

CALIDAD DEL FRUTO DEL DURAZNERO EN EL SISTEMA MILPA INTERCALADA CON ÁRBOLES FRUTALES EN LADERAS*

FRUIT QUALITY OF PEACH TREES GROWING UNDER THE MILPA SYSTEM INTERCROPPED WITH FRUIT TREES IN HILLSIDES

Elizabeth Santiago-Mejía^{1§}, José Isabel Cortés-Flores², Antonio Turrent-Fernández², Ernesto Hernández-Romero³ y David Jaen-Contreras¹

¹Fruticultura, Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. *Campus* Montecillo. km 36.5 carretera México - Texcoco. C. P. 56230. Montecillo, Estado de México. ²Edafología, Recursos Naturales, CP ³ Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. [§]Autora para correspondencia: elimejia@colpos.mx.

RESUMEN

La condición nutrimental del duraznero afecta la calidad del fruto. El duraznero, variedad “Diamante” bajo el sistema milpa intercalado con árboles frutales (MIAF) en laderas abruptas, manejado con una fertilización similar a la usada en terrenos planos, produce frutos con una calidad variable. Por lo tanto, para determinar la condición nutrimental del árbol y su relación con la calidad del fruto; se estudió el efecto de la densidad de plantación de árboles (D) (baja y alta), nivel de fertilización de maíz y frijol (F) (baja y alta), y posición de la rama del árbol (R) (aguas arriba y aguas abajo); en un arreglo factorial 2³, con ocho tratamientos en bloques al azar y tres repeticiones, en dos sitios experimentales localizados en el municipio de San Jerónimo Tecoaatl, estado de Oaxaca, en el año 2005. El análisis foliar demostró que en el sitio Santa Catarina, solamente los nutrientes Mn y Zn presentaron diferencias significativas. El primero por efecto de la interacción D x F x R y el segundo por efecto de F. En el sitio Centro de Salud, la concentración de Mg presentó diferencias significativas por el efecto de Cu y D por la interacción F x R. La calidad del fruto fue aceptable en cuanto a °Brix e índice de color; sin embargo, la firmeza fue baja (0.40 - 0.62 kg cm⁻²). La concentración de N en el árbol presentó valores de exceso, afectando la calidad del fruto.

Palabras clave: *Prunus persica* L. Batsch, calidad del fruto, sistema milpa intercalada con árboles frutales (MIAF).

* Recibido: Marzo de 2006
Aceptado: Abril de 2007

ABSTRACT

Nutritional status of peach trees affects fruit quality, in peach “Diamante” under the Milpa System Intercropped with Fruit trees (MIAF) in hillsides, with a similar fertilization on level soils, is variable.

Then nutritional status and fruit quality as affected by two planting densities (D), two rates of fertilization to maize and beans (F), and two branch position in tree (R) in two locations of San Jerónimo Tecoaatl country, in the state of Oaxaca during the year 2005 were evaluated. Eight different combinations (factorial 2³) were tested in a complete randomized block experimental design with three replicates. Foliar analysis in site “Santa Catarina” indicated that only concentrations of Mn and Zn were different between treatments, due to effects of interaction D x F x R and by main effect of F, respectively. In site “Centro de Salud”, Mg and Cu were significantly affected by D and interaction F x R, respectively. Total soluble solids were greater than 11.0 °Brix and color index was acceptable. However, fruit firmness was lower (0.40-62 kg cm⁻²) than normal for peach “Diamante”. Nutritional status of trees was unbalanced with high N concentrations, in detriment of fruit firmness.

Key words: *Prunus persica* L. Batsch, fruit quality, milpa system intercropped with fruit trees (MIAF).

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo óptimo de los árboles frutales y calidad del fruto que producen depende de los factores de manejo, entre ellos la nutrición y densidad de plantación. La nutrición del árbol está estrechamente relacionada con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la cual está determinada por la fertilidad nativa del suelo y la fertilización que se aplique. Aunque la mayoría de los frutales utilizan cantidades pequeñas de nutrimentos, con excepción de N, P y K, la escasez de alguno de ellos puede afectar su ciclo biológico y rendimiento (Faust, 1989). En terrenos planos y con pendiente moderada, la variación de los nutrientes disponibles en el suelo es menor, en comparación con aquellos con pendiente pronunciada (>20%), donde el suelo está sujeto a fuerte erosión hídrica.

En el estado de Oaxaca, se practica la agricultura de ladera en 73 352 ha dedicadas a la milpa (Cruz *et al.*, 2005), en terrenos con pendientes mayores a 20%, con el manejo tradicional utilizando la tecnología roza, tumba y quema (RTQ) y milpa permanente. Cortés *et al.* (2001) mencionan que el rendimiento anual de maíz en las regiones Cuicateca, Mazateca y Mixe, estado de Oaxaca es de 500 a 700 kg ha⁻¹, y el rendimiento de fruto de durazno es de 5 t ha⁻¹, el cual es insuficiente para satisfacer las necesidades anuales de alimentos de las familias rurales.

Ante esta situación deficiente, debido a los bajos rendimientos de maíz y deterioro del suelo el proyecto manejo sustentable de laderas (PMSL) propuso desarrollar el sistema milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), como una tecnología alternativa sustentable para la milpa en laderas abruptas, con la finalidad de lograr la seguridad alimentaria de las familias rurales mediante el mejoramiento del manejo de la milpa y controlar la erosión hídrica del suelo e incrementar de manera significativa el ingreso familiar a través del manejo adecuado de árboles de durazno. Para desarrollar el sistema MIAF se determinó que la prioridad fuera definir la fórmula de fertilización para maíz y frijol, y densidad de plantación de los árboles de durazno, manteniendo constantes la distancia entre las hileras de los árboles, poda, dosis, método y fecha de fertilización de los mismos, así como el control de malezas.

Una vez que los árboles de durazno empezaron a producir fruto, el rendimiento se fue incrementando de acuerdo a la edad del árbol, de tal manera que era posible alcanzar el rendimiento esperado de frutos por hectárea por año durante la vida productiva del árbol bajo el sistema MIAF, en el

cual la superficie ocupada por los árboles es de un tercio, ya que los dos tercios restantes están ocupados por maíz y frijol. Sin embargo, se observó que la calidad del fruto era variable, con una vida de anaquel corta que no corresponde a la variedad utilizada que es "Diamante". La dosis de fertilización empleada es similar para esta variedad en suelos con pendiente moderada (<20%).

El análisis foliar de árboles de durazno variedad Diamante en el sistema MIAF con aplicaciones de estiércol de equino (0 y 40 kg árbol) y fertilizados con 150-75-150 g de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, reportó que las concentraciones de N y K eran deficientes, y las de P, Fe, Mg, B, Cu, y Mn estaban en el intervalo óptimo (López, 2001). El análisis del fruto indicó que el contenido de sólidos solubles totales (SST) varió entre 12.4 y 14.2° Brix, y la firmeza de 1.6 a 2.20 kg cm⁻² y altos índices de saturación de color (Pinedo *et al.*, 2004), valores que son aceptables para la comercialización de fruta fresca. En suelos de ladera con pendientes abruptas, que es la condición de trabajo del PMSL, no se cuenta con este tipo de información que permite conocer si el árbol de durazno está nutrido de manera adecuada y con ellos producir frutos de buena calidad.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la condición nutricional del árbol de durazno variedad Diamante y la calidad del fruto que produce en función del nivel de fertilización de maíz y frijol, y densidad de plantación de árboles; considerando la posición de las ramas manejadas con el sistema MIAF. En laderas abruptas, se espera que la rama en posición aguas arriba de la hilera de los árboles, al estar conectada directamente con la porción de raíz que recibe una mayor cantidad de agua infiltrada con nutrientes adicionales aplicadas al maíz y frijol está en mejores condiciones de nutrición y por ende el fruto producido es de mejor calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos sitios experimentales establecidos en terrenos de productores cooperantes de la región Mazateca, del municipio San Jerónimo Tecoaatl, estado de Oaxaca. El primer sitio denominado "Centro de Salud" se localiza en la comunidad de San Jerónimo Tecoaatl. El clima es templado con una temperatura media anual de 17 °C y pendiente del terreno de 37%; el segundo sitio identificado como "Santa Catarina" pertenece a la comunidad del mismo nombre, el clima es subtropical, temperatura media anual de 19 °C y pendiente del terreno de 25%. La precipitación anual en ambos sitios es >2

000 mm. Los suelos son Feozem, Acrisol, Rendzina y Luvisol, con una profundidad >1.0 m (Vergara *et al.*, 2004), el pH varía de 5.1 a 5.7, el contenido de materia orgánica fluctúa de 2.53 a 4.10%, y la conductividad eléctrica es menor de 0.10 dS m⁻¹. En el sitio experimental “Centro de Salud” los árboles de durazno tenían seis años de edad, mientras que en “Santa Catarina” tenían cinco años. En ambos casos, la conducción y poda del árbol fue de acuerdo al sistema tatura modificado.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos se definieron con base en los factores densidad de plantación de árboles de durazno, nivel de fertilización para maíz y frijol, y posición de la rama del árbol, cada uno a dos niveles. Es decir, se tuvieron ocho tratamientos en arreglo factorial bajo el diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las densidades de plantación fueron 1 111 y 1 481 árboles ha⁻¹, las cuales se combinaron con dos niveles de fertilización, nivel bajo y nivel alto para maíz y frijol, y la posición de la rama aguas abajo y arriba respecto a la hilera de árboles (Figura 1). El nivel de fertilización bajo se basó en la fórmula 80-80-00 con 50 mil plantas ha⁻¹ para maíz y en la 40-40-00 con 120 mil plantas ha⁻¹ para frijol (kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O), respectivamente. Para el nivel de fertilización alto, las fórmulas base fueron 120-100-00-2000 con 65 mil plantas ha⁻¹ para maíz, y 60-60-0 con 160

mil plantas ha⁻¹ para frijol (kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O y gallinaza), respectivamente. El tamaño de la parcela experimental para cada tratamiento fue de 4.5 m de largo perpendicular a la pendiente por 9 m de ancho en el sentido de la pendiente. Para tener 1 111 y 1 481 árboles ha⁻¹, estos fueron plantados con una separación de 1.0 y 0.75 m en la hilera, respectivamente. En los tratamientos de 1 111 árboles ha⁻¹ se tuvieron cuatro árboles por parcela útil, mientras que con 1 481 árboles ha⁻¹, fueron seis árboles. Los niveles de fertilización con las densidades de plantación correspondiente para maíz y frijol se aplicaron en cuatro surcos localizados aguas arriba y cuatro surcos localizados aguas abajo de la franja ocupada por los árboles de durazno. La distancia entre surcos fue de 0.75 m.

La fertilización al árbol fue de 30g N, 15g P, 25g K, más 1 kg de gallinaza árbol⁻¹ año⁻¹, hasta el tercer año de edad y de ahí en adelante la dosis se mantuvo constante. Para 2005 la fertilización fue de 90-45-75 g de N, P y K, más 3 kg de gallinaza, por árbol. Un tercio de nitrógeno (30 g), más todo el fósforo y potasio se aplicaron en abril, y los 2/3 restantes de nitrógeno en septiembre. Las fuentes de fertilizantes utilizados fueron urea (46% N), superfosfato de calcio triple (46% P₂O₅) y KCl (60% de K₂O). En la hilera de los árboles, dentro de la franja ocupada por ellos se colocó el filtro de escurrimientos a base de rastrojo de maíz colocado horizontalmente, entrelazado

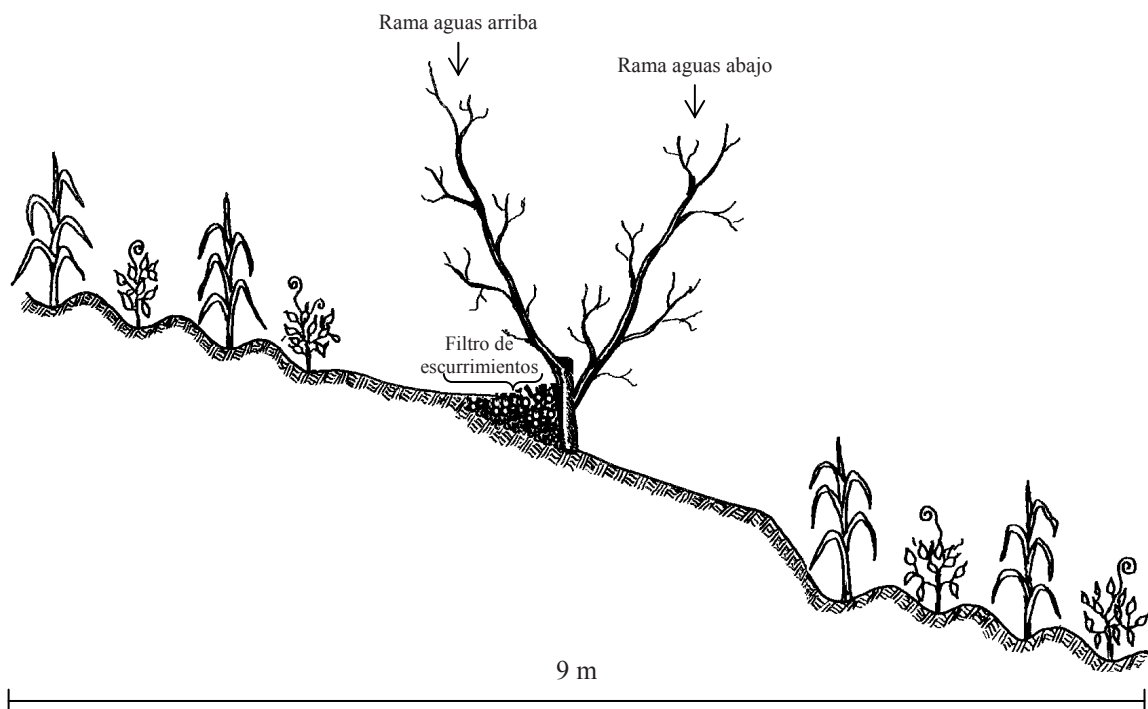


Figura 1. Diseño del sistema milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) en laderas abruptas.

y recargado en los troncos junto con los residuos de la poda de verano (junio) e invierno (diciembre).

El estado nutricional del árbol se evaluó mediante el análisis foliar, para lo cual se obtuvo una muestra de 60 hojas colectadas en la parte media de ramillas seleccionadas al azar, en ambas ramas del árbol (aguas arriba y aguas abajo). Las hojas se colectaron a los 100 días después de floración plena (DDFP) (abril 2005). Éstas se lavaron con agua potable, agua destilada y agua deionizada, se secaron a 70 °C durante 48 h, se molieron y se analizaron en laboratorio para determinar N, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu y B de acuerdo a la metodología descrita por Etchevers (1988).

Para determinar la calidad de fruto, se tomaron cinco frutos por tratamiento cortados en madurez fisiológica (mayo de 2005). La firmeza de la pulpa se midió con un puntal de 11 mm de diámetro, de acuerdo al método de Kader y Mitchel (1989). Los sólidos solubles totales se cuantificaron con un refractómetro digital, y el color externo del fruto se evaluó mediante un colorímetro por reflexión Hunter Lab de acuerdo a las metodologías de AOAC (1990) y Little (1975), respectivamente.

Para detectar diferencias entre tratamientos, se realizó un análisis de varianza combinado con el programa Statistical Analysis System (SAS, Institute, 2000) y la separación de medias con la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condición nutricional del árbol

En el sitio Santa Catarina, el análisis de varianza combinado indicó que sólo los nutrientes Mn y Zn fueron afectados significativamente; el primero por la interacción densidad de plantación x nivel de fertilización al maíz y frijol x posición de la rama del árbol (D x F x R), y el segundo x el nivel de fertilización de maíz y frijol (Cuadro 1).

El efecto de la interacción D x F x R indicó que con 1 481 árboles ha⁻¹, independientemente del nivel de fertilización aplicado al maíz y frijol en la rama aguas

Cuadro 1. Valores medios de concentración de macro y micronutrientes en hojas de duraznero “Diamante” afectados por la densidad de plantación (D), posición de la rama (R) y nivel de fertilización de maíz y frijol (F) colectadas a los 100 DDFP en el sitio experimental Santa Catarina, 2005.

Tratamiento			Concentración de nutrientes									
D ⁺	F	R	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	B
			(g kg ⁻¹)					(mg kg ⁻¹)				
1 111	Nivel bajo	Arriba	36.6	2.0	54.6	15	4.1	137.8	258.3	11.5	15.6	157.3
1 111	Nivel bajo	Abajo	38.3	1.8	52.6	13	4.1	127.0	195.0	11.1	14.5	157.7
1 111	Nivel alto	Arriba	46.1	1.7	49.4	12	4.1	120.6	284.3	10.6	16.3	160.3
1 111	Nivel alto	Abajo	36.6	1.8	51.5	13	4.0	128.5	175.5	11.3	16.5	182.7
1 481	Nivel bajo	Arriba	39.5	1.9	55.2	14	4.2	141.3	234.5	11.5	16.5	137.9
1 481	Nivel bajo	Abajo	39.7	1.8	58.1	17	4.3	164.6	321.3	11.3	18.5	155.6
1 481	Nivel alto	Arriba	40.7	1.8	54.7	12	4.3	157.5	333.5	12.6	17.3	154.7
1 481	Nivel alto	Abajo	41.2	1.8	53.6	13	4.3	58.1	248.0	11.5	19.3	168.6
Nivel óptimo			32	1-3	23	20	6.0	80-161	120	10	30	45
Significancia de las pruebas de F												
F			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
D x F x R			ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

D+= árboles ha⁻¹; Nivel bajo= 80-80-00 y 40-40-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; Alto= 120-100-00+2 toneladas de gallinaza y 60-60-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; *, ** Significativa a p= 0.05 y p= 0.01, respectivamente.

arriba, la concentración de Mn no presentó diferencias significativas. Sin embargo, con el nivel alto de fertilización la concentración de Mn disminuyó 99.34 mg kg⁻¹ en la rama aguas abajo, siendo el único tratamiento en presentar deficiencias; y hubo un ligero aumento con el nivel bajo de fertilización, estos resultados concuerdan con los reportados por López (2001), quien encontró que el Mn disminuyó 17% (13 mg kg⁻¹) en hojas de duraznero "Diamante" al recibir una aplicación adicional de 40 kg de estiércol de equino por árbol.

Respecto al Zinc, con el nivel de fertilización bajo la concentración en la hoja disminuyó en 2.29 mg kg⁻¹, esta reducción está relacionada con las dos toneladas de gallinaza que contiene el nivel alto de fertilización. Según Méndez (2004), la gallinaza contiene 60 mg kg⁻¹ de cobre. Moore (1983) indica que el cobre en altas cantidades inhibe fuertemente la absorción de zinc por las raíces, debido a que compiten por el mismo sitio de absorción, y Becerril (1991) menciona que los niveles de zinc son bajos cuando el nitrógeno alcanza concentraciones muy altas, como ocurrió en este estudio.

En el sitio experimental Centro de Salud, el Mg y Cu presentaron diferencias significativas. El primero debido al efecto de la densidad de plantación (D) y la interacción nivel de fertilización al maíz y frijol x posición de la rama del árbol (F x R); que también fue significativa para el Cu (Cuadro 2).

Para el caso de Mg, la concentración con 1 111 árboles ha⁻¹ fue de 4.29 g kg⁻¹ y con 1 481 árboles ha⁻¹ disminuyó a 4.18 g kg⁻¹. Esta diferencia puede estar relacionada a una competencia entre las raíces en un menor espacio de exploración para cada árbol. López (2001) encontró valores bajos de Mg en espolones de ciruelo plantados en densidades altas (1 333 árboles ha⁻¹), la concentración se abatió por la extracción que hacen los frutos. En general, la concentración de Mg fue deficiente para todos los tratamientos.

La concentración de Mg de acuerdo a la interacción (F x R) en la rama aguas arriba fue similar, sin embargo hubo diferencias en la rama aguas abajo, debido al nivel de fertilización a maíz y frijol. El nivel alto de fertilización ocasionó una disminución a 4.1 mg kg⁻¹. El suelo *per se* es

Cuadro 2. Valores medios de concentración de macro y micronutrientes en hojas de duraznero "Diamante" afectados por la densidad de plantación (D), posición de la rama (R) y nivel de fertilización de maíz y frijol (F) colectadas a los 100 DDFP en el sitio experimental Centro de Salud, 2005.

Tratamiento			Concentración de nutrientes									
D+	F	R	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	B
			(g kg ⁻¹)					(-mg kg ⁻¹)				
1 111	Nivel bajo	Arriba	43.8	1.9	57.0	15.7	4.3	77.1	201.3	10.5	14.0	156.3
1 111	Nivel bajo	Abajo	40.2	1.9	53.4	16.8	4.3	121.3	357	10.8	14.5	165.9
1 111	Nivel alto	Arriba	33.0	2.1	51.9	16.6	4.3	79.8	398	9.0	11.8	143.3
1 111	Nivel alto	Abajo	40.2	1.9	57.8	14.0	4.2	98.1	389	10.7	12.5	162.9
1 481	Nivel bajo	Arriba	39.2	1.9	56.8	14.9	4.1	402.8	362	9.6	11.8	155.4
1 481	Nivel bajo	Abajo	39.5	1.9	54.2	15.3	4.3	73.1	193.8	9.0	12.0	148.9
1 481	Nivel alto	Arriba	37.8	1.8	57.5	14.1	4.1	89.5	156.3	9.8	12.7	158.2
1 481	Nivel alto	Abajo	38.8	1.8	53.7	14.0	4.1	76.8	311.5	11.7	13.3	179.3
Nivel óptimo			32	1-3	23	20	6	80-161	120	10	30	45
Significancia de las pruebas de F												
F			ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
D x F x R			ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

D+= árboles ha⁻¹; Nivel bajo= 80-80-00 y 40-40-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; Alto= 120-100-00+2 toneladas de gallinaza y 60-60-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; *, ** Significativa a p= 0.05 y p= 0.01, respectivamente.

pobre en el contenido de Mg, independientemente del nivel de fertilización aplicado al maíz y frijol.

Respecto a la concentración de Cu, el efecto de la interacción (F x R) indicó que con el nivel bajo de fertilización no mostró diferencias significativas en ninguna de las ramas del árbol. Sin embargo el nivel alto de fertilización ocasionó un incremento en la concentración de Cu en 1.75 mg kg⁻¹ en la rama aguas abajo respecto a la rama aguas arriba.

Respecto al efecto de la densidad de plantación en la concentración de Cu, los resultados muestran que con la densidad de plantación alta disminuyó la concentración presentando niveles de deficiencias (Cuadro 2). Becerril (1999) refiere que el suministro de Cu es bajo con fuertes aplicaciones de N, en este estudio con la mayor densidad de plantación se aplicó más nitrógeno.

En ambos sitios se observó altas concentraciones de N en las hojas, de acuerdo a la tabla de referencia de Faust (1989). Este resultado pudo estar relacionado con la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, aporte de los fertilizantes aplicados a maíz y frijol, descomposición del filtro de escurrimiento y la movilidad

del N en el suelo; se puede inferir que la dosis de N aplicada a los árboles es alta, por lo que sería conveniente reducir la cantidad de fertilizante nitrogenado. En campo se tuvo un crecimiento vigoroso de los brotes anuales de más de 60 cm de longitud y esto sucede cuando los árboles reciben dosis altas de N. El nitrógeno es muy móvil en el suelo por lo tanto se puede deducir que la dosis de N aplicado a los árboles es alta.

El contenido de P en el suelo y en las hojas estuvo en su intervalo óptimo, aún siendo suelos ácidos, donde el fósforo está menos disponible. Esto debido a la aplicación de la gallinaza que es una fuente de P, a diferencia del N, la cantidad de P con el fertilizante mineral aplicado al árbol más la adición de la gallinaza, es la adecuada.

Calidad del fruto

En la calidad del fruto, se presentaron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles totales y en el índice de saturación en el sitio experimental Santa Catarina y Centro de Salud, respectivamente, ambos debido al efecto de la densidad de plantación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características de color, firmeza y sólidos solubles totales en frutos de durazno afectados por la densidad de plantación (D), posición de la rama (R) y nivel de fertilización de maíz y frijol (F) cortados en madurez fisiológica, en los sitios experimentales Santa Catarina y Centro de Salud, 2005.

Tratamiento			Sitio Santa Catarina				Sitio Centro de Salud			
D+	F	R	Color		Firmeza (kg cm ⁻²)	SST (°Brix)	Color		Firmeza (kg cm ⁻²)	SST (°Brix)
			L	° Hue			L	° Hue		
1 111	Nivel bajo	Arriba	27.9	83.6	0.53	11.03	28.1	81.2	0.49	13.20
1 111	Nivel bajo	Abajo	28.1	76.5	0.47	11.63	27.9	81.3	0.40	12.10
1 111	Nivel alto	Arriba	27.1	78.5	0.58	11.20	28.0	80.3	0.40	11.76
1 111	Nivel alto	Abajo	27.0	81.4	0.62	11.46	27.9	77.4	0.45	11.50
1 481	Nivel bajo	Arriba	27.7	82.2	0.57	10.73	28.7	82.3	0.42	11.66
1 481	Nivel bajo	Abajo	27.6	78.1	0.57	10.43	28.6	80.4	0.36	12.63
1 481	Nivel alto	Arriba	27.2	71.4	0.57	10.76	28.5	83.2	0.34	12.60
1 481	Nivel alto	Abajo	27.6	82.1	0.59	10.93	29.4	71.3	0.34	11.73
Significancia de las pruebas de F										
D			ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns

D+= árboles ha⁻¹; Nivel Bajo= 80-80-00 y 40-40-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; Alto= 120-100-00+2 toneladas de gallinaza y 60-60-00 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O; Índice de color o °Hue= tan⁻¹ (b/a); Índice de saturación (L)= (a² + b²)^{1/2}; *, ** Significativa a p= 0.05 y p= 0.01, respectivamente.

Sólidos solubles totales (SST)

En el sitio Centro de Salud el contenido de SST varió de 11.73 a 13.20 °Brix, no presentando efectos significativos. En términos de comercialización de fruta fresca este contenido de SST es aceptable. Para el sitio Santa Catarina, al incrementar la densidad de plantación el contenido de SST disminuyó, presentando un contenido de 11.33 y 10.71 °Brix para 1 111 y 1 481 árboles ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los presentados por Pinedo *et al.* (2004), con una densidad de 333 árboles ha⁻¹ los frutos observaron un mayor contenido de SST, con 14.20 ° Brix manejados en el sistema MIAF, estos valores están en el intervalo óptimo para frutos cortados en madurez fisiológica según Kader y Mitchell (1989).

Firmeza

La firmeza del fruto osciló entre 0.47 - 0.62 y 0.34 - 0.45 kg cm⁻² no presentando diferencias significativas entre tratamientos en ambos sitios experimentales. Pinedo *et al.* (2004) encontraron en el sistema MIAF, que el fruto de durazno variedad "Diamante" presentó una firmeza de 2.20 kg cm⁻² aplicando la menor densidad de plantación (333 árboles ha⁻¹), con aplicación de estiércol (40 kg árbol⁻¹ año⁻¹) y con aplicación de riego de auxilio (240 L árbol⁻¹ año⁻¹). El durazno "Diamante" se caracteriza por presentar deficiencias en la forma y poca firmeza del fruto (Espíndola y Muñoz, 2001).

La poca firmeza en el fruto está relacionado a una concentración alta de N en el fruto, donde se tuvieron valores de 22.0 - 55.0 g kg⁻¹, en donde los niveles óptimos están entre 10.0 - 15 g kg⁻¹ en base a materia seca. Ante esta situación se hace indispensable revisar la cantidad de N aplicado al árbol en forma de fertilizante mineral, debido a que se tienen cantidades adicionales aportadas por la descomposición del filtro de escurrimientos y la dosis aplicada al maíz y frijol.

Color

Las características en color del fruto, en el sitio experimental Santa Catarina indicó que los valores de índice de color y el índice de saturación oscilaron entre 71.42 - 83.59 y de 27.04 - 28.1, respectivamente, no presentaron diferencias significativas a los tratamientos aplicados.

Para el sitio experimental Centro de Salud no se tuvo efecto de los tratamientos en el índice de color y los valores estuvieron

71.32 y 83.24. Respecto al índice de saturación, éste respondió a la densidad de plantación, con 1 111 árboles ha⁻¹ fue 28.0 y con 1 481 árboles ha⁻¹ fue 28.7, representando un 3% más de intensidad de color en los frutos con la densidad que presentó un mayor número de árboles por ha. Estos datos confirman los resultados presentados por Pinedo *et al.* (2004), en donde se encontró que los frutos con valores más altos de saturación (28.93) fueron los que se encontraban en el tratamiento con una densidad de plantación alta.

Según Hernández (2000), usando una fórmula 150 - 150 - 80 de N, P y K más aplicaciones foliares se incrementó el color de fondo del fruto y se redujo la tonalidad verde debido al potasio aplicado. Suárez (1999) reporta que el índice de color en frutos de plátano se incrementó a medida que se aumentó la dosis de nitrógeno.

CONCLUSIONES

Los árboles presentaron un desbalance nutrimental en ambos sitios experimentales, independientemente del nivel de fertilización aplicado, debiendo revisar la cantidad de N aplicado a los árboles, por las altas concentraciones que se presentaron en hojas.

El sitio experimental Centro de Salud, en términos comparativos presentó mejores características en cuanto al contenido de sólidos solubles totales e índices de saturación y color, sin embargo, el sitio Santa Catarina tuvo frutos con mayor firmeza, no obstante estos valores son bajos en ambos sitios experimentales, lo que reduce su período de comercialización.

La concentración de fósforo en las hojas estuvo en el intervalo óptimo en todos los tratamientos para ambos sitios experimentales, no obstante que es un elemento poco disponible en suelos ácidos.

La cantidad de N aplicado a los árboles se debe disminuir debido a los efectos adversos en la firmeza del fruto.

LITERATURA CITADA

- Oficial Methods of Analysis (AOAC). 1990. 13th. Edition association of official agricultural chemist. Washington, D. C. USA. 1023 p.
- Becerril, R. E. 1991. Nutrición del durazno: *In*: Curso teórico-práctico del cultivo del durazno. Universidad Michoacana, Colegio de Postgraduados, Instituto

- Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura (FIRA) y asociación de productores de durazno del estado de Michoacán, Uruapan, Michoacán, México. p. 76-89.
- Cortés, F. J. I.; Turrent, F. A.; Vargas, D. P. A.; Hernández, R. E.; Mejía, A. H.; Mendoza, R. R.; Ramos, S. A. y Aceves, R. E. Informe 2001. Subproyecto tecnologías alternativas sustentables. Proyecto manejo sustentable de laderas. Gobierno del estado de Oaxaca, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Global environment facility, El Banco Mundial, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. México. Disponible en: http://www.colpos.mx/proy_rel/ladera/Subproyecto_C.htm.
- Cruz, L. A.; Martínez, T. y Omaña J. M. 2005. Fuentes de fuerza, diversidad tecnológica y rentabilidad de la producción de maíz en México. *Ciencia ergo sum (México)* 11(3): 275 - 283.
- Espíndola, B. M. C y Muñoz P. R. B. 2002. Guía técnica para la producción de durazno en la region sur del estado de México. Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Estado de México. 32 p.
- Etchevers, B. J. D. 1988. Diagnóstico de la fertilidad del suelo. Colegio de Postgraduados. Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agropecuario, Forestal y Agrícola del Sureste. (CEICADES), Cárdenas, Tabasco. p. 180-196.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. John Wiley & Sons. New York, USA. 338 p.
- Hernández, F. A. D.; Colinas, L. M. T. and Pinedo, E. J. M. 2004. Effect of fertilization on the concentration of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and phenylalanine Ammonio-Lyase activity in fruit of "Zacatecas"-type peach (*Prunus persica* (L) Batsch). *Acta Horticulturae* 636:521-526.
- Kader, A. A. and Mitchell, F. G. 1989. Maturity and quality. *In: Peaches, plum and nectarines. Growing and handling for fresh market*. LaRue, J. H. and Johnson R, S. (eds). University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. USA. p. 191-196.
- Little, A. C. 1975. Off on a tangent. *Journal of Food Science*. USA. 40:410-411.
- López, A. H. 2001. Efecto de cuatro factores de la producción en la fertilidad del suelo, crecimiento. Composición mineral y rendimiento del duraznero, intercalado en maíz y frijol en suelos de humedad residual. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 88 p.
- López, J. A. 2001. Fisiología, nutrición y producción del ciruelo en función del tipo de coberteras orgánicas en suelos con pH alcalino. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 112 p.
- Méndez, G.; Ríos, A. L.; Combellas, J. B.; Colmenares, O. y Álvarez, Z. R. 2004. Efecto del nivel de gallinaza sobre el consumo de dietas completas para ovinos estabulados en etapa de crecimiento. *Zootecnia Tropical* 22(1):1-13.
- Moore, D. P. 1983. Mecanismos de captación de micronutrientes por las plantas, 187-209. *In: Micronutrientes en agricultura*. Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M.; y Lindsay, W. L. (eds). AGT Editor, S. A. México, D. F.
- Pinedo, E. J. M.; Cortés, F. J. I.; Colinas, L. M. T.; Turrent, F. A.; Alcazar, G.; Rodríguez, A. J.; Livera, M. y Hernández, F. A. D. 2004. Calidad del fruto de durazno 'diamante' y 'cp-88-8' intercalados en maíz y frijol. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2):211-218.
- Statistical Analysis Systems Institute (SAS) Institute Inc. 2000. *SAS/STAT User's guide, Volume 2, Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
- Suárez, L. J. F. 1999. Estado nutrimental de la planta y calidad del fruto de plátano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 105 p.
- Vergara, S. M. A.; Etchevers, B. J. D. y Vargas, H. M. 2004. Variabilidad del carbono orgánico en suelos de ladera del sureste de México. *Terra Latinoamericana* 22(3):359-367.