

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON INHIBIDORES DE LA NITRIFICACIÓN (ENTEC® SOLUB 21) EN PALTOS (*Persea americana* Mill) CV. HASS

F. Gardiazabal, F. Mena y C. Magdahl.
Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.
Casilla 476, Quillota. E-mail: secretaria@gama.cl

El presente trabajo se llevó cabo en la localidad de Los Molinos en Cabildo, V región, en paltos Hass sobre portainjerto Mexícola plantados en 1999 a 6 x 4 m, durante 4 años (2002-2003 a 2006-2007), con la finalidad de evaluar el efecto de las aplicaciones de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación de la línea ENTEC® sobre el desarrollo vegetativo, la productividad, el calibre, el añerismo y la postcosecha de paltos, comparando los resultados con un programa de fertilización cuya fuente de nitrógeno es la urea.

Ambos tratamientos fueron aplicados anualmente en tres épocas: *i*) primavera, plena flor (fines de octubre comienzos de noviembre), *ii*) verano, rápido crecimiento de los frutos (enero) y *iii*) otoño, inducción y diferenciación floral (fines de abril comienzos de mayo).

En el año 2002 se adicionó las mismas unidades de nitrógeno en ambos tratamientos provocando un excesivo crecimiento en los árboles tratados con ENTEC, esto significó que las cosechas de los años 2003 y 2004 fueron estadísticamente inferiores en este tratamiento, luego en el año 2003 se fertilizó sólo con un 75% de ENTEC y las cosechas de los años 2005 y 2006 fueron estadísticamente iguales entre tratamientos.

Con relación a los análisis foliares, hubo diferencias en los años 2003 y 2006, en el Índice SPAD, ABI y materia seca no hubo diferencias. En el perímetro de troncos se mantuvo la diferencia desde el primer año pero no así en su crecimiento anual. En la evolución de la fruta en postcosecha donde se evaluó: presión pulpa, color, pardeamiento vascular y de pulpa a los 20, 30 y 40, días de refrigeración, no mostraron diferencias.

Palabras clave: Paltos, Nutrición, Fertilización, Nitrógeno, Inhibidores, Nitrificación.

EFFECT OF FERTILIZATION WITH NITRIFICATION INHIBITORS (ENTEC® SOLUB 21) IN HASS AVOCADO TREES (*Persea americana* Mill)

F. Gardiazabal, F. Mena and C. Magdahl.
Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.
Casilla 476, Quillota. E-mail: secretaria@gama.cl

The present work was carried out in the locality of Los Molinos, Cabildo, V Region, regarding Hass avocado trees on Mexicola rootstocks planted in 1999 at 6 x 4 m, during 4 years (2002-03 to 2006-07). It was conducted in order to evaluate the

effect of fertilizer applications with nitrification inhibitors (ENTEC®) on vegetative growth, fruit size, alternate bearing and post-harvest of avocado, comparing the results with a program in which urea was the main source of nitrogen.

Both treatments were annually applied in three periods: *i*) spring, full bloom (late October, early November), *ii*) summer, fast growth of fruits (January) and *iii*) autumn, floral induction and floral differentiation (late April, early May).

In year 2002, the same nitrogen units were added in both treatments, generating an excessive growth in trees treated with ENTEC. This caused that 2003 and 2004 harvests were statistically lower in this treatment; then in year 2003, fertilisation was conducted with only 75% ENTEC; 2005 and 2006 harvests were statistically equal between treatments.

Regarding foliar analysis, differences were detected in years 2003 and 2006. In the SPAD, ABI and dry matter index no differences were not found. The difference in the perimeter of trunks continued since the first year, in contrast with annual growth. Regarding the evolution of post-harvest fruit, no differences were observed, evaluating the following: pulp pressure, colour, vascular browning and pulp at 20, 30 and 40 days of refrigeration.

1. INTRODUCCIÓN:

La eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura es baja, siendo habitualmente inferior al 50%, y llegando en el mejor de los casos al 70%. Esto implica que parte importante del nitrógeno aportado a los cultivos no sea absorbido por éstos, yendo a parar al medio ambiente, contaminando las aguas superficiales o profundas con nitratos o emitiendo gases nocivos a la atmósfera. Por lo tanto, es necesario aumentar la eficiencia de la fertilización nitrogenada para reducir las pérdidas de nutrientes y la contaminación ambiental y permitir la aplicación de técnicas de Producción Integrada y Buenas Prácticas Agrícolas, en sistemas de producción agrarios más respetuosos con el medio ambiente.

Diversos estudios han demostrado que la utilización de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación reduce significativamente las pérdidas de nitrógeno en forma de nitrato en comparación a los fertilizantes convencionales, aumentando así la eficiencia en la utilización del nitrógeno por parte de las plantas, lo que se traduce directamente en un mayor rendimiento y mejor calidad de la producción agrícola.

Este estudio busca evaluar el efecto de las aplicaciones de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación de la línea ENTEC® de COMPO AGRO sobre el desarrollo vegetativo, la productividad, el calibre, el añerismo y la postcosecha de paltos, comparando los resultados con un programa de fertilización cuya principal fuente de nitrógeno es la urea.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

2.1. Fertilización Nitrogenada en paltos:

El nitrógeno ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y la producción del palto (Whiley, 2002). Los desajustes en el manejo de éste pueden generar grandes crecimientos vegetativos en desmedro de la producción (Whiley, 1984).

Tanto el ión NH_4^+ como el NO_3^- pueden ser absorbidos por las plantas desde la solución del suelo (Silva y Rodríguez, 1995). Sin embargo, la concentración de NH_4^+ en el suelo es bastante baja, por lo tanto, la forma NO_3^- es la preferida por las plantas. En plantas de palto cv. Pinkerton cultivadas en vivero y tratadas con ^{15}N , Zilkah *et al.* (2000) observaron que la cantidad de N absorbido como nitrato era significativamente mayor que la cantidad de N absorbido como amonio, a lo largo de todo el año. Estos autores encontraron que la tasa de absorción del N nítrico puede ser 9,1 veces mayor que la absorción de N amoniacal en el otoño; 5,5 veces mayor en invierno; 3,6 en primavera y 5,2 en verano. Lamentablemente este estudio no ha sido repetido en condiciones de campo.

El momento crítico de la aplicación aún es desconocido, pero puede estimarse comprendiendo la fenología del árbol (Lovatt, 1996; SAAGA, 1990). Durante la floración hay una progresiva competencia con los nuevos brotes en crecimiento, con una baja actividad fotosintética en el árbol cuando las raíces aún están inactivas. De este modo, la competencia por agua y minerales se hace muy intensa. Todos estos factores contribuyen a reducir la cuaja de fruta (Lovatt y Salazar, 1994).

Lovatt (2001ab) distinguió dos estados críticos para la fertilización nitrogenada: a) antesis, cuaja de fruta e iniciación del crecimiento vegetativo de las ramillas del ápice indeterminado de la inflorescencia (octubre en el hemisferio sur); b) al final del crecimiento vegetativo de las ramillas, cuando cuatro o más ejes secundarios se observan en el meristema de la inflorescencia (abril-mayo en el hemisferio sur).

Bajo las condiciones subtropicales de Australia, Whiley *et al.* (1988) sugieren que la fertilización nitrogenada de los paltos se correlacione con la fenología del árbol, cuidando las aplicaciones de N en verano y otoño, para no inducir una mayor competencia entre los brotes vegetativos de primavera y los frutos.

En una investigación más reciente realizada con paltos cv. Hass en California, Lovatt (2001a) verificó que el rendimiento acumulado de cuatro años consecutivos fue mayor cuando se aplicaron dosis extras de N en el período de antesis y cuaja (30% de aumento) y en la etapa de madurez de los brotes de verano (39% de aumento). El aumento en la producción se debió a un incremento del tamaño de los frutos. No se observó una relación consistente entre los tratamientos aplicados y la concentración de N foliar en los cuatro años de fertilización. En base a estos resultados, Lovatt (2001ab) concluyó que la época de aplicación del N es más importante que la cantidad de N aplicada para aumentar la producción y el tamaño de la fruta en paltos.

Según el comportamiento fenológico de los paltos descrito para la zona de Quillota (Mena, 2004), la aplicación de nitrógeno en primavera precede al primer *flush* de crecimiento de las raíces que se inicia después de la cuaja, desde noviembre y se extiende hasta marzo, con un *peak* de crecimiento en enero. La fertilización nitrogenada de verano alcanza justamente el *peak* radicular de enero. La fertilización de otoño coincide con el segundo *peak* crecimiento de las raíces superficiales que se inicia en abril, aunque mucho más débil que el crecimiento de verano, y se extiende hasta mayo o junio, dependiendo de las temperaturas de suelo, que siendo superiores a 13°C aún permiten crecimiento de raíces.

En base a estos antecedentes, la fertilización nitrogenada de una parte importante de huertos de paltos en Chile, se aplica en tres épocas: otoño (última semana de abril – primera semana de mayo), primavera (última semana de octubre – primera semana de noviembre) y verano (enero).

La primera aplicación de nitrógeno en otoño ocurre durante la etapa de inducción de los brotes de otoño y diferenciación de las flores en los brotes de primavera – verano. El objetivo de esta fertilización es conseguir ovarios más grandes, que darán origen a frutos de mayor calibre, y generar óvulos y polen de mayor viabilidad en la próxima primavera. La dosis de N a aplicar podría variar entre el 30 y el 40% del total de la temporada, según se estime la floración para la próxima temporada. La segunda aplicación de nitrógeno en primavera, en plena cuaja de los frutos, tiene por objetivo nutrir al brote nuevo que alimentará a los frutos cuajados, con lo que se determina la cantidad de frutos que es capaz de soportar el árbol, y por ende, queda determinada la cosecha total (Lovatt, 1996). En esta etapa la aplicación varía entre un 30 y un 40% de la dosis de nitrógeno de la temporada, según sea la magnitud de la floración. La tercera y última aplicación de nitrógeno ocurre en enero, época de máximo crecimiento de los frutos. En esta época se debería aplicar entre el 20 y 30% del nitrógeno total de la temporada.

2.2. Fertilizantes con Inhibidores de la Nitrificación:

La contaminación de las aguas superficiales y profundas por nitratos debido a una aplicación generalizada e indiscriminada de fertilizantes nitrogenados minerales u orgánicos, es uno de los problemas medio ambientales más criticados a la agricultura intensiva actual. El consumo de agua y alimentos con elevados contenidos en nitratos puede conllevar a una serie de problemas de salud y a graves daños al medio ambiente, por eutrofización de las aguas, emisión de óxidos de nitrógeno a la atmósfera y acumulación de nitratos en frutas y verduras cosechadas. Estos problemas tienen además una seria implicancia económica, pues representan un uso ineficiente de los fertilizantes nitrogenados.

La industria mundial de los fertilizantes ha respondido a esta problemática desarrollando fertilizantes especiales que contribuyen a aumentar la eficiencia en la utilización del nitrógeno por los cultivos, permitiendo una liberación de elementos nutritivos que esté de acuerdo a la necesidad de las plantas, para que éstas puedan aprovecharlos en mayor cantidad, reduciendo así las pérdidas por

lixiviación o volatilización. Dentro de la gama de fertilizantes especiales, cabe destacar a los fertilizantes de liberación lenta (recubiertos y con mecanismos químicos de hidrólisis de moléculas orgánicas) y los fertilizantes estabilizados (con inhibidores de la nitrificación y de la ureasa) Carrasco (2002), Trenkel (1997).

Los inhibidores de la nitrificación son compuestos que, por un cierto período de tiempo, retrasan el primer paso de la nitrificación en el suelo, esto es la oxidación bacteriana del ión amonio (NH_4^+) a nitrito (NO_2^-), mediante la inhibición de las bacterias *Nitrosomonas*. Normalmente los inhibidores de la nitrificación no tienen efecto sobre el segundo paso de la nitrificación, esto es la transformación del nitrito a nitrato, mediada por bacterias del género *Nitrobacter* (Zerulla *et al.*, 2001a). La incorporación de los inhibidores de la nitrificación a las prácticas de fertilización de los cultivos provoca que el N en el suelo permanezca en forma de NH_4^+ durante un mayor período de tiempo, el que debido a su carga, queda fijado en el complejo arcillo-húmico del suelo, evitándose así las pérdidas de N como NO_3^- , que es altamente soluble en el suelo y susceptible a ser lixiviado en profundidad, contaminando las aguas subterráneas.

Además de los beneficios ecológicos que implica el uso de inhibidores de nitrificación, diversos estudios han comprobado la obtención de mayores tasas de crecimiento y mayores rendimientos en los cultivos fertilizados con estos productos. Esto se explica porque la utilización de inhibidores de la nitrificación provoca un incremento apreciable de los contenidos de NH_4^+ en el suelo disponibles para ser absorbidos por los cultivos junto con los NO_3^- derivados de la nitrificación. El suministro combinado de ambas formas de N, NO_3^- y NH_4^+ , promueve el aumento en los rendimientos de los cultivos, por varias razones: (i) la absorción de amonio requiere menos energía de la planta que la absorción de nitrato; (ii) hay un ahorro energético dentro de la planta al no ser necesario reducir el nitrato; (iii) el amonio estimula la síntesis de fitohormonas (giberelinas y citoquininas) y poliaminas (mensajeros de la inducción floral); (iv) la absorción de amonio reduce el pH de la zona radicular, facilitando la absorción de otros nutrientes (Prasad y Power, 1995; Marschner, 1995; Barber *et al.*, 1992; Smicklas y Below, 1992; Teyker y Hobbs, 1992; Glasscock *et al.*, 1995; Adriaanse y Human, 1991 y 1993; Goos *et al.*, 1999; Sattelmacher y Gerendas, 1999).

Son muchos los compuestos conocidos por su capacidad de inhibir la nitrificación del suelo, sin embargo por razones de baja efectividad, alto costo, problemas fitotóxicos o razones medio ambientales, existen tres compuestos que han llegado al mercado de fertilizantes: la diaciandiamida (DCD), la nitrapirina (NI) y el más reciente y eficaz inhibidor de la nitrificación el 3,4-Dimetilpirazol fosfato (DMPP). Las ventajas que presenta el DMPP respecto a la DCD y NI son: (i) DMPP es efectivo a bajas dosis, entre 0.5-1.0 Kg/ha, 10 veces inferior a la dosis recomendada de DCD; (ii) el riesgo de lixiviación del DMPP es muy bajo, en comparación al DCD; (iii) a pesar de ser aplicado en bajas dosis, el DMPP es más efectivo como inhibidor de la nitrificación que el DCD (Weiske *et al.*, 2001; Wissemeier *et al.*, 2001). Además los resultados de estudios toxicológicos han demostrado que el DMPP es absolutamente inocuo para el hombre y para el medio ambiente, y no interfiere en los procesos microbiológicos habituales del

suelo. Esto, sumado a los buenos resultados de los ensayos, ha permitido que los fertilizantes formulados en base a DMPP como el Entec® (Sulfato de Amonio + DMPP) hayan sido registrados en las diversas legislaciones de fertilizantes de Europa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

El ensayo se realizó en el Fundo Los Graneros, ubicado en sector Los Molinos en Cabildo, V región. Los árboles utilizados en el ensayo pertenecen a un huerto comercial de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, sobre portainjerto Mexícola, plantados en 1999, a 6 x 4 m de distancia. Los árboles son regados por microaspersores Dan 2001, con un gasto de 47 L/h y una precipitación de 1,96 mm/h. Hay un microaspersor por árbol. El huerto se ubica en un sector de piedmont. El suelo del sitio experimental es de textura arcillo-limosa a franca, sobre matriz de piedras angulares.

Los tratamientos aplicados en este huerto corresponden a:

T 1 = Urea + Nitrato de Calcio (85% y 15% de la fertilización Nitrogenada, respectivamente), aplicados vía sistema de riego.

T 2 = Entec® solub 21 + Nitrato de Calcio (en una proporción de 85% y 15%, respectivamente) aplicados vía sistema de riego.

El Entec® solub 21 es un fertilizante compuesto por sulfato de amonio, que aporta 21% N y 24% S. La inclusión del nitrato de calcio se hizo para compensar el efecto antagónico que produce la adición de los fertilizantes amoniacales (Entec® y urea) sobre otros cationes de la solución del suelo, como el calcio, el magnesio y el potasio.

Debido a los resultados obtenidos en la evaluación de la primera temporada de aplicación de los tratamientos (2002-2003), en la que se observó un excesivo crecimiento vegetativo de los árboles tratados con ENTEC®, a partir de la primavera de 2003 se decidió reducir la dosis de fertilización de este tratamiento en un 25% respecto a la del tratamiento T1.

El diseño experimental corresponde a un diseño de bloques completamente al azar. Se consideraron tres bloques por tratamiento, con 15 árboles en evaluación por cada tratamiento y bloque. Entre los tratamientos también se consideraron hileras enteras de árboles a modo de cortina, con el fin de evitar cualquier riesgo de interferencia entre los dos tratamientos aplicados.

Los datos recolectados fueron analizados mediante ANDEVA, con una significación de 5%. El efecto de los tratamientos sobre las variables paramétricas fue determinado por comparación de las medias mediante la prueba T-Student, con una significación del 5%.

Análisis foliar: de cada tratamiento se recolectaron 40 hojas, tomadas al azar en todos los árboles en evaluación dentro de cada bloque. El muestreo se realizó

entre fines de marzo y comienzos de abril de cada año y corresponden a hojas de primavera, de ramillas sin fruta y sin brotes de verano.

Índice SPAD de color de hojas: esta medición se realizó en marzo – abril de cada año, sobre las mismas hojas muestreadas para el análisis foliar, antes de removerlas de los árboles. Esta medición fue realizada en conjunto con personal de COMPO AGRO S.A. utilizando un colorímetro que mide el color verde en unidades Spad.

Circunferencia de tronco: una vez por temporada se midió la circunferencia del tronco en cada árbol en evaluación, a 10 cm sobre la unión del portainjerto con la variedad, utilizando una huincha de medir con precisión de 0,1 cm.

Análisis del contenido de materia seca en la fruta: durante el proceso de clasificación comercial de la fruta se seleccionaron 10 frutos de calibre 50 (199-261 g) de cada bloque y tratamiento, a los que se les determinó el porcentaje de materia seca.

Producción y tamaño de la fruta: Cuando la fruta tenía la cantidad de Materia seca para exportación, se cosecharon al barrer todos los árboles del ensayo. Se contabilizaron los kilos y el número de frutos cosechados por cada árbol en medición, en base a lo cual se determinó el peso promedio del fruto por árbol. Se procesó comercialmente toda la fruta de cada tratamiento en la línea de packing de la Exportadora Safex Ltda.

Índice de Alternancia Productiva: En base a los registros de cosecha de las dos últimas temporadas evaluadas, se calculó el Índice de Alternancia Productiva (*ABI*), definido por Lovatt (2003) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$ABI = \frac{\text{Producción Año "On"} - \text{Producción Año "Off"}}{(\text{Producción Año "On"} + \text{Producción Año "Off"})}$$

Evolución de la condición de la fruta en post cosecha: se realizaron evaluaciones de la fruta a los 20, 30 y 40 días de almacenaje en frío a 4°C. En cada fecha se evaluaron muestras de 30 frutos de calibre 50 (199-261 g) por tratamiento y bloque, a los que se le midió la resistencia de la pulpa a la presión, el color externo, la aparición de pardeamientos, pudriciones a salida de cámara y tras 5 días de permanencia a temperatura ambiente. La resistencia de la pulpa a la presión se midió con un penetrómetro de émbolo convexo, de ocho mm de sección y escala de 1 a 29 libras. Para la evaluación del color se utilizó una escala subjetiva de rangos de 1 a 5 (0: fruta verde; 1: 20% de color negro; 2: 21-40% negro; 3: 41-60% negro; 4: 61-80% negro; 5: 81-100% negro). Después de medir la resistencia de la pulpa a la presión se procedió a cortar cada fruta longitudinal y transversalmente, para observar la incidencia de desórdenes en la pulpa (pardeamientos).

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

4.1. Análisis Foliare:

El muestreo del otoño de 2003 corresponde a hojas maduras de los brotes que se iniciaron en la primavera de 2002, cuando ambos tratamientos recibían igual cantidad de N. El mayor contenido de N foliar observado en el tratamiento fertilizado con Entec® en 2003 es otro efecto de los inhibidores de la nitrificación que ha sido descrito en cítricos (Bañuls et al., 2000). En el muestreo del año 2004, en cambio, se recolectaron hojas maduras del crecimiento de primavera de 2003, cuando se redujo por primera vez la dosis de N del tratamiento fertilizado con Entec®.

Los mayores niveles de Zn y P obtenidos en el tratamiento con Entec® en la temporada 2003 se podrían explicar por el efecto del amonio sobre el pH de la rizósfera. La absorción de amonio por las raíces libera OH⁺ a la rizósfera, lo que reduce el pH y libera micronutrientes como el Zn, Fe, Cu, Mn y también el P, que quedan disponibles para ser absorbidos por la planta, elevándose así sus contenidos en las hojas.

Cuadro 1. Contenido foliar de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe en cada tratamiento en 4 temporadas. 2003, 2004, 2005 y 2006.

Table 1. Foliar content of N, P, K, Ca, Mg, Cu; Zn, Mn and Fe for both treatments during 4 seasons, 2003, 2004, 2005 and 2006.

Parámetro	Fecha de muestreo y tratamiento							
	08.05.2003		18.03.2004		31.03.2005		25.04.2006	
	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)
N, %	2,16 s	2,34 s	2,68	2,70	2,70	2,86	2.34 s	2.75 s
P, %	0,12 s	0,13 s	0,14	0,14	0,16	0,16	0.18	0.17
K, %	1,12	1,16	1,18	1,08	1,00	1,06	1.14	1.12
Ca, %	1,69	1,51	1,58	1,39	1,84	1,78	1.49	1.41
Mg, %	0,43	0,43	0,53	0,54	0,51	0,53	0.46	0.45
Cu, ppm	8,83	9,83	16,67	17,50	12,0	12,3	12.50	13.25
Zn, ppm	17,0 s	24,8 s	36,3	42,0	28,3	27,0	38.0	44.0
Mn, ppm	164,0	162,0	183,0	190,0	173,0	191,5	158.50	185.0
Fe, ppm	122,3	110,0	314,7	306,3	113,0	109,5	103.00	172.75
B, ppm	23,43	23,00	32,7	30,3	37,9	39,0	39.80	43.65

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa (P<0,05).

Se observan además diferencias significativas en el contenido de Nitrógeno en la temporada 2006, siendo mayor el contenido de N en el tratamiento fertilizado con Entec®. Esto podría deberse a que, como el DMPP disminuye las pérdidas por

lixiviación, permite que una mayor cantidad de nitrógeno esté disponible para ser absorbido por la planta, por lo que se podría afirmar un mejor aprovechamiento del nitrógeno aportado al asegurar la disponibilidad en las dos formas absorbibles Amonio y Nitrato.

No se observaron diferencias estadísticas para los demás nutrientes analizados, al igual que los muestreos analizados el año 2004 y 2005.

4.2. Índice SPAD de color de Hojas:

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de las mediciones del índice SPAD de color de hojas para cada tratamiento.

Cuadro 2. Valores promedio y desviación estándar del índice Spad de color de hojas para cada tratamiento.

Table 2. Average values and Standard deviation of Leaf Spad Color Index for every treatment.

Tratamiento	Índice SPAD		
	18.03.04	31.03.2005	12.04.06
T1 (Urea)	59,7 ± 5,0	57,2 ± 4,8	57,76 ± 4,9
T2 (ENTEC)	60,1 ± 4,1	57,7 ± 5,8	56,64 ± 4,4

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa (P<0,05).

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

4.3. Circunferencia de Tronco:

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de las evaluaciones de circunferencia del tronco realizadas entre el 20 de diciembre de 2002 y el 19 de diciembre de 2006.

Cuadro 3. Valores promedio del perímetro de tronco y su variación a través de los años para cada tratamiento.

Table 3. Mean trunk perimeter and the variation trough the seasons for every treatment.

Tratamiento	Circunferencia de tronco (cm)				Variación (%)		
	20.12.02	05.11.04	26.09.05	19.12.06	2005-02	2005-04	2005-06
T1 (Urea)	42,2 ± 3,9 s	55,8 ± 4,9 s	63,6 ± 6,8 s	72,9 ± 10,1	33,3 ± 5,5	12,1 ± 4	12,3 ± 6,7
T2 (Entec®)	44,8 ± 4,7 s	60,7 ± 8,5 s	69,0 ± 9,3 s	76,5 ± 9,8	34,7 ± 4,6	11,9 ± 4,8	9,7 ± 5,1

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa; (P<0,05).

En tres de las cuatro fechas medidas para el perímetro de los troncos, como muestra el cuadro 3, los árboles del tratamiento fertilizado con Entec® presentaron un perímetro significativamente mayor que la de los árboles fertilizados con urea. La variación del perímetro no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, por esta razón, no es posible afirmar que, en el período considerado, los troncos de los árboles hayan crecido más o menos por efecto ninguno de los tratamientos evaluados.

4.4. Contenido de materia seca en la Fruta:

En ninguno de los años medidos hay diferencias en el contenido de materia seca de los frutos como lo muestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores promedio del porcentaje de materia seca en los frutos de cada tratamiento y fecha.

Table 4. Mean Fruit Dry Matter content for both treatments in season 2004, 2005 and 2006.

Tratamiento	Contenido de Materia Seca		
	18.03.04	31.03.2005	12.04.06
T1 (Urea)	23,93 ± 3,2	25,72 ± 2,8	25,12 ± 3,5
T2 (ENTEC)	24,45 ± 2,8	23,81 ± 2,9	25,40 ± 2,9

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa; (P<0,05).

4.5. Producción y Tamaño de Frutos:

En el cuadro 5 se puede apreciar que en los dos primeros años del ensayo, el tratamiento con ENTEC produjo menos que el fertilizado con Urea, esto se debió a que en la temporada 2002 y en la fertilización otoñal de 2003 se aplicó una dosis de ENTEC equivalente a las unidades de N aplicadas en el tratamiento fertilizado con urea, produciendo un excesivo crecimiento vegetativo que repercutió en la producción de 2003 y en la inducción floral para la cosecha de 2004.

Diversos estudios han comprobado la obtención de mayores tasas de crecimiento en los cultivos fertilizados con estos productos. Esto se explica porque la utilización de inhibidores de la nitrificación provoca un incremento apreciable de los contenidos de NH_4^+ en el suelo disponibles para ser absorbidos por los cultivos junto con los NO_3^- derivados de la nitrificación.

Cuadro 5. Número de frutos, kilos y tamaño de los frutos para los 4 años de tratamiento

Table 5. Number of fruits, Crop and fruit size for the 4 years of treatment.

Años	T1 (Urea)			T2 (ENTEC)		
	Número de Frutos por árbol	Kilos por árbol	Peso Promedio Fruto (g)*	Número de Frutos por árbol	Kilos por árbol	Peso Promedio Fruto (g)*
2003	313 ± 99 s	61,7 ± 16,6 s	203,8 ± 16,8	245 ± 102 s	51,5 ± 20,0 s	212,2 ± 15,9
2004	374 ± 231 s	67,7 ± 37,2 s	200,4 ± 30,1	236 ± 191 s	42,9 ± 32,7 s	184,4 ± 17,6
2005	354 ± 298	74,5 ± 60,6	226,7 ± 27,8	370 ± 218	78,9 ± 44,4	219,8 ± 17,4
2006	380 ± 329	83,6 ± 69,9	243,5 ± 40,2 s	505 ± 309	106,4 ± 63,2	217,4 ± 17,9 s

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa ($P < 0,05$).

* Medias ajustadas por análisis de covarianza para separar el efecto de la carga frutal sobre el peso promedio del fruto ($P \leq 0,05$).

Al ver los resultados de excesivo crecimiento en los paltos durante la temporada 2003, se rebajó la dosis de Nitrógeno de ENTEC en un 25% con respecto al Tratamiento con Urea, desde la primavera del año 2003 hasta el año actual. Esto se vio reflejado en las producciones de 2005 y 2006 que son estadísticamente iguales al Tratamiento con Urea. Estos resultados podrían estar reflejando la proporción que existe entre las unidades de Nitrógeno aplicadas con ENTEC y las aplicadas con Urea, lo que es de gran importancia para determinar las dosis de ENTEC necesarias para realizar las fertilizaciones en Paltos.

En cuanto al calibre, sólo hay diferencias en la cosecha del año 2006 donde el Tratamiento con Urea tiene frutas con calibres promedios más grandes. Esto se debe a que el Tratamiento con ENTEC tiene mayor cantidad de frutos, a pesar que estadísticamente no haya diferencias entre tratamientos.

4.6. Índice ABI:

El índice de alternancia productiva (ABI), no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para los años del ensayo.

Cuadro 6. Valores promedio del Índice de Alternancia Productiva (ABI) para cada tratamiento. Los Graneros, 2003, 2004, 2005 y 2006.

Table 6. Mean values of Alternate Bearing Index (*ABI*) for every treatment. Los Graneros, 2003, 2004, 2005 and 2006.

Tratamientos	Kilos cosechados por árbol por temporada				<i>ABI</i>		
	2003	2004	2005	2006	03-04	04-05	05-06
T1 (Urea)	61,7 s	67,7 s	74,5	83,6	0,05	0,05	0,06
T2 (Entec)	51,5 s	42,9 s	78,9	106,4	0,09	0,3	0,15

Test de Comparación de Medias T-Student: s, diferencia significativa ($P < 0,05$).

4.7. Evolución de la Condición de la Fruta en Postcosecha:

Ninguno de los años estudiados presentó diferencias estadísticas en los parámetros medidos, a modo de ejemplo, se entregan las cifras de la cosecha 2006.

Cuadro 7. Evaluación de post cosecha de la fruta a salida de cámara después de distintos períodos de almacenaje. Temporada 2006.

Table 7. Postharvest evaluation of the fruit after different periods of refrigerated storage, season 2006.

Días de almacenaje/ Temperatura	Presión pulpa (Lb)		Color (escala 0-5)		Pardeamiento vascular (%)		Pardeamiento de pulpa (%)	
	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)	T1 (urea)	T2 (Entec®)
20 días a 4°C	28,0	28,8	1,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
20 días a 4°C+ 5 días T°amb.	1	1	4,4	4,4	0,65	0,45	0,15	0,1
30 días a 4°C	19,75	22,15	1	1	14,05	11,3	4,5	3,4
30 días a 4°C+ 5 días T°amb.	1	1	4,8	4,25	0,65	0,55	0,25	0,25
40 días a 4°C	14,05	11,3	4,5	3,4	0,1	0	0,15	0,05
40 días a 4°C+ 5 días T°amb	1,1	1,15	4,9	5,0	0,05	0,05	0,1	0,1

s: diferencia significativa; ns: diferencia no significativa (Test T-Student, $P < 0,05$).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAANSE, F.G. and HUMAN, J.J. 1991. The effects of nitrate/ammonium ratios and dicyandiamide on the nitrogen response of *Zea mays* L. in a high rainfall area on an acid soil. *Plant and Soil* 135(1): 43-52.
- BAÑULS, J., SERNA, M.D., QUIÑONES, A., MARTÍN, B., PRIMO-MILLO, E., LEGAZ, F. 2000^a. Optimización de la fertilización nitrogenada con el inhibidor de la nitrificación DMPP con riego por goteo en cítricos. *Levante Agrícola*, 2º trimestre 2000.
- _____, MARTÍN, B., MONFORT, P., LEGAZ, F. 2000b. Mejora de la fertilización nitrogenada en el cultivo del tomate. *Agrícola Vergel*, N°226.
- BARBER, K.L., MADDUX, L.D., KISSEL, D.E., PIERZYNSKI, G.M., BOCK, B.R. 1992. Corn responses to ammonium and nitrate-nitrogen fertilization. *Soil Sci.Soc. of Amer. Journal* 56(4): 1166-1171.