giberelinas, las citocininas, los inhibidores y el etileno. Las citocininas las que estimulan la división celular en los meristemos, retardan la senescencia de órganos y, en presencia de auxinas, estimulan la actividad del cambium, estas hormonas controlan el proceso de diferenciación, como formación de flores y de brotes vegetativos.

El tidiazurón (N-fenyl-1,2,3-tidiazol-5-ylurea) o TDZ, compuesto que se comporta como una citocinina y usado originalmente como defoliante en algodón, ha demostrado una alta capacidad para romper el letargo en yemas laterales siendo usado en especies tales como vid, zarzamora, manzana, durazno, frambuesa roja, ciruelo (Bondok *et al*. 1995, Calderón y Rodríguez, 1996; Ríos *et al*., 1997; Calderón y Rodríguez, 2000). Lo anterior ha permitido adelantar el período de floración. Para el caso de cítricos, y específicamente de limón 'Persa', el TDZ se ha empleado para desfasar la cosecha de este frutal, obteniéndose buenos resultados cuando fue aplicado a 300 $mg \cdot L^{-1}$, adelantando hasta 20 días la floración respecto al testigo (Guzmán, 1999).

Por otra parte, De Dios (2000), aplicando TDZ a árboles de limón 'Persa', indica que concentraciones de 200 y 250 $mg \cdot L^{-1}$ promueven defoliación aumentando la brotación de yemas vegetativas y florales. Aunque el efecto fisiológico del TDZ para estimular la brotación no es conocido totalmente, estudios realizados en manzana en preletargo muestran que las yemas tratadas incrementaron el grado de insaturación de ácidos grasos de los lípidos, disminuyendo la relación de esteroles-fosfolípidos, alterando la permeabilidad y permitiendo un incremento en la relación agua-libre estructural en el interior de las células de la yema; además, se produce una reducción de radicales libres, lo que incrementa la disponibilidad de oxígeno e inicia la respiración aeróbica, induciendo el metabolismo de los tejidos en letargo (Wang *et al*., 1988).

Por otra parte, Trejo *et al.* (2009), trabajando con uva y empleando cianamida de hidrógeno para romper el letargo de yemas (evaluando cinco etapas fenológicas de la yema), encontraron que con la aplicación de este regulador del crecimiento las yemas incrementaron gradualmente su calor metabólico logrando que éstas brotaran cuatro días antes respecto al testigo. Lo anterior refuerza la consideración de Wang *et al*. (1988) en el sentido de que el tejido en cuestión incrementa su actividad metabólica como respuesta al regulador del crecimiento.

En el caso del TDZ, el rompimiento del letargo se asoció con el aumento del contenido de ácidos orgánicos y respiración de yemas; así, el TDZ puede iniciar un proceso regulador y permitir la brotación de yemas con cambios metabólicos; este proceso podría más tarde convertir los carbohidratos de reserva a formas más útiles y promover la eficiencia en el transporte que influye en la brotación de yemas; aunque se menciona que la aplicación de TDZ disminuyó los carbohidratos solubles y almidón.

Curtí (2009) menciona que para el caso del limón 'Persa', la fertilización nitrogenada con 800 g de urea al suelo por árbol (60 % en agosto y 40 % en enero) y un despunte de brotes en el mes de mayo, incrementaron el rendimiento de invierno en 106 % (de 2.82 a 5.82 $t \cdot ha^{-1}$, en promedio de dos años).

2.2 OBJETIVO.

En base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un regulador del crecimiento, estado nutrimental de la planta y prácticas culturales sobre la producción invernal de limón 'Persa'.

2.3 HIPOTESIS.

La correcta integración de los factores que regulan la floración en cítricos, permite diseñar el manejo apropiado, para obtener una producción invernal satisfactoria en la zona de estudio.

2.4 MATERIALES Y METODOS

2.4.1. Sitio de estudio

El trabajo se realizó en el ejido 'La Peña', municipio de Nautla, Ver., México, a una altitud de 10 msnm. El lugar presenta un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual de 25.5º C y una precipitación media anual de 1338 mm (García, 1981).

2.4.2. Material vegetal

El trabajo se realizó en una huerta de árboles de limón 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) de siete años de edad injertados sobre Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf. *X Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) L.), ubicada en un terreno plano (pendiente menor al 2 %), con suelo franco-arcilloso,Se emplearon árboles plantados a distancias de 6 m x 5 m.

2.4.3 Generación de tratamientos.

Los tratamientos resultaron de la combinación de los niveles de los dos factores referidos. El factor nivel nutrimental tuvo cuatro niveles, que son los siguientes: a) sin fertilización; b) fertilización aplicada al suelo 0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K; c) fertilización aplicada al suelo + Biol foliar, y d) aplicación de Biol foliar. El factor

prácticas de producción forzada tuvo cuatro niveles, que son los siguientes: a) aplicación de urea foliar al 8 % en dos ocasiones; b) aplicación de urea foliar al 8 % en una ocasión + poda de despunte de ramas; c) aplicación de thidiazuron (TDZ) a 150 $mg \cdot L^{-1}$; y d) aplicación de TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en árboles de limón ''Persa'' . Nautla, Ver. 2008.

Tratamientos	Fecha de aplicación.		
	Dosis nutrimental		Práctica de producción forzada.
	Suelo	Biol Foliar	
1 Sin F.S. + U. F. dos ocasiones.			09/11/08 y 24/12/08
2 Sin F.S. + U. F. + poda.			09/11/08
3 Sin F.S. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.			09/11/08
4 Sin F.S. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$.			09/11/08
5 F.S + U. F. dos ocasiones.	27/07/08		09/11/08 y 24/12/08
6 F.S + U. F. + poda.	27/07/08		09/11/08
7 F. S. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.	27/07/08		09/11/08
8 F. S. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$	27/07/08		09/11/08
9 F. S. + B.F. + U.F. dos ocasiones.	27/07/08	27/07/08 y 05/10/08	09/11/08 y 24/12/08
10 F. S. + B.F. + U.F. + poda.	27/07/08	27/07/08 y 05/10/08	09/11/08
11 F. S. + B.F. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.	27/07/08	27/07/08 y 05/10/08	09/11/08
12 F. S. + B.F. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$.	27/07/08	27/07/08 y 05/10/08	09/11/08
13 B.F. + U.F. dos ocasiones.		27/07/08 y 05/10/08	09/11/08 y 24/12/08
14 B.F. + U.F. + poda.		27/07/08 y 05/10/08	09/11/08
15 B.F. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.		27/07/08 y 05/10/08	09/11/08
16 B.F. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$.		27/07/08 y 05/10/08	09/11/08

F.S.= Fertilización al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K), U.F.= Urea foliar al 8 %, TDZ=Thidiazurón, B.F.= Biol foliar.

Se hizo un análisis de suelo y otro foliar de nutrimentos minerales. Con los datos de concentración nutrimental en tejido vegetal, se estimaron los índices de balance nutrimental Kenworthy (Kenworthy, 1967) empleando como base los estándares generados por Maldonado (1999) para limón mexicano y tener así una estimación del estado nutrimental del cultivo. Asimismo, se clasificó el estado de cada nutrimento empleando los índices de referencia de Jones *et al*. (1991).

El Biol líquido empleado en este trabajo está elaborado a base de estiércol de ganado bovino y se prepara por biodigestión con 50 kg de estiércol, 2 kg de sulfato de

magnesio, 2 kg de sulfato de zinc, 2 kg de sulfato de manganeso, 2 kg de sulfato de hierro, 2 kg de sulfato de cobre, 1 kg de boráx, 4 L de leche bronca o suero, 4 kg de piloncillo o melaza, 1 barra de levadura (300 g) y agua (160 L). Los ingredientes se mezclan bien y se dejan en un tambo sellado de 200 L por 45 días. Sólo se requiere dejarle una manguera de salida para liberar el biogás producido, ya que lo que interesa en este caso es el efluente. La concentración de nutrimentos que presenta se observan en el cuadro 2. La concentración empleada para este trabajo fue de 0.5 L del Biol foliar en 200 L de agua, adicionándose adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$.

En la aspersión foliar de la urea se empleó urea grado suelo (46 % de N). Para la aspersión de TDZ se empleó el producto comercial Revent® (42.40 % de TDZ), y se adicionó adherente Inex- a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$.

Como fuentes de nutrimentos para la fertilización al suelo, se empleó urea (46 % de N) aplicándose la mitad de la dosis el 27 de julio de 2008 y la otra mitad un mes después. La fuente de fósforo empleada fue superfosfato triple de calcio (46 % de P) y como fuente de potasio cloruro de potasio (50 % de K). Del P y del K, se aplicaron los fertilizantes el 27 de julio del 2008. Se realizó la mezcla de las cantidades requeridas de las fuentes y se aplicaron esparciéndolas uniformemente bajo la proyección de la copa del árbol, en el momento en que el suelo tenía una adecuada humedad.

2.4.4. Manejo de los árboles.

Se realizó poda de sanidad y de formación de la huerta en el mes de enero de 2008. El control de malezas se hizo aplicando glifosato en el ruedo de los árboles en febrero de 2008, y de manera manual se hizo control en el ruedo de los árboles el 24 de julio del

2008 y control mecánico entre las calles de los mismos. Se fertilizó la huerta en febrero de 2008 empleando 1.5 kg de urea por árbol y se asperjó urea al 4 % mas el fertilizante foliar Speed-foll® al 0.75 %. Durante el desarrollo del trabajo se aplicaron, el 25 de noviembre del 2008 el insecticida Rogor® a razón de 2 $mL \cdot L^{-1}$, fungicida Prozycar® a razón de 1.25 $g \cdot L^{-1}$ mas adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$ para el control de diaphorina, pulgón y antracnosis . El 18 de septiembre del 2009 y 14 de febrero del 2008 se aplicó para el control de araña roja y ácaro blanco, el insecticida-acaricida Ak20® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$,y fungicida Prozycar® a razón de 1.25 $g \cdot L^{-1}$ mas adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$. La huerta es de temporal.

2.4.5 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas fueron las sigueintes:

a) Concentración de nutrimentos. Una vez secadas las muestras foliares, se prepararon para el análisis moliéndose en un molino de cuchillas de acero inoxidable. Se tomaron 0.5 g del tejido seco y molido, pesados en balanza granataria eléctrica; luego se colocaron en un matraz de digestión adicionándole 4 ml de mezcla diácida (4:1 de ácido sulfúrico y ácido perclórico), mas 2 ml de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada al 30 %) para acelerar la reacción dejándose reposar 24 horas; después, el matraz se colocó en una estufa de digestión Lindenberg SB a 260º C, hasta que se obtuvo un extracto (digestado) transparente y cristalino que se aforó con agua destilada a 50 ml, quedando listo para los análisis posteriores de nutrimentos, por los métodos siguientes (Alcántar y Sandoval, 1999). Nitrógeno se determinó por el método Khejdahl. Fósforo se determinó por fotocolorimetría de vanadato-molibdato (amarillo) leído en espectrofotómetro Spectronic 20. Potasio se determinó por flamometría leído en flamómetro Corning

modelo 410. Calcio, magnesio, cobre, hierro, zinc y manganeso se determinaron en un espectrofotómetro de absorción atómica.

b) Contenido de clorofilas a, b, totales y carotenoides. Se siguió el método de la AOAC (1980).

c) Rendimiento de fruta. Se pesaron todos los frutos de cada árbol.

d) Calidad de fruta. Se tomó una muestra de 5 frutos por tratamiento, y se evaluó el peso, el diámetro ecuatorial, el diámetro polar y el grosor de la cáscara, con un vernier; también se determinó el color empleando una escala del 1 al 5, donde 1 es verde intenso y 5 verde alimonado; la rugosidad se evaluó empleando una escala del 1 al 5, donde 1 es liso, 3 medianamente rugoso y 5 muy rugoso; también se midió el porcentaje de jugo con respecto al peso del fruto; el pH de jugo se midió con un potenciómetro portátil marca Hanna, y la dulzura, con un refractómetro manual.

2.4.6. Manejo de las muestras.

Para hacer el análisis nutrimental, se tomaron muestras foliares y se guardaron en refrigeración en bolsas de plástico debidamente etiquetadas. Para su traslado al laboratorio se colocaron en una hielera a aproximadamente 5º C. En el laboratorio se lavaron con agua de la llave y posteriormente con agua destilada para pasarlas después a la estufa secadora, donde se secaron a 70° C hasta peso constante. Para el caso de la determinación de clorofilas y carotenoides se colectaron muestras foliares y se llevaron a laboratorio en una hielera a aproximadamente 5º C y se guardaron en refrigeración para su posterior procesamiento.

2.4.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron usando dos diseños de tratamientos. Por un lado, se

hizo un análisis considerando las combinaciones (tratamientos) de los factores nivel nutrimental y prácticas de producción forzada. También se hizo análisis considerando un diseño factorial con los factores y niveles mencionados en los párrafos anteriores. Para los dos análisis se tuvieron cinco repeticiones y una planta por unidad experimental.

La información se analizó empleando el programa SAS (Sas Institute), realizándose un análisis de varianza que comparó el efecto de los tratamientos y de los niveles de los factores sobre las variables evaluadas, con sus respectivas pruebas de comparación de medias, ésta por el método de Tukey, y todas con $P \leq 0.05$. Asimismo, para determinar el estado nutrimental producido por cada tratamiento, se utilizó el sistema de diagnóstico Kenworthy (Kenworthy, 1967), empleando como base los estándares generados por Maldonado (1999) para limón mexicano y los índices de referencia de Jones *et al*. (1991).

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

2.5. 1. Características nutrimentales del suelo, árboles y biol estudiados.

En el cuadro 2 se observa que para el suelo, la huerta presentó niveles bajo y muy bajo para P y N respectivamente, mientras que el resto de los nutrimentos presentaron valores medios a altos. Se presentó un pH ligeramente bajo, que indica un suelo ligeramente ácido; además, se detectó que el suleo es no salino y rico en materia orgánica. Respecto a la concentración foliar de nutrimentos, N, K, Ca y Mn presentaron valores por debajo de lo normal, y B, Fe y P resultaron en exceso. Por otro lado, el Biol foliar presentó bajo contenido de P y alto contenido de Ca.

Cuadro 2. Resultados del análisis del suelo, análisis de tejido vegetal y del Biol foliar empleados en este trabajo. Nautla, Ver. 2008.

VARIABLE	SUELO	NIVEL	MUESTRA DE TEJIDO VEGETAL				Biol foliar
			VALOR	NIVEL	[z]IBK	NIVEL	
pH	6.15	Lig. Ácido					4.6
Conductividad eléctrica ($mS \cdot cm^{-1}$)	0.32	No salino					
Densidad aparente (g/cm^3).	1.15						
Textura		Franco arcilloso.					
Arena (%)	32.2						
Limo (%)	40.7						
Arcilla (%)	55.12						
Materia orgánica (%)	3.23	Rico					
Macronutrimento							
Nitrógeno (%)	0.00148	Muy bajo	2.23	[y]B	75.80	[x]DN	0.56
Fósforo (%)	0.00093	Bajo	0.48	S	199.7	E	0.0094
Potasio (%)	0.0283	Medio	0.85	B	43.50	D	0.1286
Calcio (%)	0.1796	Medio	2.48	S	38.21	D	8.42
Magnesio (%)	0.0565	Medio	0.60	S	114.4	N	0.313
Micronutrimento							
Boro ($mg \cdot kg^{-1}$)	1.04	Medio	113.62	A	156.2	E	1658
Cobre ($mg \cdot kg^{-1}$)	2.79	Alto	13.4	S	113.9	N	1034
Hierro ($mg \cdot kg^{-1}$)	93.14	Alto	170.95	S	150.4	E	904
Manganeso ($mg \cdot kg^{-1}$)	62.17	Alto	31.98	S	74.93	DN	1380
Zinc ($mg \cdot kg^{-1}$)	3.8	Medio	20.9	S	83.21	N	1299

[z] IBK = Índice de Balance Kenworthy (1967).
[y] B = bajo, S = suficiente, A = alto. Clasificación de acuerdo a Benton-Jones *et al*. (1991).
[x] D = deficiente, DN = debajo de lo normal, N = normal, E = exceso. Clasificación de acuerdo a Kenworthy (1967).
Lig. = Ligeramente.

2.5.2. Concentración foliar de nutrimentos e Índices de Balance Kenworthy.

El cuadro 3 muestra que la concentración de N en la fecha 1 fue por debajo del normal, mientras que para las fechas de muestreo 2 y 3 los índices de balance indican que se mantuvo en un nivel deficiente (D). Sin embargo, al observar el análisis para niveles nutrimentales (Cuadro 4), se aprecia que los mayores valores corresponden a fertilización al suelo (N2) y a la fertilización al

Cuadro 3. Contenido de N en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	N (%) en F1	IBK en F1	N (%) en F2	IBK en F2	N (%) en F3	IBK en F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	2.23 a	75.8 DN	0.5416 e[z]f	34.585 D	0.6326 abcd	37.22 D
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	2.23 a	75.8 DN	0.5854 ef	35.856 D	0.9690 ab	46.96 D
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.23 a	75.8 DN	0.6330 cdef	37.236 D	0.5860 bcd	35.87 D
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	2.23 a	75.8 DN	0.3834 f	30.103 D	0.5156 d	33.84 D
5 F.S + U. F. dos veces.	2.23 a	75.8 DN	0.8638 abcd	43.919 D	0.8514 abcd	43.56 D
6 F.S + U. F. + poda.	2.23 a	75.8 DN	0.7174 abcde	39.681 D	0.9814 a	47.33 D
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.23 a	75.8 DN	0.8942 ab	44.802 D	0.7580 abcd	40.85 D
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	2.23 a	75.8 DN	0.7782 abcde	41.442 D	0.8128 abcd	42.44 D
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	2.23 a	75.8 DN	0.8856 abc	44.551 D	0.9288 abc	45.80 D
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	2.23 a	75.8 DN	0.9180 a	45.489 D	0.8828 abcd	44.47 D
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	2.23 a	75.8 DN	0.8678 abcd	44.032 D	0.7712 abcd	41.24 D
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	2.23 a	75.8 DN	0.8788 abc	44.351 D	0.8606 abcd	43.82 D
13 B.F. + U.F. dos veces.	2.23 a	75.8 DN	0.7730 abcde	41.287 D	0.9600 ab	46.70 D
14 B.F. + U.F. + poda.	2.23 a	75.8 DN	0.6106 ef	36.586 D	0.6710 abcd	38.34 D
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.23 a	75.8 DN	0.6428 bcde	37.518 D	0.6022 abcd	36.34 D
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	2.23 a	75.8 DN	0.6250 def	37.003 D	0.5402 cd	34.55 D
DMS. (%)			0.2531		0.3952	
C. V. (%)			15.43		22.69	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

F1 = 24 de junio del 2008; F2 = 12 de octubre del 2008; F3 = 20 de enero del 2009.

Cuadro 4. Comparación del contenido de N (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	0.5367 c[z]	0.6758 b
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	0.8134 a	0.8509 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	0.8876 a	0.8608 a
N4 Biol foliar	0.6629 b	0.6934 b
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	0.7660 a	0.8432 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	0.7079 ab	0.8761 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	0.7595 ab	0.6794 b
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	0.6672 b	0.6823 b
DMS	0.0935	0.1461
C. V. (%)	15.44	22.69

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

suelo + Biol foliar (N3) para las fechas de muestreo 2 y 3. Por otra parte, respecto a la práctica de producción forzada destaca P1 (urea foliar al 8 % dos veces) y P2 (urea foliar al 8 % + poda) que para la tercera fecha de muestreo presentaron los mayores valores siendo iguales entre sí y diferentes a P3 (TDZ a 150 mg·L^{-1}) y P4 (TDZ a 250 mg·L^{-1}). Lo anterior coincide con lo señalado por Franke (1967) en el sentido de que la urea puede penetrar de 10 a 20 veces más rápidamente que los iones inorgánicos, además de que puede mejorar la penetración de reguladores del crecimiento, y en este caso pudo haber mejorado la concentración foliar de N en las fechas 2 y 3 de muestreo.

En el cuadro 5 se aprecia que el contenido de fósforo resultó en exceso al emplear los índices Kenworthy, manteniéndose normal y arriba del normal para las fechas de muestreo 2 y 3.

Al analizar el contenido del P por factores (Cuadro 6), destaca, para la fecha de muestreo 2, que el nivel N3 (Fertilización al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K) + Biol foliar) fue superior a los otros niveles.

Cuadro 5. Contenido de P e índices de balance Kenworthy en árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	P (%) en F1	IBK en F1	P (%) en F2	IBK en F2	P (%) en F3	IBK en F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	0.48	199.77 E	0.23900 c	110.76 N	0.2492 cd	114.50 N
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	0.48	199.77 E	0.26120 abc	118.97 AN	0.2946 a	131.30 AN
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.48	199.77 E	0.25660 abc	117.27 AN	0.2420 d	111.86 N
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.48	199.77 E	0.26740 abc	121.24 AN	0.2714abcd	122.72 AN
5 F.S + U. F. dos veces.	0.48	199.77 E	0.26740 abc	121.24 AN	0.2654abcd	120.52 AN
6 F.S + U. F. + poda.	0.48	199.77 E	0.25760 abc	117.59 AN	0.2808 ab	126.17 AN
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.48	199.77 E	0.28040 ab	126.02 AN	0.2654abcd	120.52 AN
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.48	199.77 E	0.28580 a	128.07 AN	0.2744 abc	123.83 AN
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	0.48	199.77 E	0.28780 a	128.81 AN	0.2746 abc	123.90 AN
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	0.48	199.77 E	0.28760 a	128.74 AN	0.2814 ab	126.39 AN
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	0.48	199.77 E	0.29040 a	129.75 AN	0.2734abcd	123.46 AN
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.48	199.77 E	0.29040 a	129.75 AN	0.2894 a	129.40 AN
13 B.F. + U.F. dos veces.	0.48	199.77 E	0.27360 abc	123.53 AN	0.2846 ab	127.63 AN
14 B.F. + U.F. + poda.	0.48	199.77 E	0.24080 bc	111.45 N	0.2848 ab	127.70 AN
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.48	199.77 E	0.26140 abc	119.04 N	0.2564 bcd	117.14 N
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.48	199.77 E	0.25520 abc	116.70 N	0.2634abcd	119.78 AN
D.M.S.			0.0411		0.0315	
C.V. (%)			6.7585		5.1256	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

El cuadro 6 se muestra los resultados del análisis factorial para el contenido del P en las plantas.

Cuadro 6. Comparación del contenido de P (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	F2 (12-10-2008)	F3 (20-01-2009)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	0.2560 c[z]	0.2643b
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	0.2728 b	0.2715 ab
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K) + Biol foliar	0.2890 a	0.2797 a
N4 Biol foliar	0.2577 bc	0.2723 ab
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	0.2669 a	0.2684 bc
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	0.2618 a	0.2854 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg·L^{-1}	0.2722 a	0.2593 c
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg·L^{-1}	0.2747 a	0.2746 ab
D.M.S.	0.0152	0.0116
C.V. (%)	6.7585	5.1256

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Para el K, en el cuadro 7 se aprecia que fue deficiente (D) en la fecha 1 de muestreo, respecto al índice de balance Kenworthy, mientras que para la segunda fecha de muestreo se mantuvo debajo del normal y para la tercera fecha de muestreo se mantuvo igual debajo del normal y todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Para el caso del análisis por niveles nutrimentales (Cuadro 8) estos fueron iguales para la fecha 3 de muestreo, mientras que respecto a las prácticas de producción forzada estas mostraron diferencias siendo superior P2 (Aplicación de urea foliar 8 % + poda) e igual a P1 (Aplicación de urea foliar 8 % dos veces). Posiblemente el comportamiento del K y de P se debe a que tienden a disminuir antes de la iniciación floral y advenimiento de la floración, que para este trabajo se presentó a mediados del mes de diciembre de 2008.

Cuadro 7. Contenido de K en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	0.85	43.50 D	1.0226 abcd[z]	73.75 DN	1.0724 a	77.16 DN
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	0.85	43.50 D	1.0322 abcd	73.15 DN	1.0774 a	78.69 DN
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.85	43.50 D	0.9826 abcd	71.96 DN	0.8304 a	64.38 DN
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.85	43.50 D	1.1148 a	76.73 DN	0.9648 a	71.36 DN
5 F.S + U. F. dos veces.	0.85	43.50 D	0.8454 cd	63.27 DN	0.9168 a	67.19 DN
6 F.S + U. F. + poda.	0.85	43.50 D	0.9484 abcd	69.57 DN	1.0940 a	75.71 DN
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.85	43.50 D	1.0236 abcd	73.58 DN	0.9544 a	68.12 DN
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.85	43.50 D	1.0926 ab	77.92 DN	0.9752 a	70.68 DN
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	0.85	43.50 D	0.9656 abcd	69.40 DN	0.9844 a	71.19 DN
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	0.85	43.50 D	0.8328 d	62.93 DN	0.9568 a	69.66 DN
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	0.85	43.50 D	0.9624 abcd	68.81 DN	0.8960 a	66.17 DN
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.85	43.50 D	0.9542 abcd	70.34 DN	0.9684 a	70.25 DN
13 B.F. + U.F. dos veces.	0.85	43.50 D	1.0798 abc	76.30 DN	1.0720 a	76.98 DN
14 B.F. + U.F. + poda.	0.85	43.50 D	0.9280 abcd	68.12 DN	1.1034 a	77.39 DN
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.85	43.50 D	1.1026 ab	78.43 DN	0.9272 a	68.30 DN
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.85	43.50 D	0.8648 bcd	63.78 DN	0.8458 a	65.31 DN
D.M.S.			0.2384		0.280	
C.V. (%)			10.7076		12.6690	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 8. Comparación del contenido de K (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	1.0380 a	0.9862 a
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	0.9775 ab	0.9851 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	0.9287 b	0.9514 a
N4 Biol foliar	0.9938 ab	0.9871 a
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	0.9783 a	1.0114 ab
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	0.9353 a	1.0579 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	1.0178 a	0.9020 c
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	1.0066 a	0.9385 bc
D.M.S.	0.0881	0.1035
C.V. (%)	10.7076	12.6690

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

El Ca fue deficiente (D) para la primera fecha de muestreo (Cuadro 9) y se logró incrementar a normal (N) y debajo de lo normal (DN) para las fechas 2 y 3 de muestreo para los diferentes tratamientos. A lo cual pudo haber contribuido el Biol empleado ya que presentó un contenido de 8.42 % de Ca (Cuadro 2). El cuadro 10 muestra que para la fecha de muestreo 2 fue superior respecto al contenido de Ca el nivel N4 (Biol foliar), mientras que para la fecha de muestreo 3 no hubo diferencias entre las prácticas de producción forzada. Recordando que este elemento es dentro de los nutrimentos esenciales el más inmóvil.

Cuadro 9. Contenido de Ca en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	2.48	38.21 D	2.8792 b c	72.86 DN	3.1864 ab	77.39 DN
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	2.48	38.21 D	3.1940 a b c	77.50 DN	3.3398 ab	79.65 DN
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.48	38.21 D	2.9394 b c	73.75 DN	3.2796 ab	78.77 DN
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	2.48	38.21 D	2.7164 b c	70.47 DN	3.3884 ab	80.37 DN
5 F.S + U. F. dos veces.	2.48	38.21 D	2.3880 c	65.62 DN	3.4326 ab	81.02 DN
6 F.S + U. F. + poda.	2.48	38.21 D	2.0458 c	60.58 DN	3.6046 ab	83.56 N
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.48	38.21 D	1.9304 c	58.88 DN	3.5018 ab	82.04 DN
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	2.48	38.21 D	3.1750 a b c	77.22 DN	3.0642 b	75.59 DN
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	2.48	38.21 D	1.8126 c	57.14 DN	4.0786 ab	90.54 N
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	2.48	38.21 D	2.3836 c	65.55 DN	3.3426 ab	79.70 DN
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	2.48	38.21 D	2.0840 c	61.14 DN	3.4170 ab	80.79 DN
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	2.48	38.21 D	2.5136 c	67.47 DN	4.8134 a	101.38 N
13 B.F. + U.F. dos veces.	2.48	38.21 D	3.0190 a b c	74.92 DN	4.3534 ab	94.59 N
14 B.F. + U.F. + poda.	2.48	38.21 D	4.1658 a b	91.83 N	3.9202 ab	88.21 N
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	2.48	38.21 D	2.9600 b c	74.05 DN	3.8150 ab	86.66 N
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	2.48	38.21 D	4.4190 a	95.56 N	3.6458 ab	84.16 N
D.M.S.			1.4573		1.5345	
C.V. (%)			23.1098		18.6628	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 10. Comparación del contenido de Ca (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	2.9323 b	3.2986 b
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	2.3848 c	3.4008 a b
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	2.1985 c	3.9129 a
N4 Biol foliar	3.6410 a	3.9336 a
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	2.5247 b	3.7628 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	2.9473 a b	3.5518 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	2.4785 b	3.5034 a
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	3.2060 a	3.7280 a
D.M.S.	0.5386	0.5671
C.V. (%)	23.1098	18.6628

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

En el cuadro 11 se observa que en general, el Mg se mantuvo a lo largo de las 3 fechas de muestreo en un rango normal (N), excepto para el tratamiento 9 en la fecha 2 donde resultó en una clasificación debajo de lo normal (DN).

Cuadro 11. Contenido de Mg en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	0.60	114.46 N	0.4850 abcde	99.34 N	0.4680 a	97.10 N
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	0.60	114.46 N	0.4698 bcde	97.34 N	0.4760 a	98.13 N
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.60	114.46 N	0.4686 bcde	97.18 N	0.4580 a	95.75 N
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.60	114.46 N	0.4114 de	89.66 N	0.4780 a	98.41 N
5 F.S + U. F. dos veces.	0.60	114.46 N	0.3966 de	87.71 N	0.4778 a	98.37 N
6 F.S + U. F. + poda.	0.60	114.46 N	0.3936 de	87.36 N	0.5206 a	104.02 N
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.60	114.46 N	0.3696 de	84.16 N	0.4874 a	99.65 N
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.60	114.46 N	0.5586 abc	109.01N	0.4270 a	91.71 N
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	0.60	114.46 N	0.35000 e	81.58 DN	0.4950 a	100.65 N
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	0.60	114.46 N	0.4756 bcde	98.13 N	0.5354 a	105.96 N
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	0.60	114.46 N	0.4170 de	90.38 N	0.4890 a	99.84 N
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	0.60	114.46 N	0.4684 bcde	97.16 N	0.5208 a	104.02 N
13 B.F. + U.F. dos veces.	0.60	114.46 N	0.4496 cde	94.66 N	0.4220 a	91.04 N
14 B.F. + U.F. + poda.	0.60	114.46 N	0.6166 a	116.64 N	0.4650 a	96.69 N
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	0.60	114.46 N	0.4946 abcd	100.59 N	0.5538 a	108.37 N
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	0.60	114.46 N	0.5912 b	113.29 N	0.4860 a	99.47 N
D.M.S.			0.1363		0.1549	
C.V. (%)			13.0097		14.1289	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 12. Comparación del contenido de Mg (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	0.4587 b	0.4700 a
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	0.4296 b	0.4782 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	0.4277 b	0.5100 a
N4 Biol foliar	0.5380 a	0.4817 a
D.M.S.	0.504	0.0573
C.V. (%)	13.0097	14.1289
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	0.4203 b	0.4657 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	0.4889 a	0.4992 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	0.4374 b	0.4970 a
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	0.5074 a	0.4779 a
D.M.S.	0.504	0.0573
C.V. (%)	13.0097	14.1289

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Mientras que el cuadro 12 muestra que el nivel nutrimental N4 (Biol foliar) fue superior en la fecha 2 de muestreo; posiblemente debido a que el citado Biol presentó un contenido de Mg de 3130 mg·kg^{-1} ya que entre sus ingredientes incluye sulfato de magnesio, mientras que no hubo diferencias entre niveles nutrimentales para la fecha 3 de muestreo. Asimismo para las prácticas de producción forzada no se presentaron diferencias estadísticas para la fecha 3 de muestreo.

En el cuadro 13 se aprecia que el índice de balance para el Cu se mantuvo normal (N) para la fecha de muestreo 1, mientras que para la fecha 2 de muestreo continuó normal (N) y para los tratamientos 4, 11 y 12 estuvieron arriba de lo normal (AN). Para el caso de los niveles nutrimentales (Cuadro 14) fue superior el nivel N3, siendo igual al nivel N4, en la fecha 2 de muestreo. Las prácticas de producción forzada presentaron los

mismos niveles de Cu para la fecha de muestreo 2.

Cuadro 13. Contenido de Cu en ppm en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	13.4	113.92 N	8.949 a	88.10 N	3.182 b	54.66 DN
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	13.4	113.92 N	10.847 a	99.11N	5.331 b	67.12 DN
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	13.4	113.92 N	10.500 a	97.10N	3.453 b	56.23 DN
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	13.4	113.92 N	14.113 a	118.06 AN	3.991 b	59.35 DN
5 F.S + U. F. dos veces.	13.4	113.92 N	8.567 a	85.89 N	3.787 b	58.16 DN
6 F.S + U. F. + poda.	13.4	113.92 N	10.938 a	99.64 N	4.760 b	63.81 DN
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	13.4	113.92 N	10.193 a	95.32 N	4.811 b	64.10 DN
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	13.4	113.92 N	10.765 a	98.63 N	4.889 b	64.56 DN
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	13.4	113.92 N	13.460 a	114.27 N	5.602 b	68.69 DN
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	13.4	113.92 N	13.173 a	112.61 N	5.000 b	65.20 DN
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	13.4	113.92 N	14.720 a	121.58 AN	6.069 b	71.40 DN
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	13.4	113.92 N	15.409 a	125.57 AN	7.638 a b	80.50 DN
13 B.F. + U.F. dos veces.	13.4	113.92 N	14.022 a	117.53 N	4.155 b	60.30 DN
14 B.F. + U.F. + poda.	13.4	113.92 N	13.602 a	115.09 N	14.265 a	118.93 AN
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	13.4	113.92 N	11.040 a	100.23 N	3.235 b	54.97 DN
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	13.4	113.92 N	11.849 a	104.92 N	4.802 b	64.05 DN
D.M.S.			7.1958		6.6662	
C.V. (%)			26.5011		55.5172	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 14. Comparación del contenido de Cu (ppm) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	11.102 b	3.9895 b
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	10.116 b	4.5617 a b
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	14.191 a	6.0772 a b
N4 Biol foliar	12.628 a b	6.6144 a
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	11.249 a	4.181 b
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	12.140 a	7.339 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	11.613 a	4.392 b
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	13.034 a	5.330 a b
D.M.S.	2.6595	2.4638
C.V. (%)	26.5011	55.5172

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

El Fe (Cuadro 15) resultó en exceso para la primera fecha de muestreo, manteniéndose normal (N) para la fecha de muestreo 2 excepto los tratamientos 3 y 5 (debajo de lo normal DN). Para la fecha de muestreo 3 todos los tratamientos presentaron un valor normal (N). Mientras que el cuadro 16 muestra que los niveles nutrimentales N3 y N4, que incluyen el uso del Biol presentaron el mayor contenido de Fe en la fecha de muestreo 2. Para la fecha 3 de muestreo fue superior el nivel N3 (Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. Foliar).

Cuadro 15. Contenido de Fe (ppm) en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	170.95	150.43 E	64.433 bc	85.67 N	76.725 e	93.14 N
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	170.95	150.43 E	65.080 bc	86.07 N	91.053 abcde	101.86 N
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	170.95	150.43 E	56.000 c	80.55 DN	82.769 de	96.82 N
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	170.95	150.43 E	62.593 bc	84.55 N	86.353 cde	99.00 N
5 F.S + U. F. dos veces.	170.95	150.43 E	58.393 c	82.00 DN	90.855 abcde	101.74 N
6 F.S + U. F. + poda.	170.95	150.43 E	78.400 abc	94.16 N	106.771 abcd	111.41 N
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	170.95	150.43 E	64.133 bc	85.49 N	101.662 abcde	108.31 N
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	170.95	150.43 E	72.900 abc	90.82 N	98.547 abcde	106.41 N
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	170.95	150.43 E	72.433 abc	90.54 N	111.591 ab	114.34 N
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	170.95	150.43 E	96.100 a	104.92 N	108.502 abc	112.46 N
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	170.95	150.43 E	69.807 abc	88.94 N	99.360 abcde	106.91 N
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	170.95	150.43 E	81.820 abc	96.24 N	115.491 a	116.71 N
13 B.F. + U.F. dos veces.	170.95	150.43 E	64.467 bc	85.69 N	88.880 bcde	100.54 N
14 B.F. + U.F. + poda.	170.95	150.43 E	86.333 ab	98.99 N	89.465 bcde	100.89 N
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	170.95	150.43 E	61.700 bc	84.01 N	84.705 cde	98.00 N
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	170.95	150.43 E	74.200 abc	91.61 N	109.591 abc	113.13 N
D.M.S.			27.53		25.031	
C.V. (%)			17.2587		11.4850	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

El cuadro 17 muestra que el Mn se comportó debajo de lo normal (DN) durante las 3 fechas de muestreo. Mientras que para niveles nutrimentales (Cuadro 18) resultaron iguales y superiores los niveles N3 y N4 en la segunda fecha de muestreo. Para el caso de las prácticas de producción forzada no hubo diferencias estadísticas entre sus niveles dentro de las fechas de muestreo 2 y 3.

Cuadro 16. Comparación del contenido de Fe (ppm) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	62.027 b	84.225 c
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	68.457 b	99.459 b
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	80.040 a	108.736 a
N4 Biol foliar	71.675 a b	93.160 b c
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	64.932 b	92.013 b
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	81.478 a	98.948 a b
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	62.910 b	92.124 b
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	72.878 a b	102.496 a
D.M.S.	10.175	9.2513
C.V. (%)	17.2587	11.4850

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 17. Contenido de Mn en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	31.98	74.93DN	17.765 abcde	59.45 DN	20.080 de	61.97 DN
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	31.98	74.93DN	15.253 e	56.71 DN	18.240 de	59.97 DN
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	31.98	74.93DN	17.113 bcde	58.74 DN	17.627 e	59.30 DN
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	31.98	74.93DN	14.947 e	56.38 DN	17.985 e	59.69 DN
5 F.S + U. F. dos veces.	31.98	74.93DN	15.973 de	57.50 DN	29.533 abc	72.26 DN
6 F.S + U. F. + poda.	31.98	74.93DN	19.231 abcde	61.04 DN	31.775 a	74.71 DN
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	31.98	74.93DN	18.865 abcde	60.65 DN	27.982 abc	70.58 DN
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	31.98	74.93DN	17.080 cde	58.70 DN	23.093 cde	65.25 DN
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	31.98	74.93DN	19.322 abcde	61.14 DN	30.578 ab	73.40 DN
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	31.98	74.93DN	22.945 abcd	65.09 DN	25.393 abcd	67.76 DN
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	31.98	74.93DN	23.273 abc	65.45 DN	28.160 abc	70.77 DN
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	31.98	74.93DN	23.587 abc	65.79 DN	29.805 abc	72.56 DN
13 B.F. + U.F. dos veces.	31.98	74.93DN	24.500 a	66.78 DN	18.593 de	60.35 DN
14 B.F. + U.F. + poda.	31.98	74.93DN	24.187 ab	66.44 DN	20.382 de	62.30 DN
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	31.98	74.93DN	20.007 abcde	61.89 DN	18.615 de	60.37 DN
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	31.98	74.93DN	22.813 abcd	64.95 DN	23.293 bcde	65.47 DN
D.M.S.			7.0792		7.3888	
C.V. (%)			15.8101		13.7187	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 18. Comparación del contenido de Mn (%) entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	16.2695 b	18.483 b
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	17.7873 b	28.096 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	22.2817 a	28.484 a
N4 Biol foliar	22.8767 a	20.221 b
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	19.3901 a	24.696 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	20.4040 a	23.948 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	19.8145 a	23.544 a
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	19.6067 a	23.096 a
D.M.S.	2.6164	2.7308
C.V. (%)	15.8101	13.7187

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

El Zn (Cuadro 19) fue normal (N) en la primera fecha de muestreo y se comportó como deficiente (D) en las fechas de muestreo 2 y 3. Sin embargo de los niveles nutrimentales (Cuadro 20) fue superior el N3 (Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. Foliar) en las fechas de muestreo 2 y 3. Por otra parte para las prácticas de producción forzada no hubo diferencias estadísticas para la fecha 2 de muestreo, y en la fecha 3 resultó inferior la práctica P3 aplicación de TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$. Cabe mencionar aquí que el biol presentó una concentración de Zn de 1,299 $mg \cdot kg^{-1}$, motivo por el cual combinando el biol con la fertilización al suelo se pudo mejorar la concentración de este nutrimento.

Cuadro 19. Contenido de Zn en % en árboles de limón ‘‘Persa’’ e índices de balance Kenworthy. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-08 (F1)	IBK F1	12-10-08 (F2)	IBK F2	20-01-09(F3)	IBK F3
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	20.9	83.21 N	2.6934 d	33.11 D	0.3200 d	26.58 D
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	20.9	83.21 N	4.3066 abcd	37.55 D	0.4354 c d	26.90 D
3 Sin F.S. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.	20.9	83.21 N	3.7500 cd	36.02 D	0.1422 d	26.09 D
4 Sin F.S. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$.	20.9	83.21 N	5.3134 abcd	40.32 D	0.6912 cd	27.60 D
5 F.S + U. F. dos veces.	20.9	83.21 N	3.8934 bcd	36.41 D	1.3734 bc	29.48 D
6 F.S + U. F. + poda.	20.9	83.21 N	3.8646 cd	36.33 D	2.0978 a b	31.47 D
7 F. S. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.	20.9	83.21 N	4.5688 abcd	38.27 D	1.1422 bcd	28.84 D
8 F. S. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$	20.9	83.21 N	4.1622 bcd	37.15 D	1.0178 cd	28.50 D
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	20.9	83.21 N	7.2422 a	45.63 D	2.9488 a	33.81 D
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	20.9	83.21 N	6.9000 ab	44.69 D	2.6466 a	32.98 D
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$	20.9	83.21 N	5.8154 abc	41.70 D	2.0578 a b	31.36 D
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$	20.9	83.21 N	5.8734 abc	41.86 D	2.4200 a	32.36 D
13 B.F. + U.F. dos veces.	20.9	83.21 N	6.2288 abc	42.84 D	0.8578 cd	28.06 D
14 B.F. + U.F. + poda.	20.9	83.21 N	4.9888 abcd	39.43 D	0.6088 cd	27.38 D
15 B.F. + TDZ 150 $mg \cdot L^{-1}$.	20.9	83.21 N	4.1888 bcd	37.23 D	0.2512 d	26.39 D
16 B.F. + TDZ 250 $mg \cdot L^{-1}$.	20.9	83.21 N	5.0646 abcd	39.64 D	0.9934 cd	28.43 D
D.M.S.			3.027		1.022	
C.V. (%)			27.1648		36.1514	

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 20. Comparación del contenido de Zn entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)	20-01-2009 (F 3)
NIVEL NUTRIMENTAL		
N1 (Sin fertilización)	4.0159 b	0.3972 c
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	4.1223 b	1.4078 b
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	6.4578 a	2.5183 a
N4 Biol foliar	5.1177 b	0.6778 c
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA		
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	5.0144 a	1.3750 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	5.0150 a	1.4472 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	4.5808 a	0.8984 b
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	5.1034 a	1.2806 a
D.M.S.	1.1187	0.3777
C.V. (%)	27.1648	36.1514

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

2.5.3. Contenido de clorofilas y carotenoides.

En el cuadro 21 se observan los resultados obtenidos para clorofilas y carotenoides, en las fechas de muestreo 2 y 3, apreciándose que los carotenoides fueron iguales estadísticamente para la fecha de muestreo 3 (20-01-2009). Sin embargo en el cuadro 22 se observa que los niveles nutrimentales N2 y N3 presentaron los mayores valores en las fechas de muestreo 2 y 3 para clorofilas a, b y a+b; no así para carotenoides. Mientras que la práctica de producción forzada P1 (Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces) presentó los mayores valores para la fecha 2 de muestreo (12-10-2008). Y para la fecha 3 de muestreo (20-01-2009) sus efectos fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 21. Contenido de Clorofilas (a, b, a+b) y Carotenoides (Cx) en μg·ml^{-1} de extracto, en árboles de limón ''Persa''. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	24-06-2008 (F1)				12-10-2008 (F 2)				20-01-2009 (F 3)			
	Ca	Cb	Ca+b	Cx	Ca	Cb	Ca+b	Cx	Ca	Cb	Ca+b	Cx
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	21.0	4.19	25.19	977.87	11.95 bdc	2.87cde	14.82bcd	402.4 ab	15.14 ab	3.13 abc	18.28 ab	630.5 a
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	21.0	4.19	25.19	977.87	16.3 abcd	3.65abcde	19.95abcd	766.3 a	16.61 ab	3.52 abc	20.14 ab	685.0 a
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	21.0	4.19	25.19	977.87	12.18abcd	2.89bcde	15.07 abcd	588.6 ab	8.39 b	2.07 c	10.47 b	519.0 a
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	21.0	4.19	25.19	977.87	10.97 cd	2.32 e	13.55 cd	338.2 ab	12.24 ab	2.63 bc	14.88 ab	549.2 a
5 F.S + U. F. dos veces.	21.0	4.19	25.19	977.87	19.37 ab	4.92 ab	24.29 a	583.1 ab	19.39 a	4.42 ab	23.81 a	720.4 a
6 F.S + U. F. + poda.	21.0	4.19	25.19	977.87	14.7 abcd	3.45abcde	18.17 abcd	544.2 ab	13.81 ab	2.81 abc	16.62 ab	645.1 a
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	21.0	4.19	25.19	977.87	15.24 abcd	3.90 abcde	19.14 abcd	476.7 ab	11.49 ab	2.85 abc	14.34 ab	467.5 a
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	21.0	4.19	25.19	977.87	18.30 abc	4.66 abc	22.97 ab	539.2 ab	14.99 ab	3.25 abc	18.25 ab	881.3 a
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	21.0	4.19	25.19	977.87	18.89 ab	4.46 abcd	23.35 ab	530.2 ab	20.23 a	4.55 ab	24.78 a	892.6 a
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	21.0	4.19	25.19	977.87	18.21 abc	4.62 abc	22.83 abc	534.6 ab	14.12 ab	3.00 abc	17.12 ab	526.9 a
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	21.0	4.19	25.19	977.87	17.66 abc	4.35 abcde	22.01 abc	496.6 ab	20.91 a	4.94 a	25.85 a	562.4 a
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	21.0	4.19	25.19	977.87	19.49 a	4.97 a	24.46 a	564.5 ab	21.77 a	4.55 ab	24.79 a	586.1 a
13 B.F. + U.F. dos veces.	21.0	4.19	25.19	977.87	17.96 abc	4.27 abcde	22.23 abc	517.2 ab	13.92 ab	2.84 abc	15.94 ab	498.3 a
14 B.F. + U.F. + poda.	21.0	4.19	25.19	977.87	15.76 abcd	3.64 abcde	19.40 abcd	518.2 ab	16.02 ab	3.40 abc	19.42 ab	664.2 a
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	21.0	4.19	25.19	977.87	9.78 d	2.32 e	12.11 d	300.5 b	13.73 ab	3.11 abc	16.84 ab	582.6 a
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	21.0	4.19	25.19	977.87	16.35 abcd	3.81 abcde	20.16 abcd	640.4 ab	13.92 ab	3.21 abc	17.13 ab	562.4 a
D.M.S.					7.456	2.032	9.388	441.28	10.363	2.2737	12.622	453.76
C.V. (%)					20.485	23.423	21.120	37.437	29.822	29.611	29.901	31.330

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Cuadro 22. Comparación del contenido de Clorofilas (a, b, a+b) y Carotenoides (Cx) en μg·ml^{-1} de extracto entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	12-10-2008 (F 2)				20-01-2009 (F 3)			
	Ca	Cb	Ca+b	Cx	Ca	Cb	Ca+b	Cx
NIVEL NUTRIMENTAL								
N1 (Sin fertilización)	12.85 c	2.99 c	15.85 c	523.89 a	13.1 b	2.84 b	15.94 b	595.92 a
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	16.90 ab	4.23 ab	21.14 ab	535.82 a	14.19 b	3.33 b	18.26 b	678.61 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biofert. foliar.	18.56 a	4.60 a	23.16 a	531.47 a	19.26 a	4.26 a	23.14 a	710.81 a
N4 Biol foliar	14.96 bc	3.51 bc	18.47 bc	494.08 a	14.19 b	3.14 b	17.33 b	576.85 a
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA								
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	17.04 a	4.13 a	21.17 a	508.25 a	16.96 a	3.73 a	20.70 a	685.46 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	16.24 ab	3.84 ab	20.09 ab	590.84 a	15.14 a	3.18 a	18.32 a	630.29 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	13.72 b	3.36 b	17.08 b	465.59 a	13.63 a	3.24 a	16.87 a	601.69 a
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	16.28 ab	4.00 ab	20.28 ab	520.59 a	15.73 a	3.41 a	18.76 a	644.76 a
D.M.S.	2.7559	0.7511	3.4698	163.09	3.8301	0.8403	4.6649	167.7
C.V. (%)	20.485	23.423	21.120	37.437	29.822	29.611	29.901	31.330

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

2.5.4. Calidad de frutos.

Respecto a la calidad de los frutos, en el cuadro 23 se observa que no hubo diferencias para las variables peso, % de jugo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, pH, ^{o} brix y grosor de cáscara (G.C).

Sin embargo para el caso del color y la rugosidad, en base a la escala respectiva empleada, si se observan diferencias estadísticas por efecto de los tratamientos.

Cuadro 23. Calidad de frutos de árboles de limón ‘‘Persa’’. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	VARIABLES (15-03-2009)								
	PESO (g)	JUGO (%)	D. EC. (cm)	D. PO (cm)	COLOR	RUG.	pH	º BRIX	G.C. (cm)
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	128.211 a	38.00 a	5.54 a	6.28 a	3.00 d	3.00 f	1.97 a	12.16 a	0.21 a
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	133.50 a	32.33 a	5.61 a	6.28 a	3.11 d	3.22 ef	1.99 a	11.50 ab	0.19 a
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	138.04 a	40.08 a	5.70 a	6.40 a	3.33 c d	3.33 def	1.93 a	10.66 b	0.19 a
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	136.46 a	38.14 a	5.70 a	6.27 a	3.00 d	3.33 def	1.92 a	11.50 ab	0.21 a
5 F.S + U. F. dos veces.	130.48 a	36.14 a	5.52 a	6.27 a	3.44 c d	3.77 cdef	1.92 a	11.66 ab	0.24 a
6 F.S + U. F. + poda.	131.43 a	35.41 a	5.64 a	6.29 a	3.00 d	3.11 ef	1.94 a	11.33 ab	0.24 a
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	131.80 a	38.28 a	5.63 a	6.39 a	4.55 a	4.77 a	1.91 a	11.66 ab	0.22 a
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	140.88 a	41.44 a	5.71 a	6.49 a	4.00 abc	4.44 abc	1.90 a	11.83 a	0.24 a
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	141.22 a	36.54 a	5.73 a	6.57 a	4.22 ab	4.66 ab	1.92 a	11.83 a	0.25 a
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	134.63 a	36.27 a	5.62 a	6.33 a	3.44 cd	3.55 def	1.92 a	11.83 a	0.22 a
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	137.28 a	33.31 a	5.70 a	6.47 a	3.66 bcd	3.88 bcde	1.93 a	11.66 ab	0.20 a
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	134.63 a	43.613 a	5.71 a	6.29 a	4.55 a	4.66 ab	1.92 a	11.16 ab	0.21 a
13 B.F. + U.F. dos veces.	140.35 a	39.83 a	5.74 a	6.46 a	3.66 bcd	4.11 abcd	1.91 a	11.50 ab	0.23 a
14 B.F. + U.F. + poda.	140.95 a	37.37 a	5.74 a	6.41 a	3.11 d	3.00 f	1.92 a	11.50 ab	0.19 a
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	137.66 a	36.06 a	5.73 a	6.27 a	3.22 d	3.44 def	1.95 a	11.66 ab	0.21 a
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	139.64 a	37.28 a	5.68	6.45 a	3.00 d	3.22 ef	1.93 a	12.00 a	0.19 a
D.M.S.	25.512	15.359	0.4564	0.6606	0.744	0.8884	0.1667	1.0192	0.1282
C.V. (%)	11.370	13.455	4.8763	6.2813	12.808	14.465	2.8332	2.8885	19.278

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Por otra parte en el cuadro 24 se aprecia que no hubo diferencias para el efecto de niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada para las variables peso, % de jugo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, pH y grosor de cáscara. Sin embargo para la variable color los niveles nutrimentales N3 y N2 fueron superiores y diferentes al resto con un comportamiento igual para el caso de la variable rugosidad. Cabe comentar que

al aplicar mayores dosis nutrimentales se mejoró el color y la rugosidad de la fruta, que son aspectos de la calidad de esta fruta. En el caso de las prácticas de producción forzada P2 fue inferior al resto que fueron iguales entre sí para las variables color y rugosidad, aquí destaca el hecho del posible beneficio de aplicar urea foliar en dos ocasiones y el TDZ que por su efecto citocinínico pudo hebr mejorado el color y la rugosidad de la fruta. Mientras que para ^{o} brix sólo existió diferencia entre P1 y P3.

Cuadro 24. Calidad de frutos de árboles de limón ''Persa'' entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	VARIABLES (15-03-2009)								
	PESO (g)	JUGO (%)	D. EC. (cm)	D. PO (cm)	COLOR	RUGOS.	pH	^{o} BRIX	G.C. (cm)
NIVEL NUTRIMENTAL									
N1 (Sin fertilización)	134.05 a	37.14 a	5.64 a	6.31 a	3.11 b	3.22 b	1.95 a	11.45 a	0.20 a
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	133.65 a	37.81 a	5.62 a	6.36 a	3.75 a	4.02 a	1.92 a	11.62 a	0.23 a
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biof. foliar.	136.58 a	37.43 a	5.69 a	6.41 a	3.97 a	4.19 a	1.92 a	11.62 a	0.22 a
N4 Biol foliar	139.65 a	37.63 a	5.72 a	6.40 a	3.25 b	3.44 b	1.92 a	11.66 a	0.20 a
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA									
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	135.06 a	37.62 a	5.63 a	6.39 a	3.58 a	3.88 a	1.93 a	11.79a	0.23 a
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	134.76 a	35.34 a	5.65 a	6.33 a	3.16 b	3.22 b	1.94 a	11.54ab	0.21 a
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	136.20 a	36.93 a	5.69 a	6.38 a	3.69 a	3.86 a	1.93 a	11.41 b	0.21 a
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	137.90 a	40.12 a	5.70 a	6.38 a	3.63 a	3.91 a	1.92 a	11.62ab	0.21 a
D.M.S.	9.4953	5.6023	0.1699	0.2459	0.2769	0.3307	0.0608	0.3718	0.0468
C.V. (%)	11.370	13.455	4.8763	6.2813	12.808	14.465	2.8332	2.8885	19.278

^{z} Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

2.5.5. Rendimiento de frutos.

El cuadro 25 muestra los rendimientos por árbol obtenidos en este trabajo, observándose diferencias estadísticas significativas entre el efecto de los mismos. Apreciándose que los mayores ingresos brutos por ha corresponden a los tratamientos 7, 9,10,11, 12 y 13. En el cuadro 26 se presenta el análisis por niveles nutrimentales donde hubo diferencias estadísticas significativas entre estos siendo superior y diferente al resto el nivel N3

(Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biof. foliar), que fue el que aportó el mayor ingreso bruto por ha .Mientras que para el caso de las prácticas de producción forzada no hubo diferencias entre sus efectos, coincidiendo con Berdeja (2005), donde el TDZ no incrementó el rendimiento. Aunque para las condiciones de cuba en árboles adultos de limón 'Persa' Sosa (1980) encontraron que la poda produjo un incremento en la producción, cuestión que menciona Curtí (2009) realizando la poda en el mes de mayo combinada con fertilización se logró incrementar la producción invernal. Respecto a lo anterior Díaz *et al.* (2004) evaluando el efecto de la fertilización sobre rendimiento y calidad de frutos de lima Tahití encontró que, aplicando 279, 41.85, 340 y 255 g·planta^{-1} de cosechero 12-12-17-2, Hidrofos premiun (10 % N, 50 % P), sulpomag 22-17-22 y nitrato de Calcio + Boro respectivamente, se mejoraron las características físicas de frutos (peso,diámetro, longitud, grosor de cáscara y contenido de jugo).

Cuadro 25. Rendimiento de frutos de árboles de limón ''Persa''. Nautla, Ver. 2008.

TRATAMIENTO	FECHA COSECHA (15-03-2009)			
	Rendimiento (Kg·árbol^{-1})	Rendimiento (Kg·árbol^{-1})	PRECIO DE VENTA ($·Kg^{-1})	INGRESO BRUTO ($· ha^{-1})
1 Sin F.S. + U. F. dos veces.	3.704 b c d	1,233.43	12.5	15,417.88
2 Sin F.S. + U. F. + poda.	2.850 c d	949.05	12.5	11,863.13
3 Sin F.S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	1.538 d	512.15	12.5	6,401.88
4 Sin F.S. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	2.950 c d	982.35	12.5	12,279.38
5 F.S + U. F. dos veces.	4.312 b c d	1,435.89	12.5	17,948.63
6 F.S + U. F. + poda.	4.850 b c d	1,615.05	12.5	20,188.13
7 F. S. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	9.626 a b c d	3,205.45	12.5	40,068.13
8 F. S. + TDZ 250 mg·L^{-1}	3.668 b c d	1,221.44	12.5	15,268.00
9 F. S. + B.F. +U.F. dos veces.	17.500 a	5,827.50	12.5	72,843.75
10 F. S. + B.F.+ U.F. + poda.	16.332 a	5,438.55	12.5	67,981.88
11 F. S.+ B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}	14.120 a b	4,701.96	12.5	58,774.50
12 F. S.+ B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}	11.952 a b c d	3,980.01	12.5	49,750.13
13 B.F. + U.F. dos veces.	12.782 a b c	4,256.40	12.5	53,205.00
14 B.F. + U.F. + poda.	5.318 b c d	1,770.89	12.5	22,136.13
15 B.F. + TDZ 150 mg·L^{-1}.	4.382 b c d	1,459.20	12.5	18,240.00
16 B.F. + TDZ 250 mg·L^{-1}.	5.082 b c d	1,692.30	12.5	21,153.75
D.M.S.	10.737			
C.V. (%)	62.8143			

[z]Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

Por otra parte Curtí (2009) señala que para limón 'Persa', la aportación nitrogenada y despunte incrementaron en 106 % la producción invernal. Asimismo Curtí *et al.* (2000) sugieren distribuir en tres o cuatro partes la dosis de fertilización anual en limón 'Persa' con objeto de incrementar la producción invernal.

Cuadro 26. Rendimiento de frutos de árboles de limón ''Persa'' entre niveles nutrimentales y prácticas de producción forzada. Nautla, Ver. 2008.

FACTOR	FECHA COSECHA (15-03-2009)			
	Rendimiento (Kg·árbol^{-1})	Rendimiento (Kg·ha^{-1})	PRECIO DE VENTA ($·Kg)	INGRESO BRUTO ($· ha^{-1})
NIVEL NUTRIMENTAL				
N1 (Sin fertilización)	2.761 c	919.41	12.5	11,492.62
N2 Fert. al suelo (0.5 kg de N + 100 g de P + 100 g de K)	5.614 b c	1,869.46	12.5	23,368.25
N3 Fert. al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ Biof. foliar.	14.976 a	4,987.00	12.5	62,337.50
N4 Biol foliar	6.891 b	2,294.70	12.5	28,683.75
PRACTICA DE PRODUCCION FORZADA				
P1 Aplicación de urea foliar (8 %) dos veces	9.575 a	3,188.47	12.5	39,855.87
P2 Aplicación de urea foliar (8 %) + poda	7.338 a	2,443.55	12.5	30,544.37
P3 Aplicación de TDZ a 150 mg/L^{-1}	7.417 a	2,469.86	12.5	30,873.25
P4 Aplicación de TDZ a 250 mg/L^{-1}	5.913 a	1,969.02	12.5	24,612.75
D.M.S.	3.9685			
C.V. (%)	62.8143			

[z] Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey, a una $P \leq 0.05$.

DMS = diferencia mínima significativa; C. V. = coeficiente de variación.

2. 6 CONCLUSIONES.

El uso de fertilización al suelo, sola o combinada con fertilización foliar permitió incrementar el contenido de N durante las dos fechas de muestreo, no presentándose grandes incrementos para P y K.

El uso del Biol mejoró la concentración del Ca en las fechas de muestreo 2 y 3.

El Mg se mantuvo con un índice de balance normal (N) en todos los muestreos realizados en este trabajo.

La concentración de los micronutrimentos Cu, Fe, Mn y Zn se incrementó con el empleo de la fertilización al suelo + el uso del Biol foliar.

El empleo de la fertilización al suelo (0.5 kg N + 100 g P + 100 g K)+ biol foliar mejoró la concentración de clorofilas en los muestreos realizados.

Las variables de calidad color y rugosidad fueron afectadas positivamente por el uso de fertilización al suelo y foliar además del empleo de urea foliar en dos ocasiones y TDZ.

Se logró incrementar satisfactoriamente el rendimiento de fruta de invierno combinando la fertilización al suelo y foliar más el uso de urea foliar en dos ocasiones. No existiendo diferencias entre prácticas de producción forzada lo que implica un ingreso bruto alto, permitiendo reducir los costos, respecto al uso por ejemplo del revent.

2.7 LITERATURA CITADA

Albrigo, L. G. 2009. Control of flowering in citrus with reference to climatic conditions in the American hemisphere . *In:* Memoria del V Taller de Bioclimatología y Manejo de Producción de Cítricos, de la Red Interamericana de Cítricos. Carabobo, Venezuela, 26-28 de octubre de 2009. Resumen.

Alcántar, G. G.; Sandoval V., M. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Chapingo, México.

Almaguer V., G. 2002. Fisiología y Morfología de Cítricos. *En:* La citricultura del norte de Veracruz: Estudios Técnicos, Económicos y Sociales. López M., S. y Mata G., B. (Eds.). Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Veracruzana. México. pp. 19-29. ISBN 968-884-894-8.

AOAC (Association of Official Agricultural Chemist). 1980. Tentative methods of analysis. Washington. D.C.

Avitia, G. E. y Castillo, G. A. M. 2007. Desarrollo Floral en Frutales. 1ª Edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. ISBN 968-02-0329-8.

Berdeja, A. R. 2005. Desfasamiento de cosecha en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex.

Bondok, M. A.; Abdel, N. H.; EL, H. F. 1995. Bud break, fruit maturity and yield of Anna Apple as influenced by plant bioregulator Thidiazurón. Annals of Agricultural Science Cairo. 40(1):343-358 p.

Calderon, Z. G.; Rodriguez, A.J. 1996. Revent, (i.a. Thidiazurón o TDZ un nuevo estimulador de la britación de Durazno. XVI Congreso de Fitogenética A. C. Montecillos, Edo. Méx., México. 279 p.

Calderon, Z. G.; Rodriguez, A.J. 2000. Thidiazurón como promotor de la brotación en ciruelo y durazno. Revista Chapingo Serie Horticultura Vol. VI(1) p. 117.

Chapman, H. D. 1968. The mineral nutrition of citrus. v.2, p.127-289. *In*: The Citrus Industry. REUTHER, W.; WEBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (eds.). Riverside, University of California., USA.

Cohen, A. 1981. Recent developments in girdling on citrus tres. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:196-199.

Curti-Díaz, S.A.; X. Loredo-Salazar; U. Díaz-Zorrilla; J.A. Sandoval R y J. Hernández H. 2000. Tecnología para producir limón 'Persa'. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Núm. 8. Veracruz, México. 144 p.

Curtí D., S. A. 2009. Experiencias para incrementar la producción de naranjo y limón 'Persa' durante los períodos de mayor rentabilidad en Veracruz. *En:* II Simposium Nacional de Producción Forzada en Frutales. I Curso de Producción Forzada en Frutillas y Durazno. Colegio de Posgraduados. México. pp. 26-30.

Davenport, T. L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12: 349-408.

De Dios, D. I. 2000. Oligosacarinas y thidiazurón para producción forzada en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Martínez de la Torre, Ver. Tesis de Licenciatura Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.

Díaz, M. H. D. 2002. Fisiología de árboles frutales. Ed. AGT editor, S.A. México.

Díaz, L.; Aguirre, E.; Isea, F.; Hernández Y. 2004. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de frutos de lima tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21 Supl. 1:285-291.

Esparza V. , M. E. ; Mata G., B. 2002. Comercialización de limón 'Persa' y organización de productores en Martínez de la Torre. *En:* La citricultura del norte de Veracruz: Estudios Técnicos, Económicos y Sociales. López M., S. y Mata G., B. (Eds.). Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Veracruzana. México. pp. 87-100. ISBN 968-884-894-8.

FAO. 2002. Frutos cítricos frescos y elaborados. Estadísticas anuales. Ed. FAO. 35 p.

Franke, W. 1967. Mechanisms of foliar penetration of solutions. Ann. Rev. PLant Physiol. 18:281-300.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera Edición. UNAM. México. 252p.

Gómez C. M. A.; Rita S. R. ; Alberto B. G. 1994. El limón 'Persa' en México, una opción para el trópico. CIESTAAM, UACh. Chapingo, México.

Guzmán T., E. 1999. Desfasamiento de floración y cosecha de limón 'Persa' *(Citrus latifolia Tan.)* con TDZ (Thidiazurón) y citrolina en Emiliano Zapata, Ver.

Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Jones, J. B, B. Wolf ; H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Ed. MicroMacro Publishing, Inc. USA.

Kenworthy, A. L. 1967. Plant analysis and interpretation for horticulture crops. *In*: Plant Analysis. Hardy, G.W. (ed.) Soil Soc. Amer. Special Public. 2: 59-75.

Lovatt, C. J., Y. Zheng, and K. D. Hake. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Israel J. Bot. 37:181-188.

Maldonado T., R. 1999. El diagnóstico nutrimental en la producción de limón mexicano. Ed. Fundación Produce Michoacán y Universidad Autónoma Chapingo. México, 82 p.

Medina-Urrutia, V. M. 1987. Efecto de la cosecha masiva en la brotación vegetativa del limón mexicano. XI Congreso Nal. De Fitogenética. P. 154 (Resumen).

Monselise, S. P. and E. E. Goldsmitdt. 1982. Alternate bearing in fruit tres. Hort. Rev. 4:128-173.

Moss, G. I. 1969. Influence of temperatura and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck). J. Hort. Sci. 44:311-320.

Moss, G. I. 1971. Effect of frui ton flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46:177-184.

Pimienta, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. Fitotecnia, 7: 154-179.

Rodríguez, L. 1989. La serología en el diagnóstico y estudio en las plantas. Centro de información y documentación Agropecuario. 36 p.

Ríos, S. R.; Rodriguez, A. J.; Cano, M. R. 1997. Reguladores del crecimiento en la producción de frambuesa roja (*Autumn Bliss*) productora de otoño. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:124-128.

SAGARPA, 2009. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. http://www.infoaserca.gob.mx/proafex/LIMON_'PERSA'.pdfwww.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00160.pdf - portal.veracruz.gob.mx/

Salisbury, F. B.; C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Interamericana. USA. pp. 142-143.

SAS INSTITUTE. 1988. SAS-TAT user's guide. Release 6.03. Ed. SAS Institute. U.S.A.

Sosa, J. 1980. Efecto de la poda en setos en lima 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) y su influencia sobre los rendimientos. Cultivos Tropicales (CUBA), año 2, NO. 3:33-44.

Trejo M., M. A.; Orozco, J.A.; Almaguer V., G.; Carvajal M., E.; Gardea, A. A. 2009. Metabolic activity of low chilling grapevine buds forced to break. Thermochimica Acta. 481 (2009): 28-31.

Wang, S.Y. and M. Faust. 1988. Changes of fatty acids and sterols in apple buds during bud break induced by a plant bioregulator, thidiazuron. Physiologia Plantarum 72:115-120.

III. TDZ, CEPA Y UREA FOLIAR EN EL DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN 'PERSA'.

E. Contreras-Morales[1], G. Almaguer-Vargas[2¶], J. R. Espinoza-Espinoza[2], R. Maldonado-Torres[3], M. T. Colinas León[2].

[1]Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario de Mizantla, Ver., [2]Departamento de Fitotecnia ([¶] Autor responsable) y [3]Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 56230, México. e-mail: almaguervargas@hotmail.com

RESUMEN

El estudio se realizó en árboles de limón 'Persa' de siete años de edad injertados sobre Citrumelo Swingle, en Nautla, Veracruz. Evaluándose siete tratamientos(1.TESTIGO, 2. ETREL a 250 mg·L^{-1}, 3. ETREL a 500 mg·L^{-1}, 4. TDZ a 150 mg·L^{-1}, 5. TDZ a 250 mg·L^{-1}, 6. UREA FOLIAR al 8 %, 7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de Bayfolan Forte®), en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, mismos que se aplicaron el 09/11/2009. Se determinaron: N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. Se determinaron rendimiento de fruta por árbol, peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, , color, rugosidad, pH, ^{o}Brix. Se contó el número de flores, botones florales y racimos florales. Se hizo análisis de varianza y comparación de medias, para tratamientos. Se obtuvo de un 19 a 47 % de defoliación respecto al testigo con Etrel, TDZ y urea foliar. Se logró promover una aceptable floración respecto al testigo el cual inició su floración normal hasta el 06/02/2010. Los tratamientos no afectaron negativamente las variables de calidad determinadas. El rendimiento de fruta obtenido fue mayor en el tratamiento a base de ETREL a 250 mg·L^{-1}, aunque en general todos los tratamientos superaron al testigo, sin embargo se considera que la producción de fruta fue afectada negativamente por las condiciones climáticas y la antracnosis.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: CEPA, TDZ, producción forzada.

III. TDZ, CEPA AND FOLIAR UREA IN OUT SEASON HARVESTED IN 'TAHITI' LIME

ABSTRACT

This study was carried out on 'Persian' lime trees of seven years old grafted on with Citrumelo Swingle rootstock in Nautla, Veracruz. Seven treatments (1.TESTIGO, 2. ETREL a 250 mg·L^{-1}, 3. ETREL a 500 mg·L^{-1}, 4. TDZ a 150 mg·L^{-1}, 5. TDZ a 250 mg·L^{-1}, 6. UREA FOLIAR al 8 %, 7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de Bayfolan Forte®), were evaluated in randomized blocks with four repetitions,. Was determined N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, and Zn. Variables considered were fruit yield for tree, fruit weight, polar and ecuatorial diameter of fruit, colour, roughtness, pH, ^{o} Brix. The number of flowers and shoots flowers were counted, Data were submitted to separate analysis of variance and multiple mean comparison for treatments. The defoliation percentage with TDZ, CEPA and foliar urea was of 19 to 47 % comparating in relation to the control. The control began the flowerting normal in 06/02/2010. The treatments no affected the quality variables determined. Fruit yield was higher with ETREL a 250 mg·L^{-1}, in general alls treatments were best compared to the control, however fruit yield was not increased probably due to environmental conditions and antracnosis.

ADDITIONAL KEY WORDS: CEPA, TDZ, forced production.

3.1 INTRODUCCIÓN

Para el año 2009 la superficie nacional cosechada de limón fue de 140,368 ha, con un volumen de producción de 1,966,344 t; obteniéndose un valor de la producción de 4,919,556,972 pesos (SAGARPA-SIACON, 2009). México ocupa un honroso primer lugar mundial en producción de limas y limones, sin embargo el rendimiento promedio por ha es de los más bajos: 10.42 t menor a la media internacional que es de 17.33 t por ha. Los países de mayor rendimiento son Estados Unidos con 30 t por ha, Argentina con 27.15 t, Irán con 17.44 t e Italia con 16.05 t. De acuerdo con Schwentesius y Gómez (2005), en México se producen los tres tipos de limones más importantes que se conocen en el ámbito mundial: limón persa, limón mexicano y limón italiano. De estos el limón persa ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie, producción, exportación de aceite esencial y pectina, y por consumo nacional. Aunque la importancia del limón persa radica en que se destina fundamentalmente a la exportación en fresco. México destaca por su vocación citrícola, ya que cuenta con condiciones climatológicas y agroecológicas óptimas para el desarrollo del cultivo del limón persa. Sin embargo, aún así este cultivo enfrenta múltiples problemas de productividad, entre los que destaca la estacionalidad de la producción.

La citricultura en la región de Martínez de la Torre, Veracruz es una de la más desarrollada de la República Mexicana, en dicha región se encuentran producciones de naranja, limón persa, tangerina, entre otros cítricos; además de presentar una amplia infraestructura para labores de postcosecha e industrialización (Esparza y Mata, 2002).

Los cítricos presentan una estacionalidad de la producción bien marcada, al respecto el limón persa presenta una temporada de baja producción durante los meses de invierno (alrededor del 15 % del total anual) y un volumen abundante de fruta que se cosecha durante los meses de verano-otoño (Curti, 2009). Por lo anterior el limón persa alcanza precios muy altos en la época invernal debido principalmente a una disminución en la producción, ya que en verano la tonelada puede valer 400 pesos y en invierno entre tres mil y 15 mil pesos o más. Para incrementar la producción invernal se han hecho ensayos experimentales con objeto de obtener mejores ingresos.

Almaguer (2002) señala que la mayor producción de limón se concentra en los meses de junio y julio, y debido a la alta producción, el precio de venta del producto se reduce. La cosecha más importante (puede haber otras más) es producto de las bajas temperaturas del invierno, con lo que se presenta una gran floración en febrero-marzo. Por lo que se busca incrementar la cosecha de invierno, que es la que alcanza valores de hasta 700 % mayores que la de julio. Por lo anterior, se han hecho diferentes trabajos utilizando reguladores del crecimiento como ácido giberélico y etefón, pero debido a los resultados tan inconsistentes, actualmente se busca emplear prácticas culturales que permitan incrementar la cosecha invernal o eliminación de frutos manual o químicamente.

De acuerdo con Almaguer (2002) los factores que afectan la inducción floral en cítricos son los carbohidratos, el efecto de los frutos, la nutrición mineral, el agua (stress), luz y temperatura, el crecimiento vegetativo, el contenido de giberelinas, la floración, la fecundación, la fructificación y el crecimiento del fruto.

Por otra parte Curtí (2009) indica que existen cuatro condiciones que determinan la posibilidad o no de que ocurra una floración extemporánea en cítricos: a) Influencia del fruto en desarrollo, b) Presencia de hojas o brotes maduros, c) Contenido de

carbohidratos en el árbol y d) Condiciones climáticas que estimulen la floración del árbol. Son varias las condiciones que determinan la obtención o no de una floración fuera de época en cítricos, como son la alternancia de la producción (Monselise y Goldsmith, 1982) y el efecto inhibitorio que tienen los frutos existentes en una rama, sobre la producción de flores en las yemas laterales (Moss, 1971; Medina-Urrutia, 1987). La presencia de hojas o brotes maduros; ya que la hoja madura es necesaria para que exista la diferenciación floral (Pimienta, 1985; Davenport, 1990). Por lo anterior la cantidad de follaje influirá en la posibilidad de que el árbol emita flores. (Cohen, 1981) indica que el contenido de carbohidratos mejora la producción de flores, mientras que un bajo contenido de los mismos se asocia con la poca formación de flores durante los años de baja producción. Por lo tanto, la nutrición de los árboles cítricos, juega un papel importante en el nivel de carbohidratos contenidos en el árbol. Cuando las tres condiciones anteriores ocurren favorablemente sólo será necesario que se presenten los factores climáticos que causen un período de detención del crecimiento del árbol, lo cual se ha establecido como necesario para que ocurra la floración. Los factores que pueden causar la detención del crecimiento son las temperaturas frescas de invierno que estimulan la floración principal de febrero-marzo (Moss, 1969); y un período de sequía respecto al cual Albrigo (2009) indica que son necesarias al menos 700 horas a 19º C o a una temperatura menor para obtener una floración intensa; o bien de 60 a 70 días de sequía moderada, para lograr el mismo resultado. Lovatt (1988) considera que un árbol se encuentra en sequía moderada, cuando alcanza un potencial hídrico de -2.0 MPa.

Avitia y Castillo (2007), mencionan entre los factores que influyen sobre la iniciación y diferenciación floral la juvenilidad, el anillado, poda, doblado de ramas, portainjertos, la nutrición mineral, agua, fotoperíodo, intensidad luminosa, temperatura, promotores de la

floración, inhibidores de la floración, interacciones entre reguladores del crecimiento; ya que lo más probable es que la floración este influenciada por la interacción de reguladores del crecimiento, incluyendo: citocininas, auxinas, giberelinas, ácido abscísico y otras sustancias endógenas desconocidas, promovidas por factores externos e internos. También se mencionan a los carbohidratos, las hojas, flores y frutos así como el crecimiento vegetativo.

Para solucionar el problema de la estacionalidad de la producción, una de las alternativas técnicas que se tiene, es lograr el desfasamiento de la cosecha a épocas en las cuales la cantidad del fruto producido sea baja, lo cual ocurre, para la región de Martínez de la Torre, en el período de Enero a Abril. Lo anterior de acuerdo con Schwentesius y Gómez (2005), es otro reto para los productores de limón persa, lo cual es tecnológicamente posible cuando el productor se apoya en una asesoría especializada.

La producción forzada incluye a todas las técnicas tendientes a obtener cosechas fuera de época normales y/o plantas explotadas en otras condiciones climáticas diferentes a las de su lugar de origen (Almaguer, 2002). Por otra parte Cano (2009), indica que se puede definir el término producción forzada como la manipulación de la fructificación mediante diferentes prácticas culturales que modifican los procesos fisiológicos de floración y letargo, principalmente. Para que un meristemo floral se forme, la planta debe estar expuesta al estímulo floral correcto, el cual dispara una respuesta hormonal, activando los genes de identidad (y otros genes) en el meristemo apical, lo cual conlleva a la formación de flores. Según Rodríguez (1989), el proceso de diferenciación floral usualmente es rápido en frutales tropicales y tarda aproximadamente dos meses en cítricos.

Existen compuestos no sintetizados por las plantas, que actúan de igual manera que las hormonas vegetales y pueden promover o inhibir el crecimiento de las plantas; dichas sustancias se denominan reguladores del crecimiento pudiendo existir promotores o inhibidores (Salisbury y Ross, 1994). De acuerdo con Díaz (2002), en las plantas se consideran como hormonas de suma importancia a las auxinas, las giberelinas, las citocininas, los inhibidores y el etileno. Las citocininas las que estimulan la división celular en los meristemos, retardan la senescencia de órganos y, en presencia de auxinas, estimulan la actividad del cambium, estas hormonas controlan el proceso de diferenciación, como formación de flores y de brotes vegetativos.

El Thidiazurón (N-fenyl-1,2,3-tidiazol-5-ylurea) o TDZ, compuesto que se comporta como una citocinina, y usado originalmente como defoliante en algodón, ha demostrado una alta capacidad para romper el letargo en yemas laterales siendo usado en especies tales como vid, zarzamora, manzana, durazno, frambuesa roja, ciruelo (Bondok *et al*. 1995, Calderón y Rodríguez, 1996; Ríos *et al*. 1997; Calderón y Rodríguez, 2000) lo anterior ha permitido adelantar el período de floración. Para el caso de cítricos y específicamente de limón persa el TDZ se ha empleado para desfasar la cosecha de este frutal, obteniéndose buenos resultados cuando fue aplicado a 300 $mg \cdot L^{-1}$ adelantando hasta 20 días la floración respecto al testigo (Guzmán, 1999). Por otra parte De Dios (2000), aplicando TDZ a árboles de limón persa indica que concentraciones de 200 y 250 $mg \cdot L^{-1}$ promueven defoliación aumentando la brotación de yemas vegetativas y florales. Aunque el efecto fisiológico del TDZ para estimular la brotación no es conocido totalmente; estudios realizados en manzana en preletargo muestran que las yemas tratadas, incrementaron el grado de insaturación de ácidos grasos de los lípidos disminuyendo la relación de esteroles-fosfolípidos, alterando la permeabilidad y

permitiendo un incremento en la relación agua-libre estructural en el interior de las células de la yema, se produce una reducción de radicales libres, lo que incrementa la disponibilidad de oxígeno e inicia la respiración aeróbica, induciendo el metabolismo de los tejidos en letargo (Wang *et al*., 1988). Por otra parte, Trejo *et al.* (2009) trabajando con uva, y empleando cianamida de hidrógeno para romper el letargo de yemas (evaluando cinco etapas fenológicas de la yema) encontraron que, con la aplicación de este regulador del crecimiento, las yemas incrementaron gradualmente su calor metabólico logrando que estas brotaran cuatro días antes respecto al testigo. Lo anterior refuerza la consideración de Wang *et al*. (1988), en el sentido de que el tejido en cuestión incrementa su actividad metabólica como respuesta al regulador del crecimiento. Y en el caso del TDZ, el rompimiento del letargo se asoció con el aumento del contenido de ácidos orgánicos y respiración de yemas, así el TDZ puede iniciar un proceso regulador y permitir la brotación de yemas con cambios metabólicos; este proceso podría más tarde convertir los carbohidratos de reserva a formas más útiles y promover la eficiencia en el transporte que influye en la brotación de yemas; aunque se menciona que la aplicación de TDZ disminuyó los carbohidratos solubles y almidón.

De acuerdo con Díaz (2002) el etileno está implicado en la inhibición del crecimiento de tallos, en inducir la caída de órganos como hojas o frutos, así como acelerar procesos relacionados con la maduración y senescencia de órganos; también se conoce que el etileno tiene una función en los movimientos de órganos por tropismos, en la dormancia de semillas y yemas, así como en inducir la formación de flores en ciertas especies.

Dado que el etileno es un gas, no puede utilizarse fácilmente en la agricultura comercial. Sin embargo, la industria agroquímica ha desarrollado varios productos como el Ethephon (CEPA ó acido 2-cloroetilfosfónico) entre otros, que después de ser aplicados a la planta se descompone en etileno dentro de los tejidos causando los efectos fisiológicos de esta hormona (Díaz, 2002; Jankiewicz, 2003).

En Cuba González *et al*. (1986) estudiando el control de la floración en cítricos, se lograron mayores floraciones y número de frutos con respecto al testigo, con aplicaciones de CEPA a 500 y 1000 $mg \cdot L^{-1}$ en naranja 'Valencia Tardía' y 500 $mg \cdot L^{-1}$ en limón persa. De la misma manera Iwahori y Oohata (1980) indujeron floración en árboles de tangerina con aplicaciones d etefón en dosis de 200 y 300 $mg \cdot L^{-1}$. En Martinica, Cuttin (1989) encontró, para lima tahití, que con aplicaciones de 1000, 1250, 1500 $mg \cdot L^{-1}$ de etefón en el mes de diciembre se provocó defoliación y se obtuvo mayores floraciones respecto al testigo, seis semanas después.

Por otra parte la evaluación de CEPA para incrementar la producción fuera de época en limón persa a dosis de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.6 $mL \cdot L^{-1}$, para las condiciones de Venezuela, promovieron defoliación y una menor floración respecto al testigo; mientras que la aplicación de CEPA a 0.5 $mL \cdot L^{-1}$ más 2 % de urea alcanzó el mayor número de flores y fue diferente estadísticamente al testigo. Analizando el desfasamiento de cosecha en limón persa para Martínez de la Torre, Veracruz, Espinoza y Almaguer (1997) encontraron que con aspersiones foliares de etefón a 500 $mg \cdot L^{-1}$, se promovió la brotación floral a los 40 días después de su aplicación.

Cañizares y Rojas (2001) estudiando el efecto de la cianamida de hidrogeno y el CEPA en lima tahití, encontraron que con el CEPA se produjo entre un 19 y 60 % de

defoliación. Mientras que el subsiguiente número de hojas producto de la refoliación fue semejante al del inicio del estudio, sin diferencias entre tratamientos. La dosis de 0.5 $mL \cdot L^{-1}$, tendió a incrementar la actividad vegetativa y floral al inicio, pero sin efecto sobre el número final de frutos. Al respecto Díaz (2002) indica que en general los árboles forman mucho más flores de las que pueden amarrar y llegar a fruto maduro; la cantidad de cuajado en las distintas especies frutales es variable, donde los cítricos en general amarran el 0.5 % del total de sus flores.

Para las condiciones de Yucatán, México, Pérez *et al.* (2007) trabajando en producción forzada en limón persa, encontraron que con 250 y 500 $mg \cdot L^{-1}$ se produjo una defoliación de 32.61 y 64.11 % respectivamente. Obteniéndose la mayor brotación vegetativa y floral con la dosis de 500 $mg \cdot L^{-1}$, aunque el mayor rendimiento de fruta fue obtenido con la dosis de 250 $mg \cdot L^{-1}$ con un promedio de 65.53 kg por árbol. Estos autores indican que la urea sola, en ninguno de sus niveles modificó la brotación floral, sin embargo al aplicar 200 g de urea por árbol combinada con 250 $mg \cdot L^{-1}$ el rendimiento se incrementó en un 26.03 % en comparación de los árboles tratados únicamente con CEPA.

Curtí (2009), menciona que para el caso del limón persa la fertilización nitrogenada con 800 g de urea al suelo por árbol (60 % en agosto y 40 % en enero) y un despunte de brotes en el mes de mayo, incrementaron el rendimiento de invierno en 106 % (de 2.82 a 5.82 $t \cdot ha^{-1}$, en promedio de dos años).

3.2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue incrementar la producción invernal de limón persa empleando thidiazuron, CEPA y urea foliar, evaluando su efecto en la nutrición del cultivo.

3.3 HIPOTESIS.

La correcta integración de los factores que regulan la floración en cítricos permite obtener una producción invernal satisfactoria en la zona de estudio.

3.4 MATERIALES Y METODOS

3.4.1. Sitio de estudio

El trabajo se realizó en el ejido 'La Peña' municipio de Nautla, Ver., México, a una altitud de 10 msnm. Presenta un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual de 25.5º C y una precipitación media anual de 1338 mm (García, 1981).

3.4.2. Material vegetal

Se empleó una huerta de árboles de limón 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) injertados sobre Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf. *X Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) L.) ubicada en un terreno plano (pendiente menor al 2 %) con suelo franco-arcilloso. Se emplearon árboles de siete años de edad plantados a una distancia de 6 m x 5 m.

3.4.3. Manejo de los árboles.

Se acondicionaron los árboles con poda en el mes de agosto de 2009. La fertilizaron de los mismos se hizo en agosto de 2009 aplicando por árbol dos kg de urea (46 % N), 250

g de superfosfato de calcio triple (18-46-00) y 150 g de cloruro de K (50 % de K). El control de malezas se hizo aplicando glifosato en el ruedo de los árboles en febrero de 2009, y de manera manual en el ruedo de los árboles el 24-07-09 y mecánica entre las calles de los mismos. Un mes antes de aplicar los tratamientos se aplicó fertilizante foliar Bayfolan Forte® a razón de 5 $mL \cdot L^{-1}$ más insecticida acaricida Ak20® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$ y fungicida Prozycar® a razón de 1.25 $g \cdot L^{-1}$ más adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$. La unidad experimental fue un árbol. La selección de los árboles se hizo en base a su edad, tamaño, vigor, perímetro de tallo, sanidad y carga de fruta.

3.4.4. Diseño del experimento

Se montó un experimento con siete tratamientos en diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones (Cuadro 1) como fuente de etileno se empleó el producto comercial Etrel con una concentración de 21.7 % de CEPA. Como fuente de thidiazurón se empleó el producto comercial Revent® con una concentración de 42.4 % de thidiazurón. En la aspersión foliar se empleó urea comercial (46 % de N). Y se adicionó adherente Inex-A a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$.

Cuadro 27. Tratamientos aplicados en árboles de limón 'Persa' . Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	FECHA DE APLICACION
1. TESTIGO	09/11/2009
2. ETREL a 250 $mg \cdot L^{-1}$	09/11/2009
3. ETREL a 500 $mg \cdot L^{-1}$	09/11/2009
4. TDZ a 150 $mg \cdot L^{-1}$	09/11/2009
5. TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$	09/11/2009
6. UREA FOLIAR al 8 %	09/11/2009
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de Bayfolan Forte®	09/11/2009

TDZ=Thidiazurón.

La aplicación de los tratamientos se hizo con mochila aspersora con un gasto de 3 L por árbol hasta punto de goteo. Al testigo sólo de le aplicó agua. Durante el desarrollo del trabajo se aplicaron el 25-11-08 insecticida Rogor® a razón de 2 $mL \cdot L^{-1}$, fungicida Prozycar® a razón de 1.25 $g \cdot L^{-1}$ más adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$ para el control de diaphorina, pulgón y antracnosis . El 18-01-09 y 14-02-08 se aplicó, para el control de araña roja y ácaro blanco insecticida-acaricida Ak20®, a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$ y fungicida Prozycar® a razón de 1.25 $g \cdot L^{-1}$ más adherente Inex-A® a razón de 3 $mL \cdot L^{-1}$. La huerta es de temporal.

3.4.5. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: a) Porcentaje de defoliación obtenido a partir del número total de hojas contadas en cuatro ramas muestreadas por árbol. Se hicieron conteos en las fechas 10-11-2009, 15-11-2009 y 30-11-2009. b) Número de brotes y flores producidas en cuatro ramas muestreadas por árbol, en dos fechas de muestreo, c) Calidad de fruta determinándose en una muestra de 5 frutos por tratamiento al momento de la cosecha, peso en g , diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de la cáscara en mm, determinados con un vernier, color empleando un espectrofotómetro de esfera model SP62 X-RITE (luminosidad, croma y hue), rugosidad empleándose una escala del 1 al 5 donde 1 es liso, 3 medianamente rugoso y 5 muy rugoso, se midió también el pH de jugo con un potenciómetro portátil marca Hanna, grados Brix con un refractómetro manual. d) Concentración de nutrimentos. Una vez secadas las muestras foliares, se prepararon para el análisis moliéndose en un molino de cuchillas de acero inoxidable.

Se tomaron 0.5 g del tejido seco y molido, pesados en balanza granataria eléctrica; luego se colocaron en un matraz de digestión adicionándole 4 ml de mezcla diácida (4:1 de ácido sulfúrico y ácido perclórico), mas 2 ml de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada al 30 %) para acelerar la reacción dejándose reposar 24 horas, después el matraz se colocó en una estufa de digestión Lindenberg SB a 260º C, hasta que se obtuvo un extracto (digestado) transparente y cristalino que se aforó con agua destilada a 50 ml, quedando listo para los análisis posteriores de nutrimentos por órgano, por los métodos siguientes (Alcántar y Sandoval, 1999). Nitrógeno se determinó por el método Khejdahl. Fósforo se determinó por fotocolorimetría de vanadato-molibdato (amarillo) leído en espectrofotómetro Spectronic 20. Potasio se determinó por flamometría leído en flamómetro Corning modelo 410. Calcio, magnesio, cobre, hierro, zinc y manganeso se determinaron en un espectrofotómetro de absorción atómica.

Para hacer el análisis nutrimental, se tomaron muestras foliares y se guardaron en refrigeración en bolsas de plástico. Para su traslado al laboratorio se colocaron en una hielera a aproximadamente 5º C. En el laboratorio se lavaron con agua de llave y posteriormente con agua destilada para pasarlas a la estufa secadora.

3.4.7. Análisis de datos

La información se analizó empleando el programa SAS (SAS INSTITUTE, 1988) realizándose análisis de varianza comparando estadísticamente entre sí el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas, con sus respectivas pruebas de medias (Tukey, con $P \leq 0.05$). Asimismo, para determinar el estado nutrimental producido por cada tratamiento, se emplearon los índices de referencia de Jones *et al*. (1991).

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.5.1. Concentración de nutrimentos por fecha de muestreo.

En el cuadro 28 se aprecia que no hubo efecto por parte de los tratamientos evaluados en este estudio sobre los nutrimentos N, K, Ca y Mg en la primera fecha de muestreo, mientras que para la concentración de P si hubo efectos significativos. Este comportamiento fue el mismo para la segunda fecha de muestreo (Cuadro 29).

Cuadro 28. Contenido de macronutrimentos (%) en la primera fecha de muestreo (19/12/2009). Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg
			(%)		
1. TESTIGO	1.183 a	0.675 a b	1.289 a	2.987 a	0.515 a
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	1.225 a	0.645 b	1.377 a	1.714 a	0.475 a
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	1.204 a	0.637 b	1.631 a	3.354 a	0.463 a
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	1.330 a	0.706 a b	1.596 a	2.338 a	0.467 a
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	1.288 a	0.744 a	1.318 a	1.758 a	0.512 a
6. UREA FOLIAR al 8 %	1.099 a	0.668 b	1.434 a	2.223 a	0.479 a
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	1.253 a	0.683 a b	1.727 a	2.232 a	0.452 a
DMS	0.268	0.0721	0.570	3.813	0.108
CV	9.361	4.534	16.477	68.801	9.612

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

Respecto a la concentración de micronutrimentos hubo diferencias entre tratamientos en la primera fecha de muestreo para el Cu, aunque en la segunda fecha de muestreo dicho comportamiento desapareció (Cuadro 30). Durante las dos fechas de muestreo no hubo diferencias entre el efecto de los tratamientos para Fe, Zn y Mn (Cuadro 31).

Cuadro 29. Contenido de macronutrimentos (%) en la segunda fecha de muestreo (06/02/2010). Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg
			(%)		
1. TESTIGO	0.826 a	0.462 a b	1.156 a	5.971 a	0.518 a
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	0.777 a	0.462 a b	0.974 a	6.234 a	0.505 a
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	0.875 a	0.432 b	1.055 a	5.779 a	0.430 a
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	0.931 a	0.546 a	1.410 a	5.016 a	0.457 a
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	0.819 a	0.546 a	1.087 a	5.688 a	0.501 a
6. UREA FOLIAR al 8 %	0.910 a	0.454 a b	1.286 a	4.725 a	0.439 a
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	0.735 a	0.439 b	1.078 a	5.912 a	0.463 a
DMS	0.266	0.097	0.605	1.727	0.098
CV	13.577	8.770	22.54	13.156	8.854

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 30. Contenido de micronutrimentos (µg·g) en la primera fecha de muestreo (19/12/2009). Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Cu	Fe	Zn	Mn
		(µg·g)		
1. TESTIGO	8.60 a b	150.03 a	8.025 a	28.700 a
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	8.075 b	178.98 a	14.850 a	26.725 a
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	10.85 a	173.23 a	9.175 a	26.625 a
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	9.20 a b	220.35 a	11.700 a	23.400 a
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	7.550 b	137.05 a	7.050 a	26.700 a
6. UREA FOLIAR al 8 %	8.125 b	249.90 a	11.825 a	27.950 a
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	8.075 b	201.80 a	10.800 a	22.575 a
DMS	2.675	246.68	11.212	14.756
CV	13.254	56.355	45.746	24.200

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 31. Contenido de micronutrimentos (µg·g) en la segunda fecha de muestreo (06/02/2010). Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Cu	Fe	Zn	Mn
		(µg·g)		
1. TESTIGO	7.30 a	182.68 a	9.525 a	34.550 a
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	7.15 a	166.50 a	7.125 a	27.350 a
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	7.90 a	169.45 a	8.625 a	24.283 a
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	8.45 a	191.40 a	6.425 a	25.450 a
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	7.22 a	164.88 a	6.775 a	31.850 a
6. UREA FOLIAR al 8 %	7.12 a	171.18 a	5.375 a	26.475 a
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	6.47 a	164.80 a	7.025 a	22.575 a
DMS	3.980	82.881	6.357	12.762
CV	23.101	20.505	37.437	19.858

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

3.5.2. Porcentaje de defoliación, número de flores y frutos.

En el cuadro 32 se observa que todos los tratamientos presentaron porcentajes de defoliación mayores que el testigo. Se comprueban aquí los diferentes efectos de las sustancias probadas para causar defoliación a la planta, así el etileno, el TDZ y la urea. Los porcentajes obtenidos son inferiores a los mencionados por Pérez *et al.* (2007) reportando una defoliación en limón persa mayor al 60 %.

Cuadro 32. Porcentaje de defoliación, número de flores, número de frutos, en árboles de limón persa. Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Defoliación (%) (21/11/2009)	Número de flores (19/12/2009)	Número de frutos (19/12/2009)	Número de flores (12/01/2010)
1. TESTIGO	0.235 b	0.75 a	0.00 a	3.25 b
2. ETREL a 250 $mg \cdot L^{-1}$	45.62 a	8.00 a	3.75 a	61.50 a
3. ETREL a 500 $mg \cdot L^{-1}$	47.98 a	9.75 a	8.00 a	36.25 a b
4. TDZ a 150 $mg \cdot L^{-1}$	19.96 a b	6.50 a	17.50 a	2.50 b
5.TDZ a 250 $mg \cdot L^{-1}$	34.90 a	4.75 a	24.75 a	8.75 b
6. UREA FOLIAR al 8 %	42.61 a	5.00 a	5.00 a	15.00 b
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	41.86 a	3.25 a	4.50 a	13.50 b
DMS	32.018	12.963	27.569	39.323
CV	41.136	102.353	130.068	83.697

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

En el cuadro 32 se observa que para finales del mes de diciembre de 2009 se presentaron diferencias entre tratamientos respecto a la cantidad de flores producidas.

Por otra parte en el cuadro 33 se aprecia que es hasta el mes de febrero 2010 cuando el testigo incrementa su producción normal de flores, lo que indica que con los tratamientos aplicados se adelanta la cosecha hasta con 40 días respecto al testigo como lo señalan Espinoza y Almaguer (1997).

3.5.3. Brotes totales, primordios florales, y racimos florales

Cuadro 33. Número de brotes totales, primordios florales, y racimos florales en árboles de limón persa. Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Número de brotes totales (12/01/2010)	Número de primordios florales (12/01/2010)	Racimos florales totales (20/01/2010)	Racimos florales totales (06/02/2010)
1. TESTIGO	11.125 a b	2.50 a	8.75 a	16.75 b
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	28.875 a	20.38 a	204.50 a	311.75 a
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	34.375 a	7.00 a	136.00 a b	133.75 a b
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	2.760 b	0.50 a	7.25 c	20.00 b
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	2.750 b	2.75 a	8.25 c	25.00 b
6. UREA FOLIAR al 8 %	23.000 a b	14.13 a	141.25 a b	216.00 a b
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	32.875 a	20.63 a	83.75 b c	125.75 a b
DMS	25.712	34.945	94.338	213.57
CV	56.744	154.2385	47.922	75.360

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

3.5.4. Calidad de fruto.

El cuadro 34 muestra que hubo diferencias entre los tratamientos sobre el color de la fruta obtenida (luminosidad, chroma y hue); además de que la variable rugosidad fue promovida por el tratamiento 4 a base de TDZ, ya que debido a su función como citocinina pudo haber promovido la división celular en la cáscara de la fruta, cabe aclarar que el testigo fue inferior a todos los tratamientos en este aspecto. Por otra parte se presentaron diferencias para las variables, diámetro ecuatorial, pH y ^{o}Brix (Cuadro 35).

Cuadro 34. Color de fruto y rugosidad en árboles de limón persa. 26/04/2010.Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Color de fruto			Rugosidad
	Luminosidad	Chroma	Hue	
1. TESTIGO	53.853 a b	40.818 a b	104.175 a b	3.000 c
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	51.808 a b	40.143 a b	105.950 a	3.875 b
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	57.228 a	45.445 a	100.290	3.875 b
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	43.423 c	28.723	108.925 a	4.875 a
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	48.455 b c	34.660 b	106.700 a	4.250 b
6. UREA FOLIAR al 8 %	51.978 a b	39.035 a b	105.800 a	3.750 b
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	51.620 a b	38.908 a b	104.450 a b	
DMS	7.427	7.501	5.372	0.5701
CV	6.209	8.393	2.185	6.238

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

Cuadro 35. Diámetro ecuatorial, diámetro polar, pH y ^{o}Brix de frutos de limón persa. Nautla, Ver. 2010.

TRATAMIENTO	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	pH	^{o}Brix
1. TESTIGO	5.890 a	6.15 a	2.290 a b	7.875 a
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	5.657 a b	6.33 a	2.327 a b	7.625 a b
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	5.880 a	6.42 a	2.362 a b	7.500 a b
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	4.992 c	5.52 a	2.355 a b	7.500 a b
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	5.190 c	6.25 a	2.387 a	7.125 a b
6. UREA FOLIAR al 8 %	5.415 a b c	6.10 a	2.282 a b	7.250 a b
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	5.980 a	6.44 a	2.260 b	7.000 b
DMS	0.655	1.073	0.122	0.806
CV	5.034	7.439	2.260	4.655

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

3.5.5. Rendimiento de fruto

En el cuadro 36 se aprecia que hubo un comportamiento diferencial y resultó inferior el testigo, siendo superior el tratamiento 2 a base de Etrel (250 mg·L^{-1}), sin embargo, cabe mencionar que para las condiciones en que se desarrolló este estudio los rendimientos no son satisfactorios al compararlos con Curtí (2009) ya que el incremento fue pequeño. Por otra parte Pérez *et al*. (2007) mencionan que con etrel se ha obtenido hasta 65.53 kg por árbol con la dosis de 250 mg·L^{-1}. Por otro lado Berdeja (2005) obtuvo incrementos significativos en el rendimiento con la concentración de 500 mg·L^{-1} de etefón sin modificar la calidad interna y externa de los frutos. Cabe aclarar en esta sección que las condiciones del clima varían año con año y ello pudo haber afectado la producción en este caso, ya que los "nortes" con alta humedad relativa seguidos por temperaturas relativamente altas pudieron haber promovido el ataque de antracnosis y disminuir la producción ya que la floración en los tratamientos a base de etrel fue abundante.

Cuadro 36. Rendimiento de fruta en árboles de limón persa (Kg·árbol^{-1}). 26/04/2010.Nautla, Ver. 2009.

TRATAMIENTO	Kg·árbol^{-1}	Kg·ha^{-1}
1. TESTIGO	1.222 f	406.92
2. ETREL a 250 mg·L^{-1}	9.762 a	3,250.74
3. ETREL a 500 mg·L^{-1}	8.235 b c	2,742.25
4. TDZ a 150 mg·L^{-1}	6.902 d	2,298.36
5.TDZ a 250 mg·L^{-1}	5.672 e	1,888.77
6. UREA FOLIAR al 8 %	7.192 c d	2,394.93
7. UREA FOLIAR al 8 % + 5 mL de BayfolanForte®	8.552 b	2,847.81
DMS	1.057	
CV	6.627	

DMS = Diferencia mínima significativa.

CV = Coeficiente de variación.

3.6 CONCLUSIONES.

En base a las condiciones en que se desarrolló este estudio se tienen las conclusiones siguientes:

Los tratamientos a base de etrel, urea foliar y TDZ promovieron defoliación en el cultivo lo cual facilitó la obtención de una brotación floral en invierno.

En general la concentración de macro y micronutrimentos no fue afectada negativamente por los tratamientos evaluados.

Las variables de calidad de fruta, no fueron afectadas negativamente por los tratamientos evaluados.

A pesar de haber obtenido una floración adecuada, el rendimiento final obtenido se considera relativamente bajo respecto a lo citado por otros investigadores, por lo cual puede ser necesario a futuro realizar trabajos sobre incidencia de antracnosis en relación a las condiciones climáticas prevalecientes año con año.

3.7 LITERATURA CITADA

Albrigo, L. G. 2009. Control of flowering in citrus with reference to climatic conditions in the American hemisphere . *In:* Memoria del V Taller de Bioclimatología y Manejo de Producción de Cítricos, de la Red Interamericana de Cítricos. Carabobo, Venezuela, 26-28 de octubre de 2009. Resumen.

Alcántar, G. G.; Sandoval V., M. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Chapingo, México.

Almaguer V., G. 2002. Fisiología y Morfología de Cítricos. *En:* La citricultura del norte de Veracruz: Estudios Técnicos, Económicos y Sociales. López M., S. y Mata G., B. (Eds.). Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Veracruzana. México. pp. 19-29. ISBN 968-884-894-8.

AOAC (Association of Official Agricultural Chemist). 1980. Tentative methods of analysis. Washington. D.C.

Avitia, G. E. y Castillo, G. A. M. 2007. Desarrollo Floral en Frutales. 1ª Edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. ISBN 968-02-0329-8.

Berdeja, A. R. 2005. Desfasamiento de cosecha en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Mex.

Bondok, M. A.; Abdel, N. H.; EL, H. F. 1995. Bud break, fruit maturity and yield of Anna Apple as influenced by plant bioregulator Thidiazurón. Annals of Agricultural Science Cairo. 40(1):343-358 p.

Calderon, Z. G.; Rodriguez, A.J. 1996. Revent, (i.a. Thidiazurón o TDZ un nuevo estimulador de la britación de Durazno. XVI Congreso de Fitogenética A. C. Montecillos, Edo. Méx., México. 279 p.

Calderon, Z. G.; Rodriguez, A.J. 2000. Thidiazurón como promotor de la brotación en ciruelo y durazno. Revista Chapingo Serie Horticultura Vol. VI(1) p. 117.

Cañizares, A.; Rojas, E. 2001. Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido 2-cloroetilfosfónico sobre la foliación, floración y fructificación de la lima Tahití. Bioagro 13(1):10-14.

Chapman, H. D. 1968. The mineral nutrition of citrus. v.2, p.127-289. *In*: The Citrus Industry. REUTHER, W.; WEBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (eds.). Riverside, University of California., USA.

Cohen, A. 1981. Recent developments in girdling on citrus tres. Proc. Int. Soc. Citriculture, 1:196-199.

Curti-Díaz, S.A.; X. Loredo-Salazar; U. Díaz-Zorrilla; J.A. Sandoval R y J. Hernández H. 2000. Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Núm. 8. Veracruz, México. 144 p.

Curtí D., S. A. 2009. Experiencias para incrementar la producción de naranjo y limón persa durante los períodos de mayor rentabilidad en Veracruz. *En:* II Simposium Nacional de Producción Forzada en Frutales. I Curso de Producción Forzada en Frutillas y Durazno. Colegio de Posgraduados. México. pp. 26-30.

Cuttin, R. 1989. Control of the flowering of Tahití in the humid tropics. Fruits-París. 44:5, 259-273.

Davenport, T. L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12: 349-408.

De Dios, D. I. 2000. Oligosacarinas y thidiazurón para producción forzada en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Martínez de la Torre, Ver. Tesis de Licenciatura Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.

Díaz, M. H. D. 2002. Fisiología de árboles frutales. Ed. AGT editor, S.A. México.

Díaz, L.; Aguirre, E.; Isea, F.; Hernández Y. 2004. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de frutos de lima tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21 Supl. 1:285-291.

Esparza V. , M. E. ; Mata G., B. 2002. Comercialización de limón persa y organización de productores en Martínez de la Torre. *En:* La citricultura del norte de Veracruz: Estudios Técnicos, Económicos y Sociales. López M., S. y Mata G., B. (Eds.). Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Veracruzana. México. pp. 87-100. ISBN 968-884-894-8.

Espinoza, E.R.R.; Allmaguer, V. G. 1997. Promoción de la floración fuera de época en limón "Persa" (Citrus latifolia Tan.) en Martínez de la Torre, Veracruz. México. En resúmenes cítricolas. UACh PIISCI. Chapingo Edo. México.

FAO. 2002. Frutos cítricos frescos y elaborados. Estadísticas anuales. Ed. FAO. 35 p.

Franke, W. 1967. Mechanisms of foliar penetration of solutions. Ann. Rev. PLant Physiol. 18:281-300.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera Edición. UNAM. México. 252p.

Gómez C. M. A.; Rita S. R. ; Alberto B. G. 1994. El limón persa en México, una opción para el trópico. CIESTAAM, UACh. Chapingo, México.

González, J.C.; Borroto, G.; Blanco, M.; Escalona, M.; Nievas, N. 1986. Control de la floración en cítricos. Relación con los contenidos de ácido giberélico y ácido abscísico. Memorias Simp. Int. Citricultura Tropical. Vol. 1 La Habana, Cuba.

Guzmán T., E. 1999. Desfasamiento de floración y cosecha de limón 'Persa' *(Citrus latifolia Tan.)* con TDZ (Thidiazurón) y citrolina en Emiliano Zapata, Ver. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Iwahori, S.; Oohata, J. 1980. Alleviate effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induce by 2-chloroethylphosphonic acid in citrus. Scientia horticulture.12 (3):265-271.

Jankiewicz, S. L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas; propiedades y acciones. Ed. Mundi-Prensa. México.

Jones, J. B, B. Wolf ; H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Ed. MicroMacro Publishing, Inc. USA.

Kenworthy, A. L. 1967. Plant analysis and interpretation for horticulture crops. *In*: Plant Analysis. Hardy, G.W. (ed.) Soil Soc. Amer. Special Public. 2: 59-75.

Lovatt, C. J., Y. Zheng, and K. D. Hake. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Israel J. Bot. 37:181-188.

Maldonado T., R. 1999. El diagnóstico nutrimental en la producción de limón mexicano. Ed. Fundación Produce Michoacán y Universidad Autónoma Chapingo. México, 82 p.

Medina-Urrutia, V. M. 1987. Efecto de la cosecha masiva en la brotación vegetativa del limón mexicano. XI Congreso Nal. De Fitogenética. P. 154 (Resumen).

Monselise, S. P. and E. E. Goldsmitdt. 1982. Alternate bearing in fruit tres. Hort. Rev. 4:128-173.

Moss, G. I. 1969. Influence of temperatura and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck). J. Hort. Sci. 44:311-320.

Moss, G. I. 1971. Effect of frui ton flowering in relation to biennial bearing in sweet orange (*Citrus sinensis*). J. Hort. Sci. 46:177-184.

Pérez-Gutiérrez, A.; A. García-Vázquez;J. M. Tun-Suárez; J. Cristóbal-Alejo, R.G. Rosado-Lugo y S. A. Curti-Díaz. 2007. Producción forzada de limón persa *(Citrus latifolia Tan.)* en Yucatán. En XI Simposium Internacional de Citricultura. Cd. Victoria Tamaulipas México 17-19 de mayo de 2007.

Pimienta, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. Fitotecnia, 7: 154-179.

Rodríguez, L. 1989. La serología en el diagnóstico y estudio en las plantas. Centro de información y documentación Agropecuario. 36 p.

RIOS, S. R.; RODRIGUEZ, A. J.; CANO, M. R. 1997. Reguladores del crecimiento en la producción de frambuesa roja (*Autumn Bliss*) productora de otoño. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:124-128.

SAGARPA, 2009. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. http://www.infoaserca.gob.mx/proafex/LIMON_PERSA.pdfwww.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00160.pdf - portal.veracruz.gob.mx/

Salisbury, F. B.; C. W. Ross. 1994. Fisiologia Vegetal. Grupo Editorial Interamericana. USA. pp. 142-143.

SAS INSTITUTE. 1988. SAS-TAT user's guide. Release 6.03. Ed. SAS Institute. U.S.A.

Sosa, J. 1980. Efecto de la poda en setos en lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) y su influencia sobre los rendimientos. Cultivos Tropicales (CUBA), año 2, NO. 3:33-44.

Trejo M., M. A.; Orozco, J.A.; Almaguer V., G.; Carvajal M., E.; Gardea, A. A. 2009. Metabolic activity of low chilling grapevine buds forced to break. Thermochimica Acta. 481 (2009): 28-31.

Wang, S.Y. and M. Faust. 1988. Changes of fatty acids and sterols in apple buds during bud break induced by a plant bioregulator, thidiazuron. Physiologia Plantarum 72:115-120.