



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“EFECTO DE NPK EN LA PRODUCCIÓN DE *Citrus aurantifolia*
Swingle V. SUTIL EN LA ZONA DE SINCHAL - BARCELONA,
CANTÓN SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

LIGIA ARACELI SOLÍS LUCAS
MARÍA EUGENIA TOMALÁ CARVAJAL

LA LIBERTAD – ECUADOR

2010

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“EFECTO DE NPK EN LA PRODUCCIÓN DE *Citrus aurantifolia*
Swingle V. SUTIL EN LA ZONA DE SINCHAL - BARCELONA,
CANTÓN SANTA ELENA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

LIGIA ARACELI SOLÍS LUCAS
MARÍA EUGENIA TOMALÁ CARVAJAL

LA LIBERTAD-ECUADOR

2010

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Orrala Borbor
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ángel León Mejía
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Andrés Drouet Candell
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Abg. Milton Zambrano
SECRETARIO GENERAL

DEDICATORIA

a:

Valentín

Mi familia

Mis amigos

Los citricultores de Sinchal

La mujer y al hombre del agro

Ligia Araceli Solís Lucas

AGRADECIMIENTO

*“Doy gracias al Señor de todo corazón.
Él es mi fuerza y mi escudo; mi corazón confiaba en él y me socorrió;
por eso se alegra y le canta agradecido” (Salm. 27,137)*

Araceli Solís Lucas

AGRADECIMIENTO

A Dios, infinito amor.

A la Universidad y su representante, Ing. Jimmy Candell Soto Rector.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y al Ing. Msc. Antonio Mora A., Decano.

Al Ing. Agr. Msc. Néstor Orrala Borbor, Director de CEPIAC, Centro de Prácticas, Producción e Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, más que profesor, amigo; gracias por la confianza y paciencia, maestro de maestros.

A mis queridos profesores Ing. Ángel León, Ing. Néstor Acosta, Blgo. Javier Soto, Ing. Giniva Guiracocha, Ing. Andrés Drouet, Ing. Fabricio Tamayo, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias de sus vidas.

A La Fundación Santa María Del Fiat y sus representantes, Padre Othmar Staely y Gabriela Bloklinger.

A mis compañeros de estudios, especialmente a mi compañera de tesis, amiga incondicional Araceli Solís Lucas.

María Tomalá Carvajal

DEDICATORIA

Con mucho amor a Dios, por ser guía principal, por ser la Luz en el camino de Mi vida.

A mis amados padres, hermanos y hermanas.

Modesto Tomalá Tomalá, por sus sabios consejos, por creer en mí (Amigo fiel).

Amalia Carvajal Yagual, por la paciencia y confianza.

A Julio, Ángel, José, Pedro, Mario, Cecilia y Tatiana Tomalá Carvajal, por ser mis compañeros en la lucha de la vida.

Fiel testigo de los últimos años de mi carrera, pilar principal para convertir mis sueños en realidad, a José Roberto Barreno Coba.

María Eugenia Tomalá Carvajal

Por ser una investigación emprendida por el Centro de Práctica, Producción e Investigación Académica y Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias, el presente trabajo es responsabilidad de los autores y la propiedad intelectual del referido Centro y por ende de la Universidad Estatal Península de Santa Elena

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.1 Objetivos Específicos	4
1.4 Hipótesis	4
2 Revisión de literatura	5
2.1 Efecto de los elementos nutrimentales en la producción de limón criollo	5
2.1.1 Nitrógeno (N)	6
2.1.2 Fósforo (P)	7
2.1.3 Potasio (K)	8
2.1.4 Magnesio (Mg)	9
2.1.5 Calcio (Ca)	9
2.1.6 Zinc (Zn)	10
2.1.7 Hierro (Fe)	11
2.1.8 Cobre (Cu)	11
2.1.9 Boro (B)	12
2.1.10 Azufre (S)	13
2.1.11 Manganeso (Mn)	13
2.1.12 Molibdeno (Mo)	13
2.2 Fertilización	14
2.3 Calidad de las frutas cítricas	22
3 Materiales y métodos	31
3.1 Localización y descripción del lugar de ensayo	31
3.2 Características agroquímicas del suelo	31
3.3 Materiales y equipos	32

3.4	Material biológico	34
3.5	Tratamientos y diseño experimental	34
3.6	Delineamiento experimental	36
3.6.1	Diagrama de la parcela y del experimento	36
3.7	Dosificación de fertilizantes utilizados	36
3.8	Manejo del experimento	36
3.8.1	Preparación del terreno	36
3.8.2	Riego	39
3.8.3	Control de malezas	40
3.8.4	Control fitosanitario	40
3.8.5	Cosecha	40
3.9	Variables experimentales	40
3.9.1	De producción	41
3.9.1.1	Diámetro del fruto	41
3.9.1.2	Peso del fruto	41
3.9.1.3	Grosor de la cáscara	41
3.9.1.4	Número de frutos comerciales por árbol	41
3.9.1.5	Rendimiento por hectárea	41
3.9.2	Variables de calidad en el laboratorio de post-cosecha	41
3.9.2.1	Sólidos solubles totales (Grados Brix)	42
3.9.2.2	Porcentaje de acidez titulable	42
3.9.2.3	Índice de madurez	43
3.9.2.4	Porcentaje de jugo	43
3.9.2.5	pH	43
3.9.3	Análisis económico	43
4	Resultados y Discusión	44
4.1	Resultados	44
4.1.1	Variables agronómicas	44
4.1.1.1	Diámetro del fruto	44
4.1.1.2	Peso del fruto	45
4.1.1.3	Grosor de la cáscara	47

4.1.1.4	Número de frutos por plantas	48
4.1.1.5	Rendimiento kg/planta	49
4.1.2	Variables de calidad postcosecha	49
4.1.2.1	Porcentaje de jugo	49
4.1.2.2	Grados Brix	51
4.1.2.3	pH	52
4.1.2.4	Acidez titulable	52
4.1.2.5	Índice de madurez	54
4.1.3	Análisis económico	55
4.2	Discusión	62
	Conclusiones y Recomendaciones	64
	Bibliografía	66
	Anexos	74

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Claves para la identificación de deficiencias minerales en los cítricos	15
Cuadro 2 Necesidades nutritivas	17
Cuadro 3 Sugerencias para fertilizar cítricos	18
Cuadro 4 Plan de fertilización de acuerdo con la edad de las plantas	18
Cuadro 5 Época de aplicación de los fertilizantes de acuerdo con la edad de las plantas	19
Cuadro 6 Remoción de nutrientes 30 t, kg/ha, cítricos	20
Cuadro 7 Rendimiento de fruta de limón criollo	21
Cuadro 8 Extracción de macronutrientes (g/t/fruta fresca)	22
Cuadro 9 Extracción de micronutrientes (g/t/fruta fresca)	22
Cuadro 10 Composición química aproximada del limón criollo, (100 g de parte comestible)	24
Cuadro 11 Efecto del tratamiento con diferentes reguladores de crecimiento en la calidad de frutos de limón mexicano un día después de cosecha	26
Cuadro 12 Factor para clasificar al limón criollo por grados de calidad	26
Cuadro 13 Características generales de limón sutil	27
Cuadro 14 Respuesta del limón criollo a fuentes y dosis de fertilización nitrogenada	28
Cuadro 15 Calidad de fruto de limón en dos sitios con diferentes profundidades de suelo	29
Cuadro 16 Tratamientos, gramos/planta/año	34
Cuadro 17 Dosis gramos/planta/ciclo	35
Cuadro 18 Grados de libertad del experimento	35
Cuadro 19 Dosis fertilizantes comerciales, gramos/planta/primer ciclo	38
Cuadro 20 Dosis fertilizantes comerciales, gramos/planta/segundo ciclo	38
Cuadro 21 Frecuencia de riego de abril a diciembre de 2009	39

Cuadro 22	Control fitosanitario	40
Cuadro 23	Comparación de medias, diámetro del fruto, períodos I, II (cm).	44
Cuadro 24	Valor t, dos periodos, diámetro del fruto, cm.	45
Cuadro 25	Comparación de medias, peso del fruto períodos I, II (g).	46
Cuadro 26	Valor t, dos periodos, peso del fruto, g.	46
Cuadro 27	Comparación de medias, grosor de la cáscara del fruto, períodos I, II (mm).	47
Cuadro 28	Valor t, dos periodos, grosor de la cascara, mm.	48
Cuadro 29	Comparación de medias, número de frutos por planta, un solo periodo	48
Cuadro 30	Comparación de medias, rendimiento kg/planta	49
Cuadro 31	Comparación de medias, porcentaje de jugo, períodos I, II	50
Cuadro 32	Valor t, dos periodos, porcentaje jugo	50
Cuadro 33	Comparación de medias, grados Brix, dos periodos,	51
Cuadro 34	Valor t, dos periodos, grados Brix	51
Cuadro 35	Comparación de medias, pH	52
Cuadro 36	Comparación de medias, acidez titulable, periodos I, II. %	53
Cuadro 37	Valor t, dos periodos, acidez titulable, %.	53
Cuadro 38	Comparación de medias, índice de madurez, periodos I, II.	54
Cuadro 39	Valor t, dos periodos, índice de madurez.	55
Cuadro 40	Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares	56
Cuadro 41	Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares	57
Cuadro 42	Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona	57

	Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares	
Cuadro 43	Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares	58
Cuadro 44	Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares	59
Cuadro 45	Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares	59
Cuadro 46	Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares	60
Cuadro 47	Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares	61
Cuadro 48	Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares	61

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Extracción de macronutrientes	6
Figura 2	Disposición de los tratamientos en el lote experimental	37

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

- Cuadro 1A Promedios diámetro del fruto, (cm) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.
- Cuadro 2A Promedios diámetro del fruto, (cm) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 31 diciembre 2009.
- Cuadro 3A Promedios peso del fruto, (g) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.
- Cuadro 4A Promedios peso del fruto, (g) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 31 diciembre 2009.
- Cuadro 5A Promedios grosor de la cáscara del fruto, (mm) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.
- Cuadro 6A Promedios grosor de la cáscara del fruto, (mm) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.
- Cuadro 7A Promedios número de frutos por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre - diciembre 2009.
- Cuadro 8A Promedios rendimiento (kg) por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre - diciembre 2009.
- Cuadro 9A Promedios porcentaje de jugo, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.
- Cuadro 10A Promedios porcentaje de jugo, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona

Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

- Cuadro 11A Promedios grados Brix, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.
- Cuadro 12A Promedios grados Brix, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.
- Cuadro 13A Promedios pH. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.
- Cuadro 14A Promedios acidez titulable, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.
- Cuadro 15A Promedios acidez titulable, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.
- Cuadro 16A Promedios índice de madurez, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.
- Cuadro 17A Promedios índice de madurez, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.
- Cuadro 18A Análisis de la varianza, diámetro del fruto, I periodo.
- Cuadro 19A Análisis de la varianza diámetro del fruto, II periodo.
- Cuadro 20A Análisis de la varianza, peso del fruto, I periodo.
- Cuadro 21A Análisis de la varianza peso del fruto, II periodo.
- Cuadro 22A Análisis de la varianza, grosor de la cáscara del fruto, I período.
- Cuadro 23A Análisis de la varianza, grosor de la cáscara del fruto, II período.
- Cuadro 24A Análisis de la varianza, número de frutos por planta, un solo periodo.

- Cuadro 25A Análisis de la varianza, rendimiento (kg/ha).
- Cuadro 26A Análisis de la varianza, porcentaje de jugo, I periodo.
- Cuadro 27A Análisis de la varianza, porcentaje de jugo, II periodo.
- Cuadro 28A Análisis de la varianza, grados Brix, I periodo.
- Cuadro 29A Análisis de la varianza, grados Brix, II periodo.
- Cuadro 30A Análisis de la varianza, pH.
- Cuadro 31A Análisis de la varianza, Acidez titulable, I periodo.
- Cuadro 32A Análisis de la varianza, Acidez titulable, II periodo.
- Cuadro 33A Análisis de la varianza, Índice de madurez, I periodo.
- Cuadro 34A Análisis de la varianza, Índice de madurez, II periodo.
- Cuadro 35A Reporte Análisis de suelo.
- Cuadro 36A Determinación de salinidad de extracto da pasta de suelo.
- Figura 1A Vista general del campo de experimental.
- Figura 2A Materiales utilizados en el campo.
- Figura 3A Riego por gravedad y fertilización en la plantación de limón.
- Figura 4A Fertilizante en el campo.
- Figura 5A Presencia de insectos benéficos en la plantación. (*Chrisoperla spp*,
Elasmus tischeriae)
- Figura 6A Efecto de pulgones en las hojas del limón.
- Figura 7A Deficiencia de manganeso en el cultivo de cítrico.
- Figura 8A Deficiencia de nitrógeno en el cultivo de cítrico.
- Figura 9A Deficiencia de hierro y zinc en el cultivo de cítrico.
- Figura 10A Distancia de siembra.
- Figura 11A Crecimiento de brotes nuevos.
- Figura 12A Floración del limón.
- Figura 13A Cuajado del fruto.
- Figura 14A Frutos listos para ser cosechados.
- Figura 15A Cosecha del limón.
- Figura 16A Recolección y ensacado del fruto.
- Figura 17A Comercialización del producto.
- Figura 18A Análisis de laboratorio.

- Figura 19A Pesado del fruto y medición de grados Brix.
- Figura 20A Análisis de acidez titulable, cantidad de jugo.
- Figura 21A Medición de pH en el laboratorio.
- Figura 22A Reactivos de laboratorio.
- Figura 23A Día de campo para citricultores, tesis de limón.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Los cítricos ocupan el primer lugar de la producción de frutos a nivel mundial. De acuerdo a investigaciones de la FAO la producción mundial de limas y limones en el año 2001 fue 10,9 millones de toneladas. Los principales productores son México (14 %), India (13 %), Argentina (11 %), España (9 %), Estados Unidos (8 %), Irán (8 %) e Italia (5 %). Se exportaron 1,6 millones de toneladas de limas y limones en el año 2000, 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 %). En el año 2001, Ecuador logró exportar más de 9 000 t.

En Ecuador se cultivan limones "sutil" y "Tahití (desde el punto de vista botánico, en realidad son limas) para el consumo local y exportación, respectivamente. Según el Censo Agropecuario 2000, entre ambos existían 4 405 ha, en monocultivo, en 3 257 unidades de producción agropecuarias (UPAs), principalmente en las provincias de Pichincha, Manabí y Guayas; en las dos últimas se concentra la producción de limón Tahití, en un 60 % asociada con otros cultivos.

EL COMERCIO citado por ATCITRUS (2006, en línea), manifiesta que de las 350 hectáreas de cultivos de limón sutil en la frontera orense, al igual que las 1 200 ha sembradas en Portoviejo y Santa Ana, en Manabí, la zona de mayor producción del cítrico, no más del 6 % de las plantaciones están tecnificadas.

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Portoviejo, esta puede ser la razón de que los intentos por exportar la variedad 'criolla' del cítrico -conocida como sutil ó lima mexicana- no ha tenido éxito. Datos del BANCO

CENTRAL señalan que hasta abril del 2008 se habían exportado sólo 11 000 kilos de limón (no detalla si la fruta salió procesada o fresca). En el 2005 se exportó más, unos 102 760 kilos, casi en su totalidad a Estados Unidos y durante el 2004, apenas 21 000 kilos.

El factor riego eleva el costo de producción de limón, y también el hecho de que, como con cualquier otro cítrico de temporada, el precio del limón de igual manera varía según la oferta. En enero –en lo más alto de la cosecha- el valor de la malla (saco con alrededor de 1 200 unidades) cae a cuatro dólares. Sin embargo cuando escasea en la frontera, se paga hasta 12 dólares la malla más pequeña, de mil unidades.

En la provincia de Santa Elena, el fenómeno de El Niño de 1982, destruyó todas las plantaciones citrícolas existentes en la parte norte. Al ser, la actividad citrícola un medio de subsistencia, los campesinos volvieron a sembrar, principalmente limón criollo.

Un estudio agro socioeconómico realizado por la Universidad Estatal Península de Santa Elena determinó que en la zona de influencia del río Valdivia, (parroquias Manglaralto y Colonche, respectivamente) hay actualmente 130 ha de limón criollo, distribuidas en unidades de producción agropecuarias desde 0,6 a 10 ha, injertadas por lo general sobre limón rugoso.

La mayoría de los citricultores no reciben asistencia técnica de ninguna institución pública o privada y el manejo de las plantaciones es de carácter artesanal. Los rendimientos son deficientes y están muy por debajo de su potencial de producción.

Siguiendo paquetes tecnológicos adecuados para la zona del valle del río Valdivia, se puede dejar atrás estas condiciones artesanales. Aumentar la producción es posible debido a la mayor actividad fisiológica de los cítricos durante el año, lo

cual permite tener al mismo tiempo flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo, a diferencia de las zonas subtropicales donde hay un periodo de descanso y la producción es estacionaria.

La literatura científica manifiesta, en general, que los cítricos necesitan como promedio 100 g de nitrógeno, 50 g de fósforo y 100 g de potasio por planta y por año. Estas cantidades de elementos nutritivos son referenciales; en Ecuador, concretamente en la provincia de Santa Elena, poco o nada es la información técnica que se encuentra, por lo que es importante investigar la influencia de varias dosis de fertilizantes en la producción anual de *Citrus aurantifolia* v. sutil.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Conociendo que los cítricos ocupan un sitio importante como rubro dentro de la economía de la península de Santa Elena, es imprescindible aprovechar las ventajas comparativas, incrementando la infraestructura y tecnologías de producción, además del manejo postcosecha.

La fertilización es uno de los componentes más importantes dentro del esquema productivo del cultivo de cítricos; del grado de conocimiento y experiencia de ésta, dependerá el éxito que se obtenga, más aún si es un cultivo a largo plazo.

Por lo tanto, esta investigación pretende determinar la dosis más adecuada de nitrógeno, fósforo y potasio; si los resultados son satisfactorios, serán transferidos a los citricultores del valle del río Valdivia y así, la universidad estará cumpliendo con el noble objetivo de buscar soluciones a los problemas del país, mediante la investigación científica. Además, se espera que el presente trabajo sirva como guía o material de consulta para estudiantes y productores agrícolas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona de Sinchal-Barcelona, cantón Santa Elena.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la dosis óptima de fertilizantes en la producción de limón sutil.
2. Determinar las principales características agronómicas y las propiedades físicas químicas de los frutos en cada uno de los tratamientos.
3. Realizar un análisis económico de los tratamientos, según metodología del CIMMYT.

1.4 HIPÓTESIS

Las diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio no difieren en el rendimiento.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EFECTO DE LOS ELEMENTOS NUTRIMENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE LIMÓN CRIOLLO

Los cítricos absorben nutrientes durante todo el año, pero la absorción es más acentuada durante las etapas de floración y formación de la fruta. El calcio (Ca) es el elemento más abundante en las partes vegetativas de la planta, seguido por el nitrógeno (N), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y fósforo (P). Sin embargo, el N y el K son los más abundantes en el fruto. Cerca del 30 % del N total en la planta y el 70 % del K se localizan en el fruto (MOLINA E. s.f., en línea).

UEXKULL (1955) citado por MORÍN L., CH. (s.f) coincide con el autor anterior y manifiesta que el consumo de elementos es más intenso durante el período de floración, cuando se forman nuevas hojas y nuevos brotes; al norte de Ecuador, los períodos de mayor necesidad de elementos nutritivos caen en los meses de marzo a abril y de julio a septiembre.

Los cítricos requieren un adecuado y balanceado nivel de nutrimentos a su disposición para expresar el potencial genético de producción de frutos de manera abundante y con excelente calidad (AVILÁN L. y RENGIFO C. 1998).

AMORTEGUI I. (2001, en línea) señala el orden en importancia de los elementos nutritivos: nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio, calcio, zinc, boro, azufre, hierro, manganeso, cobre y molibdeno.

YARA/KYNOCH citado por BRAVO A., M (2008), muestra en la figura 1, la dinámica de absorción de los nutrientes (kg/ha/día) en las diferentes fases de desarrollo del fruto. Determina que absorbe mayor cantidad de nitrógeno en la fase de engorde; mientras que el potasio es necesario desde el llenado hasta la

maduración del fruto; el calcio en menor cantidad, es tomado durante el engorde; la mayor necesidad de fósforo se realiza en las fases de engorde y maduración; el magnesio es mayormente absorbido en la mitad de la fase de engorde hasta la mitad de la fase de maduración.

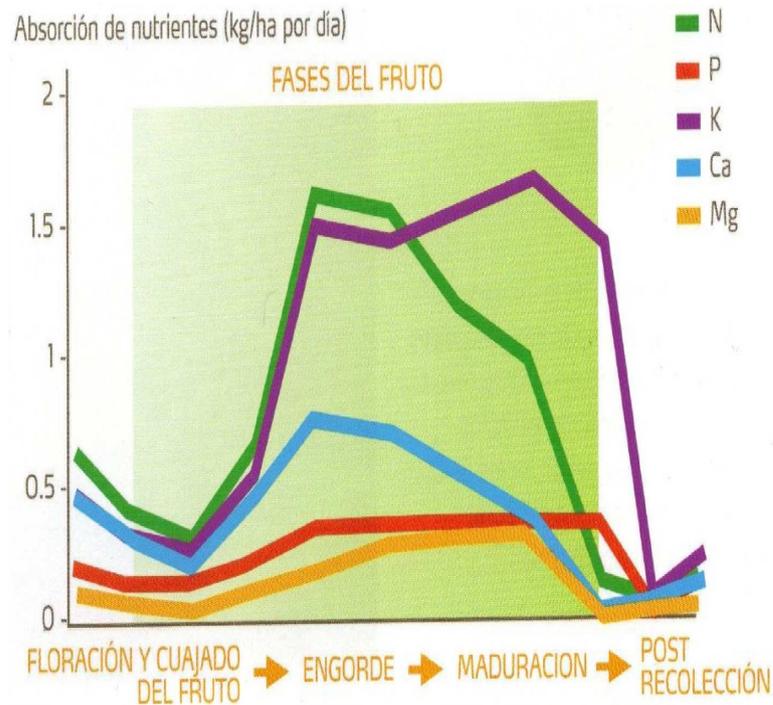


Figura 1. Extracción de macronutrientes
Fuente: YARA/KYNOCH. South África

2.1.1 NITRÓGENO (N)

Según GÓMEZ B. (1982), el nitrógeno tiene un efecto significativo sobre el crecimiento, floración y producción. AVILÁN L. y RENGIFO C. (1988) mencionan, que el número de brotes florales, está íntimamente relacionado con el estado de nutrición nitrogenada de las plantas; SMITH P. (1966) confirma que durante este periodo ocurre una intensa migración de este elemento desde la hojas hacia las flores.

Según FRANCIOSI R. *et al* (1977), la existencia de cantidades de nitrógeno asimilables en el suelo antes y durante la floración, cuajado del fruto y comienzo

del desarrollo del mismo, favorecen notablemente la producción y maduración del fruto; las hojas almacenan el 40 % del N en la planta, por lo que es importante evitar la caída prematura de las hojas.

Las deficiencias de este elemento se hacen más evidentes cuando ocurre una reducción en el tamaño de los brotes nuevos y se presenta una coloración amarillo pálido o verde amarillento en el follaje. Las hojas viejas pierden la coloración verde antes que las hojas nuevas. De igual manera se ha encontrado que existe una fuerte correlación entre la falta de nitrógeno y el contenido de clorofila (MINISTERIO DE FOMENTO 1971).

El exceso de nitrógeno, provoca crecimiento exuberante, hojas verde oscuro, grandes y gruesas; mayor succulencia en los tejidos y susceptibilidad a enfermedades; frutos pequeños y cáscara gruesa; altos contenidos de este elemento disminuyen el porcentaje de jugo y el contenido de vitamina C (JONES W. 1954).

FRANCIOSI R. *et al* (1977) añaden que se acentúa el color verde de la cáscara, el porcentaje de ácido del jugo y de sólidos solubles es incrementado.

El mismo autor manifiesta como el status del N en los cítricos, afecta la absorción y distribución dentro de la planta, de todos los otros nutrientes. Así, altos niveles de N hacen decrecer la absorción de P, K, Ca, Zn, Cu y B, pero incrementan la absorción de Mg, Fe y Mn.

2.1.2 FÓSFORO (P)

Según KAMPER M. y UEXKULL H. (1963), las cantidades de fósforo que adsorben las especies cítricas son pequeñas; sin embargo, no se debe subestimar la importancia de este elemento en la fisiología de la planta; las condiciones de suelo tienen una influencia decisiva en la disponibilidad y aprovechamiento del ácido

fosfórico. En los suelos arcillosos y ácidos, se fija con facilidad por combinación de hierro y aluminio; en las zonas húmedas, la fertilización fosfatada se debe incrementar en relación a las cantidades que usualmente se recomienda para el cultivo.

La falta de este elemento afecta a la calidad de la fruta y baja la producción. Los árboles deficientes son de apariencia opaca, follaje delgado, bronceado. Las frutas son rugosas, cáscara gruesa y con un hueco en el centro de la fruta. Los excesos disminuyen las disponibilidades del Zn, C, Fe y N. (ROMÁN H., CA., 1994).

De acuerdo a SÁNCHEZ LA., JARAMILLO C. y TORO JC. (1987), el fósforo es muy móvil dentro de la planta, y en los cítricos se encuentra un 57 % en el tronco y ramas, 9 % en hojas y brotes, y el resto, en los frutos.

2.1.3 POTASIO (K)

Para OBREZA T. (2003, en línea), el K se mueve desde la hoja hacia la fruta y semillas a medida que éstas se desarrollan. Además es básico para ciertas funciones fisiológicas como la formación de azúcares y almidones, síntesis de proteínas, división celular y crecimiento, formación y mejoramiento del tamaño, sabor y color de la fruta. Ayuda a reducir el efecto de condiciones climáticas adversas como sequía, frío e inundación; regula el abastecimiento de dióxido de carbono (CO₂) al controlar la apertura y cerrado de estomas; en consecuencia, la tasa de fotosíntesis disminuye significativamente cuando las plantas son deficientes en este nutriente.

OLIVERA ARTEAGA C. (1991) manifiesta que el potasio interviene en la división celular, transporte de agua, formación de la clorofila y en la síntesis de los hidratos de carbono; permite mayor resistencia al frío y a las enfermedades, mejora la riqueza azucarada de los frutos y anticipa su maduración.

Según ROMÁN H., CA. (1994), la falta de potasio no afecta la apariencia de los frutos pequeños con cáscara delgada y suave. Sin embargo, el exceso afecta la calidad, siendo las cáscaras gruesas, rugosas y no colorean bien.

2.1.4 MAGNESIO (Mg)

Es un componente importante en la clorofila y está presente, en gran proporción en las hojas y en los frutos. La deficiencia de Mg, puede provenir de la pobreza original de los suelos, particularmente en los arenosos y ácidos (LA VILLE E. 1979).

El magnesio se encuentra en la planta bajo tres formas: combinado en el protoplasma y como parte integrante de la clorofila, disuelto en el jugo celular y como activador enzimático. Solo el 3 % del magnesio presente en la clorofila, participa en la síntesis de los hidratos de carbono; además, favorece la producción de proteínas, grasas y vitaminas, especialmente A y C. (PALACIOS J. 1978).

Es importante en el desarrollo del fruto dado que se encuentra en la semilla (OLIVERA ARTEAGA C. 1991).

MALAVOLTA E. (1981) señala síntomas de la deficiencia de este elemento: amarillamiento entre las nervaduras de las hojas más viejas, que avanzan desde el centro hacia la periferia; la parte basal permanece de color verde hasta un estado avanzado, lo que lleva a la formación de una “V” de color verde.

2.1.5 CALCIO (Ca)

Para MOLINA E. (1999, en línea), las hojas de los cítricos acumulan gran cantidad de Ca, debido a que es un elemento móvil en los tejidos. Este elemento es particularmente importante en Ultisoles y Oxisoles, prevalentes en áreas húmedas. El Ca promueve el desarrollo del sistema radical de la planta, forma

parte de la pared celular y desempeña un papel importante en la división celular y el crecimiento vegetativo.

GONZALES ESQUITIN AL. (2004, en línea) señala que la carencia de este elemento provoca pudrición de los pelos absorbentes.

De acuerdo a PALACIOS J. (1978), la deficiencia de este elemento produce frutos de menor tamaño, deformados y con tendencia a una prematura abscisión. El jugo contenido en las vesículas es gelatinoso.

Según OLIVERA ARTEAGA C. (1991), no se notan problemas de deficiencia en suelos con pH neutro y alcalino.

No presenta síntomas en la fruta, pero los árboles muestran severa defoliación y muerte descendente. También hay clorosis marginal en las hojas. (ROMÁN H., CA. 1994).

MARTINI BRAVO A. (2008) señala que en América del Norte el 70 – 80 % del total de calcio, la fruta lo toma desde la floración a 12 semanas después.

2.1.6 ZINC (Zn)

SÁNCHEZ LA., JARAMILLO C. y TORO JC. (1987) indican que este elemento es necesario para la fotosíntesis del triptófano, proteínas, metabolismo de los carbohidratos y azufre. Juega también un papel muy importante en la clorofila. La deficiencia de zinc causa una clorosis intervenal característica de las hojas más jóvenes, las que inicialmente son de color verde saludable, luego se desarrollan pequeños parches cloróticos blancos o ligeramente amarillos en las zonas intervenales. Por otro lado, el exceso de fósforo o de potasio puede producir deficiencia de zinc; también la deficiencia de magnesio puede inducir deficiencia de zinc, así como el cobre, reduce la absorción del zinc.

De acuerdo a ROMÁN H., CA. (1994), cuando hay deficiencia, las hojas son pequeñas en las terminales y hay severa muerte descendentes en ramas. La producción y calidad de frutas son fuertemente reducidas. Las pulpas tienden a ser secas, “paludas” e insípidas.

2.1.7 HIERRO (Fe)

Según RODRÍGUEZ O. (1980), es esencial para la formación de la clorofila, aunque no forma parte de ella. Para KAMPER M. y UEXKULL H. (1963), la falta de este elemento se manifiesta por un palidecimiento de la lámina foliar, en especial de las hojas nuevas. Debido a que el nervio central y las nervaduras secundarias conservan durante más tiempo su clorofila, a medida que aparecen los síntomas se producen una red verde sobre un fondo amarillo-verdoso o verde pálido. También añaden que los cítricos plantados en suelos ácidos tienen mayor exigencia de hierro que aquellos plantados en suelos alcalinos. En suelos ácidos un exceso de manganeso y zinc y sobre todo de cobre, pueden bloquear la asimilación del hierro.

Para MOLINA E. (s.f., en línea), la deficiencia de Fe está bien identificada en suelos calcáreos y suelos arenosos bajos en materia orgánica; podría ser inducida por un sobreencalado, o por la aplicación excesiva de Cu, Zn o Mn al suelo. Debido a la baja movilidad de este nutriente dentro de la planta, los síntomas aparecen en hojas jóvenes que se tornan amarillentas, pero la red de nervaduras permanece de color verde. Al incrementarse el síntoma, toda la lámina foliar se torna amarillenta. Las hojas son pequeñas y se reduce el cuaje de frutos, los que tienden a ser pequeños, reduciendo el rendimiento.

2.1.8 COBRE (Cu)

RIVERO J. (1968) considera al cobre como un componente esencial de algunos sistemas enzimáticos relacionados con las relaciones de oxido-reducción.

Según K+S KALI (2008, en línea), cuando hay deficiencia los frutos presentan impregnaciones de goma en la corteza, se rajan y caen; disminuye la cosecha o toda. Se combate pulverizando con un producto cúprico antes de la floración.

La deficiencia se observa en pequeñas bolsas en el albedo, pequeñas bolsas de goma en las ramas jóvenes, una floración intensa con un cuajado excesivo para después tirar todo el fruto (GONZALES ESQUITIN AL. 2004, en línea).

2.1.9 BORO (B)

De acuerdo a FRANCIOSI R. *et al* (1977), el rol de este elemento no se conoce con claridad y certeza; sin embargo se le atribuyen una serie de funciones: interviene en la circulación de azúcares en el interior de la planta, procesos respiratorios, reproducción, etc.

INFOJARDIN (s.f., en línea) menciona que la carencia de boro en las hojas no tiene una sintomatología definida. La característica más singular y conocida es la presencia de goma en el albedo de los frutos, con abultamientos y verrugas en la superficie.

Para IRIGOYEN JN. (2007, en línea) las hojas jóvenes se deforman y toman un color amarillento en las venas central y lateral. Las hojas más viejas se enrollan y deforman. Se presenta una muerte descendente de las ramas y la formación múltiple de yemas vegetativas. Los frutos son pequeños, con poco jugo, duros, de cáscara gruesa y áspera, con puntos de goma en el interior de los gajos. De igual manera manifiesta que es fácil inducir toxicidad de boro, debido a que el espacio entre deficiencia y toxicidad es muy corto. Con la toxicidad aparecen manchas amarillentas en las puntas de las hojas, luego se extienden hacia los márgenes, mostrando un aspecto moteado. También se forma goma de apariencia pardusca en el envés de las hojas. En casos severos se produce defoliación.

De acuerdo a MARTINI BRAVO A. (2008), la falta de este elemento provoca pérdida de dominancia apical.

2.1.10 AZUFRE (S)

El azufre es un componente de aminoácidos (metionina y cisteína), y es necesario para la formación de proteínas y clorofila; este elemento tiene un fuerte impacto sobre la tasa fotosintética, es necesario para obtener altos rendimientos (K+S KALI. 2008, en línea).

Para ROMÁN H., CA. (1994), la deficiencia de este elemento es similar a la del nitrógeno.

2.1.11 MANGANESO (Mn)

Es un elemento cuya disponibilidad está grandemente influenciado por el pH del suelo; a pH 5,0 a 5,5 se encuentra en forma intercambiable y soluble en el agua, pero en pH superior a 7,0 se hace más insoluble. FRANCIOSI R. *et al* (1977).

INTERNATIONAL PLANT NUTRICION INSTITUTE IPNI (s.f., en línea) señala que con la deficiencia de Mn, las hojas nuevas toman una coloración verde pálida. Por lo que se deduce su importancia para la fotosíntesis, el crecimiento radical, la producción de azúcar y la resistencia a enfermedades.

2.1.12 MOLIBDENO (Mo)

Para RODRÍGUEZ O. (1980), este elemento es necesario para la reducción biológica de los nitratos, previo a la formación de las proteínas. La carencia de este elemento causa manchas amarillas de forma circular, grandes, entre las nervaduras. Las hojas afectadas, contienen bajos tenores de calcio y magnesio, pero el potasio es alto. Su deficiencia puede presentarse en suelos ácidos, arenosos

y orgánicos y puede ser inducida por la acidez del suelo provocada por los fertilizantes nitrogenados. En estos suelos, la disponibilidad de este elemento es reducida por la presencia de óxidos de hierro y aluminio.

BÁCULA B.M. y VILLACHICA L.H. (s.f.) presentan en el cuadro 1 (adaptada de AWAD, 1967) claves de identificación de desordenes nutricionales en cítricos.

K+S KALI (2008, en línea) señala que en los cítricos pueden ocurrir variados tipos de deficiencias, por lo tanto es recomendable evaluar de manera local los requerimientos nutricionales de la planta, especialmente con respecto a los micronutrientes, debido a que su impacto en el rendimiento y la calidad es a menudo subestimado.

2.2 FERTILIZACIÓN

Para ESCOBEDO ÁLVAREZ J. (2003), el balance nutricional, está referido a la relación cuantitativa en que son absorbidos los nutrientes, de tal manera que su utilización por la planta sea óptima. Este balance puede ser variado por condiciones de deficiencias o excesos, las mismas que son factibles de ser corregidas mediante fertilizaciones o enmiendas adecuadas.

Este balance se da porque los diferentes elementos interactúan entre sí, por ejemplo la deficiencia de hierro puede ser inducida por la insuficiente absorción de K o de P. Concluyen que una de las labores más delicadas es diseñar un plan de fertilización que conduzca a un balance nutricional (BÁCULA B., M. y VILLACHICA L., H. s.f.)

Según FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (1991), en los cítricos un buen programa de fertilización se traduce en buenas cosechas y crecimiento vigoroso del árbol, por lo que varios factores deben considerarse para

su diseño: variedad, patrón, clima, suelo, humedad, etc., influyendo por sobre todos el tipo de suelo.

Cuadro 1. Claves para la identificación de deficiencias minerales en los cítricos.

Elemento	Síntomas
	A. Síntomas en el nuevo ciclo de desarrollo
	I Hojas de decoloración uniforme
Nitrógeno	Hojas nuevas, pequeñas y cloróticas, que caen fácilmente en casos agudos; brotes frágiles, pobremente desarrollados, que se marchitan en algunos casos.
Azufre	Hojas nuevas, pequeñas, de color verde amarillamiento; nuevos brotes muy finos.
Boro	Hojas nuevas con manchas acuosas que se vuelven traslucidas con el tiempo; nervaduras prominentes, a veces agrietadas y aspecto de cuero, las hojas se caen fácilmente
Potasio	Hojas nuevas, pequeñas, finas, onduladas, rizadas en las puntas, de color castaño amarillamiento, en casos de más gravedad, se desarrollan zonas necróticas, y a veces, aparece un exudado gomoso; gran caída de hojas; muerte de las ramas nuevas.
Cobre	Las hojas son grandes, de color verde oscuro, generalmente con bordes irregulares; las ramitas adquieren a veces forma de una "S"
	II Hojas con nervaduras y zonas próximas de color más oscuro que el resto de la planta
Zinc	Hojas pequeñas, estrechas, puntiagudas y erectas; las nervaduras y una banda en ambos lados permanecen verdes; clorosis en el resto; internudos cortos; estas ramas mueren prematuramente.
Manganeso	Hojas casi normales en cuanto a tamaño, opacas con clorosis entre las nervaduras; éstas y una banda estrecha en ambos lados permanecen verdes; las hojas afectadas se desprenden prematuramente.
Hierro	Hojas nuevas estrechas, cloróticas, con nervaduras verdes; en casos de gravedad, toda la hoja se vuelve amarilla y muestra zonas necróticas; las hojas de la rama se caen; las ramas mueren.
Cobre	Las hojas son pequeñas, anormales en su forma; las nervaduras permanecen verdes sobre fondo pálido; muerte de las ramas terminales
Molibdeno	Manchas grandes redondas o elípticas, de color amarillo claro, entre las nervaduras en la parte inferior, estas manchas son de color castaño y tienen una especie de resina; gran caída de hojas.
	B Síntomas en las hojas maduras:
	I la clorosis se inicia en zonas bien definidas, que se extienden con el tiempo
Magnesio	Zonas cloróticas intervenadas a lo largo de la nervadura central principal; en fases avanzadas toda la hoja se hace necrótica excepto una zona pequeña de forma parecida a una "V" invertida, que permanece verde cerca del peciolo; las hojas gravemente afectas caen fácilmente.
Calcio	La clorosis comienza alrededor de los bordes y, gradualmente, se desplaza a las zonas intervenales; en la fase avanzada, las zonas afectadas se hacen necróticas; gran caída de hojas y muerte de las ramas
	II Clorosis no localizadas desde el principio
Nitrógeno	Clorosis uniforme por toda la hoja
Fosforo	Las hojas son de color castaño opaco al principio; zonas necróticas en los márgenes, puntas y alrededor de las nervaduras, en periodo avanzado; gran caída de hojas

Fuente: Adaptado de Awad, 1967

En cada lugar los suelos presentan características químicas y físicas muy diferentes, por lo que, el uso de recomendaciones de fertilización de un lugar a otro puede resultar inconveniente. Se sugiere desde todo punto de vista, desarrollar experiencia local basándose en la información de rendimiento y análisis foliares y de suelos (MOLINA E. s.f., en línea).

IRIGOYEN JN. (2007, en línea) y K+S KALI (2008, en línea) concuerdan que la cantidad requerida de fertilizantes en la producción de cítricos es dependiente del rendimiento esperado. Es recomendable tomar muestras del suelo durante la plantación y repetirlas regularmente cada 3 a 5 años. Un análisis foliar anual es una herramienta conveniente para determinar el estado nutricional y para ajustar adecuadamente la dosis de fertilizantes.

Dos opciones bien definidas, para determinar la cantidad de nutrientes que se debe aplicar en cítricos, según MOLINA E. (s.f., en línea), son:

1. Dosificar de acuerdo con la edad de los árboles. De esta forma, la cantidad de fertilizantes se incrementa cada año hasta que el árbol alcanza el desarrollo óptimo, lo que normalmente ocurre entre los 8 y 10 años de edad. Este sistema asume que a mayor edad, mayor crecimiento, y que por lo tanto se debe incrementar la cantidad de fertilizante en proporción aproximada a la edad. Sin embargo, en muchos casos se puede llegar a sobrestimar la cantidad de nutrientes a aplicar.
2. Dosificar según el nivel de rendimiento del cultivo, para lo cual es necesario estimar el número de cajas producidas por árbol o el peso total de frutos por hectárea. Este sistema es quizá más práctico porque permite un uso más racional de los fertilizantes y fomenta una nutrición más balanceada. Sin embargo, una de las desventajas de esta alternativa es que requiere de información previa sobre los rendimientos y una estimación de los rendimientos esperados. Esta información es precisamente la más difícil de obtener, debido a la poca disciplina de los productores para mantener una

buena base de datos, la escasez de investigación y a la poca edad de la mayoría de las plantaciones.

En la fertilización de los cítricos se enfatiza el suministro de N y K, debido a que los resultados de investigaciones conducidas en todo el mundo han encontrado que estos nutrientes son los que más influyen en el rendimiento y calidad de la fruta. Otros nutrientes pueden ser importantes de acuerdo con las características de fertilidad de los suelos, como el Ca y el Mg que deben ser considerados en suelos ácidos, en suelos arenosos y en algunas condiciones donde se produzcan desbalances en K. El análisis foliar y el de suelos revelan claramente esta condición (MOLINA E. s.f., en línea).

GAT (s.f., en línea), cita a LEGAZ Y PRIMO (1998) quienes manifiestan que las necesidades nutritivas del cultivo (cuadro 2) están en función de la variedad, patrón, tamaño del árbol, desarrollo vegetativo y producción estimada.

Cuadro 2. Necesidades nutritivas

Nutrientes que consume un árbol durante su ciclo				
Edad del árbol	Peso seco árbol	Consumo anual en el crecimiento y desarrollo de nuevos órganos (g/árbol)		
		N	P	K
2 años	1,2	6,8	0,8	3,6
6 años	32	210	18	121
12 años	102	667	53	347

Fuente: LEGAZ Y PRIMO, 1988 citado por GAT, en línea.

MAG (1991) señala como norma general, que las plantaciones de cítricos se encuentran establecidas en suelos que en su gran mayoría presentan problemas nutricionales de magnesio, boro, zinc, por lo que se recomiendan las aplicaciones foliares de estos elementos con los debidos cuidados que algunos de ellos requieren, cual es el caso del boro. En el cuadro 3, se muestran algunas sugerencias para fertilizar cítricos.

Cuadro 3. Sugerencias para fertilizar cítricos

Edad (años)	Gramos/árbol/año		
	I aplicación (mayo) abono fórmula completa	II aplicación (julio-agosto) abono fórmula completa	III aplicación (final época lluviosa) Nitrato de amonio
1	120	120	90
2	240	240	180
3	360	360	270
4	480	480	360
5	600	600	450
6	720	720	540
7	840	840	630
8	960	960	720
9	1 080	1 080	810
10	1 200	1 200	900

Fuente: DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 1991. San José, Costa Rica

AVILÁN L. (1986, en línea) en el cuadro 4 sugiere un plan de fertilización tomando en cuenta la edad de las plantas, el cual debe ser ajustado de acuerdo con la presencia de elementos disponibles determinados a través del análisis de suelo.

Cuadro 4. Plan de fertilización de acuerdo con la edad de las plantas.

Edad de la planta (años)	Gramos/año/planta		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Al plantar (1)	50	25	25
2	80	80	40
3	120	120	80
4	160	160	120
5	200	200	200
6	300	250	300
7	400	300	400
8	600	350	600
9	800	400	800
10	1 000	450	1 000

(*) Al momento de plantar aplicar todo el fósforo y el potasio, mezclado con el suelo, en el fondo del hoyo. El nitrógeno parcelarlo en aplicaciones de 10 g cada dos meses.

Fuente: AVILAN L. 1986

A partir del cuarto año, las plantaciones podrían ser fertilizadas en dos épocas durante el año. La primera, antes de la floración principal, suministrando la dosis total de fósforo y la mitad del potasio y nitrógeno. La segunda aplicación tendrá lugar 4 meses después de la primera, aplicando el resto del nitrógeno y la otra mitad del potasio, cuadro 5.

EL INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP (1992) afirma que una plantación bien manejada demanda de unos 240 kg de N, 25 kg de P y 165 kg de K/ha/año para un rendimiento de 40 t de fruto/ha (300 plantas/ha). Una tonelada de frutos maduros significa para la plantación la pérdida de 2,04 kg de N, 0,18 kg de P y 1,85 kg de K. Concentraciones foliares de 2,80 % de N, 0,19 % de P, 1,10 % de K, 6,0 % de Ca, 0,7 % de Mg, 160 ppm de B, 300 ppm, de hierro, 100 ppm de Mn, 150 ppm de Cu y 110 ppm de Zn se hayan asociadas con altos niveles de producción.

Cuadro 5. Época de aplicación de los fertilizantes de acuerdo con la edad de las plantas.

Año	Elemento	Época de aplicación		
		Al establecer la plantación	Cuatro meses después	Tres a cuatro meses después
Primero	Nitrógeno	1/3	1/3	1/3
	Fósforo	Todo	--	--
	Potasio	1/2	1/2	--
Segundo y tercero		Inicio brotación	Cuatro meses después	Tres a cuatro meses después
	Nitrógeno	1/3	1/3	1/3
	Fósforo	Todo	--	--
Cuarto en adelante	Potasio	1/2	1/2	--
	Nitrógeno	1/2	1/2	--
	Fósforo	Todo	--	--
	Potasio	1/2	1/2	--

Fuente: AVILÁN L. Venezuela. 1986

Para ROMÁN H., CA. (1994), se deben aplicar por cada 100 kg de fruta producida: 500 g de N sin sobrepasar 220 kg/ha, 60 g de P₂O₅, 375 g de K₂O, sin exceder de 300 kg/ha, 375 g de MgO; manifiesta que hay pérdida por lixiviación y volatilización. Las correcciones de zinc se realizan con aplicaciones foliares de 120 g de Zn metálico en 100 lt de agua.

Según la FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (1991), para un cosecha de 40 t/ha la extracción de nutriente kg/ha/año es: 240 N, 25 P, 165 K; la fertilización, dividida en 2 aplicaciones debe ser kg/ha/año: 480 N, 250 P, 275 K.

INSTITUTO DE LA POTASA Y DEL FÓSFORO EN CANADÁ INPOFOS (s.f) presenta en el cuadro 6, la utilización aproximada de los principales nutrientes.

Cuadro 6. Remoción de nutrientes 30 t, kg/ha, cítricos

Rendimiento t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
30	270	60	350	40	30

Fuente: INPOFOS s.f.

PÉREZ ZAMORA O. y OROZCO ROMERO J. (2001) en un experimento con fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica constataron el rendimiento de fruta y estado nutricional del follaje, en un suelo de textura arenosa, plantado con árboles de 15 años de edad, donde se aplicaron dosis de 0 a 2,7, de 0 a 1,675 y de 0 a 1,675 kg/árbol de N, P y K, respectivamente. Las concentraciones foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Zn y Cu se analizaron en brotes vegetativos de cinco y medio meses de edad. El rendimiento de fruto se incrementó únicamente con N (1,2 a 2,7 kg/árbol); esta respuesta se expresó analíticamente con la ecuación: $Y = 15,62 + 13,4 * N - 2,88 * N^2$, donde Y = rendimiento de fruta en t/ha y N = kg N/árbol. La máxima concentración foliar de N se obtuvo con 2,4 kg N/árbol. No se observó respuesta del P ni K sobre el rendimiento ni sobre el estado nutricional del árbol. Todos los tratamientos mostraron concentraciones de

N, K, Ca, Mg, Na, Fe y Cu mayores que el valor de suficiencia, mientras que las de S y Zn fueron menores que el valor de referencia. Al aplicar N, se incrementó el N y Mg foliar, pero decreció el P, K y Ca. En el cuadro 7 se muestra el rendimiento de limón acumulado en los 10 cortes efectuados durante el año de 1998. El P y K aplicados, en ausencia de N, produjeron el rendimiento de fruta más bajo y estadísticamente igual al testigo absoluto. En contraste, al aplicar N solo, o en combinación con P, K y PK, el rendimiento fue significativamente mayor con respecto al testigo sin fertilizar.

Cuadro 7. Rendimiento de fruta de limón criollo.

Tratamiento	Tratamiento de fertilización			Rendimiento t/ha
	Kg/árbol			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
9	2,7	0,75	0,75	31,85 a
5	2,4	0,0	0,0	30,33 ab
7	2,4	1,5	0,0	29,17 abc
10	1,2	1,675	0,75	28,54 abc
8	2,4	1,5	1,5	28,21 abc
13	1,2	0,0	0,75	27,54 abc
14	1,2	0,75	0,0	26,57 bc
11	1,2	0,75	1,675	26,38 bc
6	2,4	0,0	1,5	24,89 c
4	0,0	1,5	1,5	19,31 d
3	0,0	1,5	0,0	17,36 de
1	0,0	0,0	0,0	16,43 de †
12	0,0	0,75	0,75	13,22 e
2	0,0	0 0	1,5	13,19 e
Tukey 5 %			C.V. (%)	5,21 15,33
† Separación de medias, valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales entre sí.				

Rancho San José. Municipio de Tecmán, Colima, 1998.

IFA (2007, en línea), después KOO (1958), CHAPMAN, (1968) y MALAVOLTA (1989) citado por MARTINI BRAVO A. (2008) muestran en los cuadros 8 y 9 la extracción de macronutrientes y micronutrientes.

Cuadro 8. Extracción de macronutrientes (g/t/fruta fresca).

	N	P ₂ O ₅ (= P)	K ₂ O (= K)	MgO (= Mg)	CaO (= Ca)	S
Limón y lima	1 638	366 (161)	2 086 (1 772)	209 (125)	658 (473)	74

Cuadro 9. Extracción de micronutrientes (g/t/fruta fresca).

	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Limón y lima	2,1	0,4	0,7	0,3	0,5

2.3 CALIDAD DE LAS FRUTAS CÍTRICAS

Para AVILÁN L. y RENGIFO C. (1998), la composición de la fruta varía de acuerdo con la especie, variedad, patrón, clima, altitud, estado nutricional de la planta, prácticas culturales y estado de maduración.

PALACIOS J. (1978) denomina factores internos a los que se basan en la composición anatómica y química de la fruta responsables del aroma, sabor, propiedades vitamínicas y nutritivas, y los clasifica en:

- a) Nutritivos: proporción de jugo, grados Brix, azúcares, ácidos, proteínas, cenizas.
- b) Vitamínicos: ácido ascórbico, bioflavonoides, otros.
- c) De sensación organoléptica: índice de madurez, sabor, aroma, color, comestibilidad, presencia de semillas, etc.

CARTAYA RUBIO O., REYNALDO ESCOBAR I. y NOGUEIRAS LIMA C. (2002, en línea) en el estudio caracterización química del complejo de bioflavonoides, obtuvieron los siguientes datos del limón criollo: pH 5,23 y acidez (mg/g) 5,78.

ACEVEDO PÉREZ Y. (s.f., en línea) mencionan que el limón contiene seis componentes principales, que da lugar a los diferentes productos y derivados ó

sub- productos. El jugo con una proporción de 40-55 % es un líquido contenido en el interior de las bolsas pequeñas (células), que se encuentran a su vez en el interior de segmentos. El jugo incluye compuestos aromáticos volátiles que brindan una gran parte del sabor y el gusto que lo caracterizan. La pulpa con una proporción de 20-30 % se localiza en las paredes de bolsa de células. La película interior blanca se localiza en las paredes de segmento más corazón interior o placenta. El albedo con una proporción de 15-30 % es una capa interna, blanca, de la cáscara que rodea inmediatamente los segmentos. El flavedo con un 8 a 10 % es una capa externa, con células que contienen los carotenoides los cuales brindan el color característico a los diferentes frutos cítricos; también contienen glándulas que son estructuras en la piel de los cítricos que contienen aceites esenciales con aromas y sabores característicos de cada cultivar. Por ello los aceites son muchas veces agregados a los jugos cítricos para fortalecerlos. Las semillas de un 0 a 4 % son segmentos situados al interior del fruto no siempre presentes y varían ampliamente de acuerdo a la variedad, área y condiciones de cultivo.

GRÜNAUER ESPIN C.C. (2009) demuestra en “Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de Pectina extraída a partir del *Citrus Aurantifolia Swingle*” resultados obtenidos en cuanto a la composición del limón según sus partes, de las cuales el zumo y los hollejos son el componente mayoritario del limón, siendo el zumo el de mayor cantidad que está ubicado dentro de los hollejos, que son vesículas que contienen el jugo en 45 %:

Partes del limón	%
Hollejos y Zumo	45,00
Cáscara blanca: Albedo	30,30
Cáscara verde: Flavedo	14,60
Septum y eje	7,10
Semillas	3,00

La composición química de limón es muy compleja. MORTON JF. (1987) señala en el cuadro 10, la composición química de datos obtenidos en América Central.

Cuadro 10. Composición química aproximada del limón criollo

(100 g de parte comestible).

Humedad	88,7-93,5 g
Proteína	0,070-0,112 g
Grasa	0,04-0,17 g
Fibra	0,1-0,5 g
Cenizas	0,25-0,40 g
Calcio	4,5-33,3 mg
Fósforo	9,3-21,0 mg
Hierro	0,19-0,33 mg
Vitamina A	0,003-0,040 mg
Tiamina	0,019-0,068 mg
Riboflavina	0,011-0,023 mg
Niacina	0,14-0,25 mg
Acido ascórbico	30,0-48,7 mg

Fuente: Análisis realizados en América Central

Otros componentes son enzimas, pigmentos, constituyentes, volátiles, flavonoides, ácido ascórbico (AVILAN L. y RENGIFO C. 1998).

Los azúcares (glucosa, fructuosa y sacarosa) constituyen los principales sólidos solubles. La medida de este valor da una indicación del estado de maduración de la fruta y su contenido en el jugo determina el rendimiento industrial. (VIEGAS, F. 1980).

Los sólidos solubles totales (SST) incluyen carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, grasas, y diversos minerales, y constituyen del 10 al 20 % del peso fresco de la fruta. Los niveles de SST aumentan conforme lo hace el tamaño de la fruta, (DAVIS FREDERICK S. y ALBRIGO L. GENE. 1994).

Los ácidos son los sólidos solubles contenidos en mayor cantidad, después de los azúcares y tienen papel importante en el sabor del jugo, pues lo acentúan. Los principales son el ácido cítrico, málico y tartárico predominando el primero (AVILAN L. y RENGIFO C. 1998).

La acidez total (AT) de los zumos cítricos es un factor importante en el conjunto de la calidad del zumo y es determinante para definir el momento de la recolección. La relación entre SST y los ácidos titulables determina si la fruta es recolectable. Esta relación aumenta durante la maduración y es buen indicador de la palatabilidad (DAVIS FREDERICK S. y ALBRIGO L. GENE. 1994).

El ácido ascórbico (AA), es el principal antioxidante soluble encontrado en plantas, además de ser un nutrimento esencial para humanos y algunos animales (VIOLA R. 2004).

BRAVERMAN citado por PALACIOS J. (1978) menciona que los limones contienen entre 52-60 mg de Vitamina C (100 g de jugo).

AVILÁN L. y RENGIFO C. (1998) manifiestan que para darle una calidad mínima, la fruta debe cumplir los siguientes parámetros:

- Sólidos solubles (azúcares, Brix, SST): No debe ser inferior a 9 grados Brix.
- Acidez: Se valorizan por su alta acidez y los valores oscilan entre 4 % y 7 %.
- Contenido de jugo: rendimiento superior al 40 %.

DOMÍNGUEZ E. *et al* (2003) al estudiar el aumento de la vida postcosecha del limón mexicano producido en Apatzingán, Mich, mediante el uso de recubrimientos naturales a diferentes temperaturas de almacenamiento, que el color predominante era verde claro con trazas amarillas, porcentaje de acidez de 6,71 % y una concentración de azúcar de 7,8 °Bx.

VILLALBA M., YEPES IM. y ARRÁZOLA IG. (2005, en línea) en el estudio caracterización fisicoquímica de frutas de la zona del Sinu para su agroindustrialización, con respecto al limón, concluyeron los siguientes resultados: pH 1,95, acidez 7,56, Brix 6,73, índice de madurez 0,89, rendimiento 81,53 kg.

ÁLVAREZ ARMENTA R. *et al* (2005) al utilizar reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano, determinaron que la acidez titulable se encontró en el rango de 6,4 – 8,3, los grados Brix (%) 7,2 – 8,5, el ácido ascórbico en 100 ml de jugo fluctuó entre 48,8 – 42,5, cuadro 11.

Cuadro 11. Efecto del tratamiento con diferentes reguladores de crecimiento en la calidad de frutos de limón mexicano un día después de cosecha.

Tratamientos	Índice de color	(%) Per. Peso (g)	Acidez titulable	SST Brix (%)	Ac. ascórbico mg/100 ml jugo
AG ₃ -0+AIB-5	6,7 d	8,8 ab	6,0 b	8,4 a	32,1 b
AG ₃ -0+AIB-15	8,0 cd	8,1 b	6,4 b	8,5 a	24,4 c
AG ₃ -10+AIB-5	9,2 c	6,7 bc	6,0 b	8,6 a	28,6 bc
AG ₃ -10+AIB-15	9,1 c	8,1 b	6,6 ab	9,0 a	24,5 c
AG ₃ -20+AIB-5	11,0 ab	8,1 b	6,3 b	8,5 a	25,4 b
AG ₃ -20+AIB-15	7,7 cd	7,3 bc	6,4 b	8,4 a	26,2 bc
AG ₃ -0+BA-5	8,1 cd	6,2 bc	6,8 ab	8,4 a	26,0 b
AG ₃ -0+BA-15	11,8 ab	7,4 bc	7,0 a	8,3 a	27,7 bc
AG ₃ -10+BA-5	10,0 b	6,0 bc	7,0 a	8,5 a	30,8 b
AG ₃ -10+BA-15	13,0 a	5,9 c	7,5 a	8,7 a	42,0 a
AG ₃ -20+BA-5	11,2 ab	6,0 bc	7,0 a	8,8 a	35,7 ab
AG ₃ -20+BA-15	13,8	5,2 c	7,9 a	8,1 a	43,3 a
Testigo	7,0 d	10,7 a	7,2 a	8,3 a	29,06 b

Fuente: Tecomán, Colima, INIFAP, 2004

En la NORMA MEXICANA NMX-FF-087-SCFI-2001 (s.f., en línea), se registra que en la madurez, el fruto va del color verde al amarillo, pasando por el color denominado “alimonado” (verde-amarillo). El tamaño del fruto es de 45 mm a 36 mm de eje ecuatorial; el contenido de jugo es mayor que el de otras especies, la acidez es alta, es muy aromático, la cáscara es relativamente delgada, el contenido de aceite esencial es mayor al del limón persa y presenta un contenido de semillas que van de 2 a 6 por fruto. El principal factor para clasificar por grados de calidad es el tamaño, cuadro 12.

Cuadro 12. Factor para clasificar al limón criollo por grados de calidad.

Código o calibre	Diámetro (mm)	Unidades por kg
2	31,1-34,0	41-36
3	34,1-37,0	35-30
4	37,1-39,0	29-24
5	≥ 40,0	< 24

Fuente: NMX-FF-087-SCFI-2001

MAG (1991) presenta en el cuadro 13, características generales del limón criollo.

Cuadro 13. Características generales de limón sutil.

Variedad *	Características del fruto					Vigor Árbol
Criollo	Color de la cáscara	Color de la pulpa	No. semillas	Brix*	Acidez	Bueno
	Amarillo	Amarillo verdoso	2 - 10	6 - 6	7,2 - 7,1	

*Valores anotados en Costa Rica a la cosecha

Fuente: INFORMES ANUALES 1983 y 1984, de ASBANA, y día de demostración sobre variedades de cítricos (HERNÁNDEZ, R.L. 1983).

Características de limón sutil, según CASTLE y GMITTER (1999):

- Diámetro 4–6 cm.
- Forma globosa a ovoide.
- Color de la cáscara verde, amarillo verdoso.
- Sabor muy agrio.

CAIZA BRIONES JR. (1992) presenta en el cuadro 14 resultados obtenidos en el Estudio de fuentes y dosis de nitrógeno para el cultivo de limón criollo (*Citrus aurantifolia Swingle*), en la provincia de Manabí. Los valores del peso promedio de frutos fluctuaron entre 29,28 y 33,00 g correspondientes al tratamiento testigo y al tratamiento que utilizó urea, (160 g N/ha/año). Con relación al diámetro, los valores promedios obtenidos tuvieron un rango de variación comprendido entre 3,63 cm (T₀) y 3,86 cm (T₂).

PÉREZ ZAMORA O. (2002) al evaluar mejoradores del suelo en limón criollo, constataron que al adicionar azufre se obtuvieron los siguientes promedios en 18 cortes:

- Diámetro del fruto 36,6 a 37,2 mm.
- Peso del fruto 32,2 – 34,8 g.

- Volumen de jugo por fruto (25 frutos) 4
- 7,02 %.

Cuadro 14. Respuesta del limón criollo a fuentes y dosis de fertilización nitrogenada.

Tratamientos		Peso X frutos* g	Diámetro X frutos* cm	Número fruto árbol	Peso frutos* kg
Fuentes nitrógeno	Dosis kg/ha/año				
1 Urea	80	30,11	3,71	3 171	95,686
2 Urea	160	33,00	3,86	3 895	124,132
3 Sulfato de amonio	80	32,03	3,73	3 360	112,176
4 Sulfato de amonio	160	31,43	3,77	3 006	94,177
5 Gallinaza	80	31,64	3,76	3 075	94,122
6 Gallinaza	160	31,65	3,78	2 591	83,887
7 Estiércol bovino	80	31,36	3,75	2 163	68,969
8 Estiércol bovino	160	31,50	3,79	3 141	101,601
9 Testigo	0	29,28	3,63	2 715	86,121
X		31,33	3,75	3 013	95,659

Fuente: Pimpiguasi, Portoviejo. 1991

INIAP (2005) al realizar el ensayo tres dosis de ácido giberélico (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm) sobre la calidad del *Citrus aurantifolia* L. Swing, en pre y post cosecha, determinó:

- Frutos por plantas 770 – 291.
- Diámetro (cm) del fruto entre 3,6 y 4,00.
- Peso del fruto (g) 38,2 – 32,2.
- Porcentaje de jugo 33,3 - 43,4 %.
- Grosor de la cáscara (mm) 2,0 - 2,4.

CEVALLOS GILER DA. y CEVALLOS GILER MO. (2007) repiten el estudio “Evaluación de tres dosis de ácido giberélico (40 ppm, 80 ppm, 120 ppm) sobre la calidad *Citrus aurantifolia* L. Swing, en pre y post cosecha, en Bigua, cantón Jama, Manabí” encontrando los siguientes resultados con la dosis de 120 ppm:

- Frutos por plantas 2687,89 - 3362,25
- Diámetro (cm) del fruto 3,96 -4,05

- Peso del fruto (g) 38,17 – 40,69.
- Porcentaje de jugo valores 40,23 -45,28 %.

MEDINA URRUTIA VM., ROBLES GONZALES MM, y VELÁZQUEZ MONREAL JJ. (2007, en línea) presentan en el cuadro 15 valores obtenidos en la calidad de fruto de limón en dos sitios con diferentes profundidades de suelo.

Cuadro 15. Calidad de fruto de limón en dos sitios con diferentes profundidades de suelo.

	Peso fruto (g)	Jugo %	Acidez (%)	SST (%)	AC (mg*100-1 ml)
Rugoso suelo superficial	37,0	49-48	6,7-7,6	10,2-9,9	437-549
Rugoso suelo profundo	33,5	48-44	7,0-7,2	9,7-9,8	505-539

En resumen, la literatura manifiesta que el limón requiere un adecuado y balanceado nivel de nutrimentos a su disposición para expresar el potencial genético de producción de manera abundante y con excelente calidad; absorbe cierta cantidad de elementos nutritivos durante todo el año, pero existen periodos como la floración y formación de nuevos brotes, en los cuales el consumo de nutrientes es más acentuado.

La literatura señala el siguiente orden de importancia de los elementos nutritivos: nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio, calcio, zinc, boro, azufre, hierro, manganeso, cobre y molibdeno. El nitrógeno tiene un efecto significativo sobre el crecimiento, floración y producción; el potasio actúa como agente regulador en la apertura y cierre de las estomas y con relación al fósforo no se debe subestimar la importancia de este elemento en la fisiología de la planta.

Los microelementos juegan también un papel importante en la producción y su aplicación depende del contenido en el suelo.

En los cítricos un buen programa de fertilización se traduce en buenas cosechas y crecimiento vigoroso del árbol, por lo que varios factores deben considerarse para su diseño: variedad, patrón, clima, suelo, humedad, etc.

De acuerdo a diversos autores, los requerimientos nutricionales del limón sutil, son muy dispersos y varían de acuerdo a la edad de la planta. Así, en el primer año requiere entre 6,8-50 g N, 0,8 -25 g P, 3,6-25 g K, al sexto año 80-210 g N, 18- 80 g P y 40-121 g K, al décimo segundo año 667-1 000 g N, 53-450 g P, 347-1 000 g/planta/año.

La presente investigación, considerando el análisis de suelo donde el nitrógeno es bajo, el fósforo y potasio alto, asume los niveles g/planta/año: N₇₅₀, N₁₀₀₀, N₁₂₅₀, P₁₅₀, K₂₀₀, K₃₀₀, K₄₀₀, K₅₀₀, sobre una base de fósforo P₁₅₀.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ENSAYO

El experimento se llevó a efecto en la Granja Zoilita, ubicada en la comuna Sinchal, cantón Santa Elena, a 55 km de la cabecera cantonal y 185 km del principal mercado, la ciudad de Guayaquil; a una altura de 47 msnm. La topografía es plana; capa arable de origen aluvial, producto del Fenómeno de El Niño 1997.

La zona se caracteriza por presentar temperaturas bien diferenciadas de mayo a diciembre con promedio de 24 °C y entre los meses de enero a abril, 27,2 °C; humedad relativa entre 74 y 82 % y precipitación alrededor de 100-250 mm (diciembre - mayo). Sus coordenadas geográficas Latitud Sur 1°56'9" y Longitud Oeste 80°41'20".

3.2 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL SUELO

Previo al experimento se tomó 8 sub-muestras representativas del suelo, las mismas que fueron mezcladas y homogenizadas en una sola y enviada al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental INIAP – Boliche (cuadros 35A y 36A).

El reporte de análisis de suelo señala pH 7,9 ligeramente alcalino; en los macroelementos el nitrógeno bajo, 12 ppm; fósforo alto, 42 ppm; potasio 14 meq/100 ml considerado alto; calcio 14 meq/100 ml alto; el magnesio también alto con 3,1 meq/100 ml; los microelementos, azufre 102 ppm; zinc y cobre 0,7 ppm bajo; el hierro 4 ppm considerado bajo; manganeso bajo con 5,0 y boro 2,30 ppm alto.

El extracto de pasta del suelo indica un pH de 7,9, conductividad eléctrica 3,22 dS/m, suelo ligeramente salino. Los elementos expresados en meq/l señalan 11,50 sodio; potasio 1,42; 16,50 calcio; 5,17 magnesio, sumatoria de bases 34,60, CO₃H 0,2, CO₃ 0,20, SO₄ 12,6 Cl 20, RAS 3,85 y PSI 4,0.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

Para la presente investigación se utilizó:

a. Material de campo:

- Pala
- Balde
- Tanque plástico
- Fundas plásticas lt
- Fundas de papel
- Fertilizantes
- Fungicidas
- Machetes
- Azadón
- Sacos
- Pintura
- Tarrinas plásticas
- Herramienta para cosechar
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva
- Hojas tamaño A4

b. Material de laboratorio

- Agua destilada
- Alcohol
- Hidróxido de sodio 0,1 N
- Solución de yodo 0,01 N

- ☐ Solución trisulfato
- ☐ Acido sulfúrico 12/N
- ☐ Fenolftaleína
- ☐ Almidón
- ☐ Yodato de potasio

c. Equipos

- ☐ Balanza manual
- ☐ Bomba
- ☐ Equipo para fumigación
- ☐ Calculadora
- ☐ Cámara fotográfica
- ☐ Flexómetro
- ☐ Equipo de riego por gravedad: bomba y tubería
- ☐ Computadora
- ☐ Impresora
- ☐ Equipo de fumigación
- ☐ Refractómetro
- ☐ Exprimidor de jugo mecánico y manual
- ☐ Calibrador Vernier
- ☐ Balanza eléctrica
- ☐ Frasco Erlenmeyer 250 cc
- ☐ Buretas
- ☐ Soporte universal
- ☐ Vasos precipitación
- ☐ Goteros
- ☐ Pipetas
- ☐ Picetas
- ☐ Bisturí
- ☐ Lupa
- ☐ Mascarilla

- ☐ Guantes

3.4 MATERIAL BIOLÓGICO

Plantas *Citrus aurantifolia* v. sutil, de aproximadamente 14 años, injertadas sobre limón rugoso (*Citrus jambhiri*) que según la literatura, es un patrón tolerante a tristeza, exocortis y xyloporosis; muy sensible a *Phytophthora* sp y sensible a nemátodos. Muy vigoroso, induce a elevada productividad, sistema radical muy fuerte con muchas raíces laterales. Distancia de siembra 5,5 x 5,5 m.

3.5 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Al ser el suelo donde se realizó el experimento muy homogéneo se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), donde los tratamientos fueron diferentes niveles de N, NP y NPK más un testigo, siendo el total 13 tratamientos. Hubo cuatro réplicas. Cada unidad experimental estuvo conformada por una planta.

Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio por planta y por año se detallan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Tratamientos, gramos/planta/año.

Tratamientos	Niveles de NPK
T ₁	N ₀ P ₀ K ₀
T ₂	N ₇₅₀ P ₀ K ₀
T ₃	N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀
T ₄	N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀
T ₅	N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀
T ₆	N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀
T ₇	N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀
T ₈	N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀
T ₉	N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀
T ₁₀	N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀
T ₁₁	N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀
T ₁₂	N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀
T ₁₃	N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀

La dosis anual se dividió para tres, a excepción del fósforo, cuya aplicación fue total, cuadro 17.

Cuadro 17. Dosis gramos/planta/ciclo.

Tratamientos	Niveles de NPK
T ₁	N ₀ P ₀ K ₀
T ₂	N ₂₅₀ P ₀ K ₀
T ₃	N ₃₃₃ P ₀ K ₀
T ₄	N ₄₁₇ P ₀ K ₀
T ₅	N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀
T ₆	N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₀
T ₇	N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₀
T ₈	N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₁₀₀
T ₉	N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₀₀
T ₁₀	N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₁₀₀
T ₁₁	N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₆₇
T ₁₂	N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₃₃
T ₁₃	N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₆₇

Los resultados fueron sometidos al análisis de la varianza y las medias de los tratamientos comparadas mediante la Prueba de Tukey al 5 %. También las medias de las variables de cada uno de los tratamientos (resultado de diez frutos por cuatro repeticiones), evaluadas en dos periodos, fueron comparadas utilizando el estadístico t.

En el análisis estadístico de los datos experimentales, se dividieron los grados de libertad como se detalla en el cuadro 18.

Cuadro 18. Grados de libertad del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	51
Tratamientos	12
Error experimental	39

3.6 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.6.1 DIAGRAMA DE LA PARCELA Y DEL EXPERIMENTO

Cada planta es una unidad experimental, figura 2.

Por ser el número de plantas muy limitado, se decidió que los tratamientos estén continuos, como lo señala la figura 2; esto evitó el traslape de elementos nutritivos de un tratamiento a otro.

3.7 DOSIFICACIÓN DE FERTILIZANTES UTILIZADOS

Las fuentes de NPK utilizados:

Hydrocomplex	12 % N	11 % P	18 % K + 3 % Mg
CO (NH) ₂ H ₃ PO ₄ (Urfos)	18 % N	45 % P ₂ O ₅	
CO(NH ₂) ₂ (Urea)	46 % N		
K ₂ SO ₄ (Sulfato de potasio)	45 %	K ₂ O	

El fósforo fue aplicado como base, en la primera fertilización en los tratamientos que así lo requerían, utilizando hydrocomplex y urfos.

Las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, según los tratamientos, durante los dos ciclos del experimento están determinadas en gramos/planta/ciclo. El cuadro 19 detalla la dosis en el primer ciclo y el cuadro 20, en el segundo.

3.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.8.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Consistió en la elaboración de los surcos, siguiendo la dirección de la copa de los árboles.

		5,5 m					
	T ₁₂	1 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	2 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	3 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	4 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	5,5 m	
	T ₅	5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	6 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀		
	T ₉	9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	10 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀		
	T ₂	13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	14 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	15 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	16 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀		
	T ₁₁	17 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	18 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	19 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	20 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀		
	T ₄	21 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	22 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	23 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	24 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀		
	T ₈	25 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	26 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	27 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	28 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀		
	T ₃	29 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	30 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	31 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	32 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀		
	T ₁₃	33 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	34 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	35 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	36 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀		
	T ₇	37 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	38 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	39 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	40 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀		
	T ₁₀	41 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	42 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	43 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	44 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀		
	T ₆	45 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	46 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	47 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	48 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀		
	T ₁	49 N ₀ P ₀ K ₀	50 N ₀ P ₀ K ₀	51 N ₀ P ₀ K ₀	52 N ₀ P ₀ K ₀		

Fig. 2. Disposición de los tratamientos en el lote experimental

Cuadro 19. Dosis fertilizantes comerciales, gramos /planta/primer ciclo

Tratamientos	Urea	Urfofos	Hydrocomplex
	Planta	Planta	Planta
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
T ₂ -N ₂₅₀ P ₀ K ₀	543,5	0	0
T ₃ -N ₃₃₃ P ₀ K ₀	723,9	0	0
T ₄ -N ₄₁₇ P ₀ K ₀	906,5	0	0
T ₅ -N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	413,3	333,3	0
T ₆ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₀	593,6	333,3	0
T ₇ -N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₀	776,3	333,3	0
T ₈ -N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₁₀₀	321,28	197,5	555,5
T ₉ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₀₀	501,71	197,5	555,5
T ₁₀ -N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₁₀₀	684,32	197,5	555,5
T ₁₁ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₆₇	532,06	242,4	372,2
T ₁₂ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₃₃	471,43	152,73	738,8
T ₁₃ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₆₇	440,21	106,6	927,7

Cuadro 20. Dosis fertilizantes comerciales, gramos /planta/segundo ciclo

Tratamientos	Urea	Sulfato de potasio
	Planta	Planta
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	0	0
T ₂ -N ₂₅₀ P ₀ K ₀	543,50	0
T ₃ -N ₃₃₃ P ₀ K ₀	723,90	0
T ₄ -N ₄₁₇ P ₀ K ₀	906,50	0
T ₅ -N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	543,50	0
T ₆ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₀	723,90	0
T ₇ -N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₀	906,52	0
T ₈ -N ₂₅₀ P ₁₅₀ K ₁₀₀	543,50	222,22
T ₉ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₀₀	723,90	222,22
T ₁₀ -N ₄₁₇ P ₁₅₀ K ₁₀₀	906,50	222,22
T ₁₁ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₆₇	723,90	148,89
T ₁₂ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₃₃	723,90	295,56
T ₁₃ -N ₃₃₃ P ₁₅₀ K ₁₆₇	723,90	371,11

3.8.2 RIEGO

Sistema de riego por gravedad. Durante los nueve meses, es decir de abril a diciembre se aplicaron treinta riegos, como lo señala el cuadro 21.

Cuadro 21. Frecuencia de riego de abril a diciembre 2009

Mes	Fecha	Total Riego
Abril	29	1
Mayo	1	4
	9	
	13	
	21	
Junio	1	3
	15	
	27	
Julio	10	3
	18	
	25	
Agosto	1	3
	8	
	22	
Septiembre	5	4
	12	
	19	
	27	
Octubre	4	4
	7	
	17	
	24	
Noviembre	12	4
	22	
	28	
	29	
Diciembre	5	4
	12	
	18	
	26	
Total riegos		30

3.8.3 CONTROL DE MALEZAS

Durante el experimento se realizaron 3 deshierbas manuales. No hubo necesidad de control químico.

3.8.4 CONTROL FITOSANITARIO

Solo fue necesario un control curativo contra pulgones (*Aphis*), y fumagina utilizando insecticidas y fungicidas permitidos en el manejo integrado de plagas y enfermedades. Las dosis utilizadas se indican en el cuadro 22. Durante el experimento se pudo observar la presencia de insectos benéficos como *Ageniaspis citrícola*, *Elasmus tischeriae*, *Chrysoperla spp*, *Ceraeochrysa spp*, controlando a los patógenos mencionados.

Cuadro 22. Control fitosanitario

Número de aplicaciones	Agroquímicos	Dosis 200 l/agua	Plagas y enfermedades
Mayo	Mitac	1 L	Ácaros
	Applaud	200 g	Minador de los cítricos
	Indicate Regulador de pH	100 cc	Pulgones
	Cobre	400 cc	
	Fijador	100 cc	

3.8.5 COSECHA

Hubo siete cosechas, desde agosto a diciembre.

3.9 VARIABLES EXPERIMENTALES

Determinadas variables fueron analizadas durante dos períodos con el fin de verificar su cambio a través del tiempo.

3.9.1 DE PRODUCCIÓN

3.9.1.1 Diámetro del fruto

Medido con la ayuda de un calibrador Vernier de diez frutos por planta; variable expresada en centímetros.

3.9.1.2 Peso del fruto

Con la balanza eléctrica se pesó a los mismos frutos que se les tomó el diámetro, expresado en gramos.

3.9.1.3 Grosor de la cáscara

Diez limones representativos de la muestra fueron cortados por el diámetro ecuatorial, procediendo a medir con un calibrador Vernier el grosor de la cáscara; variable expresada en milímetros.

3.9.1.4 Número de frutos comerciales por árbol

Número total de frutos por árbol en todas las cosechas.

3.9.1.5 Rendimiento por hectárea

Peso de todos los frutos, durante siete cosechas y derivado a toneladas por hectárea, considerando diferentes densidades de siembra.

3.9.2 VARIABLES DE CALIDAD EN LABORATORIO DE POS-COSECHA

Para la determinación de las propiedades físico-químicas se tomaron 10 frutos a la altura del pecho y de la periferia del árbol, de cada uno de los tratamientos.

3.9.2.1 Sólidos solubles totales (Grados Brix)

Medidos con un refractómetro digital PR-100, escala 0 – 32 %, tomando diez frutos de cada árbol. El proceso consiste en agregar tres gotas de jugo sobre el refractómetro de cada una de las caras de cada fruto. Las lecturas obtenidas se promediaron para obtener un valor por tratamiento.

3.9.2.2 Porcentaje de acidez titulable

Protocolo:

Se tomaron 10 cc de jugo extraído con una pipeta graduada y depositado en un frasco Erlenmeyer de 250 cc; luego, se agregó 100 cc de agua destilada y unas gotas de solución alcohólica (al 50 % de agua) y fenolftaleína al 1 % como indicador. Se llenó la bureta con solución de hidróxido de sodio 0,1 N enrasando a cero, titulando el jugo, dejando caer lentamente la solución alcalina dentro del Erlenmeyer, agitando permanentemente hasta la aparición de una coloración rosada persistente.

Los centímetros cúbicos de hidróxido de sodio 0,1 N gastados, y multiplicados por el factor 0,064 da la acidez expresada en ácido cítrico anhidro que hay en 100 ml de jugo, $AT (\%) = G \times 0,064$.

Donde:

AT = Acidez titulable (% de ácido cítrico 100 ml de jugo)

G = ml de hidróxido de sodio gastado en la titulación

0,064 = factor ácido cítrico

3.9.2.3 Índice de madurez

Se obtiene esta variable utilizando la ecuación:

$$IM = \frac{\text{Grados Brix}}{\% \text{ Acidez titulable}}$$

3.9.2.4 Porcentaje de jugo

Determinado por la fórmula: Jugo (%) $\frac{CJ}{\text{Peso de 10 frutos}} \times 100$

Donde CJ es la cantidad del jugo extraído.

3.9.2.5 pH

Medido con pHmetro en el momento en que se determinó el porcentaje de jugo.

3.9.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se obtuvo siguiendo la metodología del CIMMYT, que considera los siguientes aspectos:

- Presupuesto parcial (rendimiento bruto, rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos variables, beneficios netos)
- Análisis de dominancia (costos que varían y beneficios netos)
- Análisis marginal (costos que varían, costos marginales, beneficios netos, beneficios netos marginales, tasa de retorno marginal)
- Tasa de retorno mínima aceptable, considerando 100 % para el presente ensayo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 VARIABLES AGRONÓMICAS

4.1.1.1 Diámetro del fruto

El análisis de la varianza (cuadros 18A) indica diferencia significativa en el primer periodo; la prueba de Tukey indica cinco grupos estadísticos (cuadro 23). Sobresale en el primer periodo el tratamiento 8 con 3,73 cm. En el segundo periodo todos los tratamientos tienen medias poblacionales iguales (cuadro 19); el tratamiento 1 (testigo, sin fertilizante) obtiene el menor diámetro con 3,90 cm y el tratamiento 11 ($N_{1000}P_{150}K_{200}$), 4,12 cm.

Cuadro 23. Comparación de medias, diámetro del fruto, períodos I, II. (cm).

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
$T_8-N_{750}P_{150}K_{300}$	3,73 a	$T_{11}-N_{1000}P_{150}K_{200}$	4,12 a
$T_4-N_{1250}P_0K_0$	3,72 a b	$T_6-N_{1000}P_{150}K_0$	4,11 a
$T_7-N_{1250}P_{150}K_0$	3,69 a b c	$T_2-N_{750}P_0K_0$	4,1 a
$T_6-N_{1000}P_{150}K_0$	3,66 a b c d	$T_4-N_{1250}P_0K_0$	4,09 a
$T_{12}-N_{1000}P_{150}K_{400}$	3,66 a b c d	$T_{10}-N_{1250}P_{150}K_{300}$	4,08 a
$T_1-N_0P_0K_0$	3,61 a b c d e	$T_{13}-N_{1000}P_{150}K_{500}$	4,05 a
$T_9-N_{1000}P_{150}K_{300}$	3,59 a b c d e	$T_3-N_{1000}P_0K_0$	4,05 a
$T_5-N_{750}P_{150}K_0$	3,55 a b c d e	$T_8-N_{750}P_{150}K_{300}$	4,05 a
$T_{10}-N_{1250}P_{150}K_{300}$	3,54 b c d e	$T_5-N_{750}P_{150}K_0$	4,04 a
$T_2-N_{750}P_0K_0$	3,52 c d e	$T_7-N_{1250}P_{150}K_0$	4,01 a
$T_3-N_{1000}P_0K_0$	3,52 c d e	$T_{12}-N_{1000}P_{150}K_{400}$	4,01 a
$T_{11}-N_{1000}P_{150}K_{200}$	3,48 d e	$T_9-N_{1000}P_{150}K_{300}$	3,99 a
$T_{13}-N_{1000}P_{150}K_{500}$	3,44 e	$T_1-N_0P_0K_0$	3,90 a
Media general	3,59	Media general	4,05

C. V. (%) = 2,16

Tukey= 0, 19362

C.V. (%) = 2,28

Tukey= 0, 22974

Al ser comparadas las medias del diámetro del fruto en dos periodos, el estadístico t encuentra diferencias en todos los tratamientos (cuadro 24).

Cuadro 24. Valor t, dos periodos, diámetro del fruto, cm.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Peso I	Peso II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	3,61	3,90	-0,29	0,23	-8,05	<0,0001
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	3,52	4,10	-0,58	0,26	-13,99	<0,0001
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	3,52	4,05	-0,53	0,26	-13,12	<0,0001
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	3,72	4,09	-0,36	0,28	-8,25	<0,0001
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	3,55	4,04	-0,49	0,29	-10,72	<0,0001
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	3,66	4,11	-0,45	0,31	-9,19	<0,0001
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	3,68	4,00	-0,32	0,26	-7,87	<0,0001
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,73	4,05	-0,32	0,26	-7,83	<0,0001
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,59	3,99	-0,4	0,29	-8,85	<0,0001
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,53	4,08	-0,55	0,32	-10,81	<0,0001
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	3,48	4,12	-0,64	0,21	-19,28	<0,0001
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	3,66	4,01	-0,35	0,28	-7,9	<0,0001
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	3,43	4,05	-0,62	0,22	-17,33	<0,0001

4.1.1.2 Peso del fruto

De acuerdo al análisis de la varianza (cuadros 20A y 21A) no hubo diferencias significativas en los dos periodos.

La prueba de Tukey señala medias poblacionales iguales, cuadro 25.

El estadístico t encuentra diferencia estadística (cuadro 26) en cada uno de los tratamientos en el periodo 1 y 2.

Cuadro 25. Comparación de medias, peso del fruto períodos I, II. (g).

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	30,06 a	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	37,83 a
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	29,89 a	T ₁₀ N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	36,70 a
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	29,84 a	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	36,22 a
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	29,54 a	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	36,18 a
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	28,88 a	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	36,07 a
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	28,48 a	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	35,40 a
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	28,28 a	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	34,95 a
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	27,66 a	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	34,74 a
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	27,30 a	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	34,21 a
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	27,28 a	T ₁₃ N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	33,91 a
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	27,14 a	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	33,74 a
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	26,99 a	T ₁₂ N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	33,74 a
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	26,46 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	31,41 a
Media general	28,29	Media general	35,01

C.V. (%)= 5,61
Tukey= 3,96032

C.V. (%)= 7,92
Tukey= 6,01096

Cuadro 26. Valor t, dos periodos, peso del fruto, g.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Peso I	Peso II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	26,46	31,41	-4,95	5,12	-6,12	<0,0001
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	27,28	36,07	-8,79	6,06	-9,18	<0,0001
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	27,65	35,40	-7,74	6,22	-7,87	<0,0001
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	30,06	34,74	-4,67	6,39	-4,63	<0,0001
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	29,84	36,22	-6,38	6,48	-6,22	<0,0001
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	28,48	37,82	-9,35	8,02	-7,37	<0,0001
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	28,88	34,21	-5,33	5,45	-6,18	<0,0001
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	29,89	34,95	-5,06	7,16	-4,47	0,0001
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	29,54	33,74	-4,2	8,2	-3,24	0,0025
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	28,28	36,70	-8,42	6,05	-8,8	<0,0001
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	27,30	36,18	-8,88	5,11	-11	<0,0001
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	26,99	33,74	-6,76	4,98	-8,57	<0,0001
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	27,14	33,91	-6,77	4,95	-8,-66	<0,0001

4.1.1.3 Grosor de la cáscara

Para esta variable, el análisis de la varianza encontró diferencias significativas entre los tratamientos en los dos períodos (cuadro 22A, 23A). La prueba de Tukey muestra cuatro grupos estadísticos en el primer y segundo período, cuadro 27. El tratamiento 1, presenta mayor grosor de la cáscara, en los dos periodos.

La prueba de t encontró diferencias significativas en los tratamientos 1 y 12, cuadro 28.

Cuadro 27. Comparación de medias, grosor de la cáscara del fruto, períodos I, II. mm.

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1,99 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	2,95 a
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,66 b	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,73 b
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,57 b c	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,65 b c
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,55 b c	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,60 b c d
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,52 b c d	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,53 b c d
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,52 b c d	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,51 b c d
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,51 b c d	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,51 b c d
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,45 b c d	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,50 b c d
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,43 b c d	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,46 b c d
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,41 b c d	T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,43 c d
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,39 c d	T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,38 c d
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,35 c d	T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,37 c d
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,28 d	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,34 d
Media general	1,51	Media general	1,612

C.V. (%)= 6,85
Tukey = 0,25774

C.V. (%)= 7,25
Tukey = 0,29119

Cuadro 28. Valor t, dos periodos, grosor de la cascara, mm.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	P (2 colas)
	Grosor I	Grosor II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	1,98	2,94	-0,96	0,47	-12,88	<0,0001
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,66	1,73	-0,07	0,41	-1,03	0,3116
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,52	1,65	-0,13	0,4	-1,99	0,0536
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,52	1,60	-0,08	0,3	-1,6	0,1185
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,55	1,51	0,04	0,35	-0,77	0,4447
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,51	1,51	0,00	0,39	-0,06	0,952
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,39	1,49	-0,10	0,33	-1,94	0,0592
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,41	1,46	-0,05	0,32	-1,08	0,2876
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,44	1,52	-0,08	0,32	-1,49	0,1436
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,43	1,42	0,01	0,36	-0,13	0,8955
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,28	1,34	-0,06	0,29	-1,35	0,1848
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,57	1,37	0,20	0,24	-5,28	<0,0001
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,34	1,37	-0,03	0,24	-0,73	0,4678

4.1.1.4 Número de frutos por plantas

El análisis de la varianza de esta variable (cuadro 24A) muestra diferencia significativa entre los tratamientos; la prueba de Tukey señala 2 grupos estadísticos, siendo el tratamiento 12 el que obtuvo mayor número de frutos por planta (cuadro 29).

Cuadro 29. Comparación de medias, número de frutos por planta, un solo período.

Tratamientos	Medias
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	2 432,07 a
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	2 006,47 a b
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1 919,21 a b
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1 910,22 a b
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1 781,46 a b
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1 734,03 a b
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1 693,51 a b
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1 641,63 a b
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1 581,24 a b
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1 504,77 a b
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1 415,22 a b
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1 249,45 a b
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1 009,53 b
Media general	1 682,99

C.V. (%)= 28,84 Tukey = 1 210,25300

4.1.1.5 Rendimiento kg/planta

El análisis de la varianza reveló diferencia significativa entre los tratamientos, (cuadro 25A). La prueba de Tukey presenta 2 grupos estadísticos, cuadro 30. El coeficiente de variación para esta variable fue 29,01 %.

Cuadro 30. Comparación de medias, rendimiento kg/planta.

Tratamientos	Medias
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	73,82 a
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	64,81 a b
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	62,54 a b
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	62,39 a b
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	58,33 a b
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	54,33 a b
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	53,12 a b
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	52,00 a b
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	50,12 a b
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,11 a b
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	46,09 a b
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	33,03 b
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	29,25 b
Media general	53,072

C.V. (%) = 29,01

Tukey = 38,18754

4.1.2 VARIABLES DE CALIDAD POSTCOSECHA

4.1.2.1 Porcentaje de jugo

En lo referente a esta variable (cuadro 31), el análisis de la varianza no muestra diferencia significativa (cuadros 26A, 27A).

La prueba de t, señala diferencia entre los tratamientos 3, 6, 7, 8, 10 y 12, cuadro 32.

Cuadro 31. Comparación de medias, porcentaje de jugo, períodos I, II.

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	51,78 a	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	49,11 a
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,90 a	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	48,92 a
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	45,94 a	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	48,45 a
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	44,45 a	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	48,39 a
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	44,35 a	T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	47,44 a
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	44,31 a	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	47,40 a
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	41,92 a	T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	47,04 a
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	40,61 a	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	46,90 a
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	40,61 a	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	45,90 a
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	38,17 a	T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	45,72 a
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	37,71 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	45,66 a
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	36,06 a	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	42,68 a
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	35,59 a	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	42,36 a
Media general	42,49	Media general	46,61

C.V. (%)= 16,37

C.V. (%)= 8,73

Tukey = 17,34828

Tukey = 10,14174

Cuadro 32. Valor t, dos periodos, porcentaje de jugo.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Periodo I	Periodo II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	37,71	45,66	-7,95	7,11	-2,24	0,1114
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	44,45	46,89	-2,44	5,59	-0,87	0,4465
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	40,61	48,39	-7,78	4,18	-3,72	0,0338
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	51,77	45,90	5,88	16,96	0,69	0,5378
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,90	42,36	8,54	10,83	1,58	0,2
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	35,58	48,92	-13,33	2,69	-9,91	0,0022
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	38,17	48,45	-10,28	3,2	-6,43	0,0076
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	36,05	49,11	-13,06	3,44	-7,59	0,0048
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	44,31	42,68	1,63	3,27	1	0,3918
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	41,92	47,44	-5,52	3,11	-3,56	0,0379
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	45,94	47,40	-1,46	5,47	-0,53	0,6304
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	40,62	47,04	-6,43	3,84	-3,35	0,044
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	44,35	45,72	-1,37	4,06	-0,68	0,5473

4.1.2.2 Grados Brix

El análisis de la varianza señala que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en el periodo 1, pero si en el periodo 2 (cuadro 28A y 29A). La prueba de Tukey señala 2 dos grupos estadísticos para el segundo periodo, cuadro 33.

Cuadro 33. Comparación de medias, grados Brix, dos periodos.

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	8,90 a	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	9,05 a
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	8,65 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	8,70 a b
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,58 a	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	8,50 a b
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,55 a	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	8,33 a b
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	8,48 a	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	8,33 a b
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	8,43 a	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,08 a b
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,43 a	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,03 a b
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	8,43 a	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	8,03 a b
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	8,40 a	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,03 a b
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	8,33 a	T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	7,83 a b
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,33 a	T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,70 a b
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,15 a	T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	7,58 a b
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	8,11 a	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,45 b
Media general	8,44	Media general	8,13

C.V. (%)= 8,25

C.V. (%)= 7,88

Tukey = 1,73734

Tukey = 1,59704

El estadístico t cuando se compara dos periodos, señala diferencia en los tratamientos 8, 9 y 10, cuadro 34.

Cuadro 34. Valor t, dos periodos, grados Brix.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Periodo I	Periodo II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	8,11	8,70	-0,59	0,73	-1,6	0,2073
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	8,48	8,33	0,15	0,37	0,81	0,4765
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	8,43	9,05	-0,63	0,52	-2,41	0,0951
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	8,33	8,33	0,0009	0,08	0,000000000000011	>0,9999
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,33	8,03	0,3	0,67	0,9	0,4355
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	8,40	8,50	-0,1	1,4	-0,14	0,8951
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,15	8,03	0,13	0,38	0,66	0,5551
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,43	8,08	0,35	0,13	5,42	0,0123
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,58	7,45	1,13	0,6	3,74	0,033
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,55	7,70	0,85	0,26	6,43	0,0076
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	8,90	8,03	0,88	0,91	1,93	0,1492
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	8,43	7,83	0,6	0,79	1,52	0,2249
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	8,65	7,58	1,08	0,93	2,32	0,1036

4.1.2.3 pH

El análisis de la varianza detalla diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 30A). La prueba de Tukey muestra cuatro grupos estadísticos, cuadro 35. El coeficiente de variación 1,76 % denota confiabilidad.

Cuadro 35. Comparación de medias, pH.

Dos periodos	
Tratamientos	Medias
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	2,76 a
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	2,74 a b
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	2,74 a b
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,71 a b c
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	2,64 a b c e
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,64 b c e
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	2,59 c e
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	2,59 c e
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	2,59 c e
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	2,56 e
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	2,56 e
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	2,55 e
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,54 e
Media general	2,63

C.V. (%)= 1,76

Tukey = 0,11579

4.1.2.4 Acidez titulable

Para esta variable, el análisis de la varianza no encontró diferencia significativa entre los tratamientos en ambos periodos, cuadros 31A y 32A, cuadro 36.

La prueba de t señala diferencias entre los tratamientos 1, 4, 5,7, 9, 10, 11 y 13, cuadro 37.

Cuadro 36. Comparación de medias, acidez titulable, periodos I, II. %.

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	6,51 a	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	8,29 a
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	6,13 a	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,02 a
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	6,08 a	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	7,92 a
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	5,99 a	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	7,71 a
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	5,86 a	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,70 a
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,74 a	T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	7,52 a
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	5,74 a	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	7,49 a
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,68 a	T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,47 a
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	5,60 a	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,44 a
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,52 a	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	7,36 a
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,51 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	7,15 a
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	5,06 a	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,08 a
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	4,90 a	T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	6,93 a
Media general	5,72	Media general	7,54

C.V. (%)= 15,25
Tukey = 2,17379

C.V. (%)= 8,03
Tukey = 1,51098

Cuadro 37. Valor t, dos periodos, acidez titulable, %.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Periodo I	Periodo II				
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	4,90	7,15	-2,25	0,36	-12,62	0,0011
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	6,08	7,36	-1,28	1,16	-2,2	0,1148
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	6,51	8,29	-1,78	1,56	-2,27	0,1078
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	5,74	7,49	-1,75	0,24	-14,56	0,0007
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,74	7,08	-1,34	0,18	-14,99	0,0006
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	5,98	7,92	-1,94	1,27	-3,06	0,055
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,52	7,70	-2,18	0,26	-16,56	0,0005
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	6,13	8,02	-1,89	1,29	-2,92	0,0613
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,50	7,44	-1,93	0,55	-6,99	0,006
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,68	7,47	-1,79	0,64	-5,58	0,0113
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	5,85	7,71	-1,86	1,13	-3,28	0,0463
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	5,06	6,93	-1,87	1,68	-2,21	0,1136
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	5,60	7,52	-1,92	0,39	-9,84	0,0022

4.1.2.5 Índice de madurez

El estadístico F (cuadro 33A) determina que las medias poblacionales en el primer periodo son iguales. En cambio, la prueba de Tukey identifica en el segundo periodo 2 grupos estadísticos, (cuadro 34A y 38).

Cuadro 38. Comparación de medias, índice de madurez, periodos I, II.

Periodo I		Periodo II	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,75 a	T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1,22 a
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1,65 a	T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,14 a b
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,58 a	T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,14 a b
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,57 a	T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,13 a b
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,55 a	T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,11 a b
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,51 a	T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,10 a b
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,49 a	T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,08 a b
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,48 a	T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,04 a b
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,46 a	T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,04 a b
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,45 a	T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,03 b
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,43 a	T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,01 b
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,39 a	T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,01 b
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,32 a	T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,00 b
Media general	1,51	Media general	1,08

C.V. (%)= 15,41

Tukey = 0,57931

C.V. (%)= 6,75

Tukey = 0,18194

Cuando se compara cada uno de los tratamientos en los dos periodos, el estadístico t encuentra diferencias en los tratamientos 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, cuadro 39.

Cuadro 39. Valor t, dos periodos, índice de madurez.

Tratamientos	Medias		Diferencia de medias	Desviación Estándar de la diferencia de medias	t	p(2 colas)
	Periodo I	Periodo II				
T ₁ - N ₀ P ₀ K ₀	1,66	1,22	0,44	0,07	13,27	0,0009
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,43	1,13	0,29	0,28	2,12	0,1238
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,32	1,10	0,22	0,24	1,81	0,1677
T ₄ - N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,46	1,11	0,35	0,09	8,14	0,0039
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,48	1,14	0,34	0,2	3,41	0,0422
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,45	1,08	0,37	0,35	2,12	0,1247
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,48	1,04	0,44	0,13	6,59	0,0071
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,39	1,01	0,38	0,22	3,48	0,0401
T ₉ - N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,57	1,00	0,57	0,21	5,44	0,0122
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,50	1,03	0,47	0,14	6,72	0,0067
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,55	1,04	0,51	0,25	4,11	0,0261
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,74	1,13	0,61	0,46	2,67	0,0758
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,57	1,00	0,57	0,24	4,66	0,0186

4.1.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

De acuerdo al análisis del presupuesto parcial (cuadros 40, 41, 42) el mayor beneficio bruto y neto ocurre en el tratamiento 12 con 5 968,55 y 5 193,75 dólares, respectivamente. El mayor costo que varía lo asume el tratamiento 13 con 870,23 dólares que se explica en la dosis N₁₀₀₀P₁₅₀K₅₀₀, es decir a mayor dosis de NPK por planta, mayor necesidad de recursos económicos. El menor valor corresponde al tratamiento testigo, pues al ser un tratamiento de comparación, no se le aplicó fertilización edáfica.

Se puede asumir que en economía a medida que aumentan los costos que varían también aumentan los beneficios netos. Según metodología, CYMYT, si esto no ocurre todos los tratamientos son dominados y por lo tanto descartados. Bajo este criterio el cuadro 41 determina dominados los tratamientos 2, 6, 3, 7, 4, 8, 11, 9, 10 y 13.

Cuadro 40. Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares.

Tratamientos	Rendimiento bruto kg/planta	Rendimiento ajustado 2 % kg/planta	Sacos / planta	Plantas / ha, densidad 5,5 x 5,5	Precio unitario, Saco	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
1 N ₀ P ₀ K ₀	29,25	28,67	0,72	330	10	2 365,06	0,00	2 365,06
2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	54,33	53,25	1,33	330	10	4 392,78	301,32	4 091,47
3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	33,03	32,36	0,81	330	10	2 670,07	401,33	2 268,74
4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	64,81	63,51	1,59	330	10	5 239,89	502,56	4 737,32
5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	62,54	61,29	1,53	330	10	5 056,36	277,26	4 779,10
6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	50,12	49,12	1,23	330	10	4 052,20	377,25	3 674,95
7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,11	49,11	1,23	330	10	4 051,60	478,50	3 573,09
8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	62,39	61,14	1,53	330	10	5 044,03	582,11	4 461,92
9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	53,12	52,06	1,30	330	10	4 294,95	682,13	3 612,83
10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	46,09	45,16	1,13	330	10	3 725,97	783,36	2 942,61
11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	52,00	50,96	1,27	330	10	4 204,40	589,47	3 614,93
12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	73,82	72,35	1,81	330	10	5 968,55	774,80	5 193,75
13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	54,77	53,67	1,34	330	10	4 428,15	870,23	3 557,92

Cuadro 41. Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares.

Tratamientos	Costos que varían (ha)	Beneficios netos (ha)
T1 N ₀ P ₀ K ₀	0,00	2 365,06
T5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	277,26	4 779,10
T2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	301,32	4 091,47 D
T6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	377,25	3 674,95 D
T3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	401,33	2 268,74 D
T7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	478,50	3 573,09 D
T4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	502,56	4 737,32 D
T8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	582,11	4 461,92 D
T11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	589,47	3 614,93 D
T9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	682,13	3 612,83 D
T12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	774,80	5 193,75
T10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	783,36	2 942,61 D
T13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	870,23	3 557,92 D

Cuadro 42. Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus Aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 5,5 x 5,5 m. Dólares.

Tratamientos	Costos que varían (ha)	Costos marginales (ha)	Beneficios netos (ha)	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal %	Tasa de retorno mínima aceptable %
T1 N ₀ P ₁₅₀ K ₀	0		2 365,06			
		277,26		2 414,04	870,7	100
T5 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	277,26		4 779,10			
		497,54		414,65	83,3	100
T12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	774,80		5 193,75			

Se estableció la relación beneficio neto marginal (aumento beneficio neto)/ costo marginal (aumento de los costos que varían) del tratamiento 5 con respecto al tratamiento 1, resultando 870,70 % lo que significa recuperar \$ 87,07 dólares incluido el dólar utilizado, al cambiar de una tecnología a otra. Si se considera una tasa de retorno mínima aceptable 100 % entonces se descarta la relación tratamiento 12 / tratamiento 5, pues apenas alcanza 83,3 %. También el análisis permite indicar que no siempre el tratamiento que alcanza el mejor resultado es el más recomendable, pues debe considerarse el recurso invertido.

Cuadro 43. Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia* Swingle v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares.

Tratamientos	Rendimiento bruto kg/planta	Rendimiento ajustado 2 % kg/planta	Sacos/ planta	Plantas/ ha, densidad 6 x 6	Precio unitario, Saco	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
1 N ₀ P ₀ K ₀	29,25	28,67	0,72	277	10	1 985,22	0,00	1 985,22
2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	54,33	53,25	1,33	277	10	3 687,28	252,92	3 434,35
3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	33,03	32,36	0,81	277	10	2 241,24	336,87	1 904,37
4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	64,81	63,51	1,59	277	10	4 398,33	421,85	3 976,48
5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	62,54	61,29	1,53	277	10	4 244,28	232,73	4 011,55
6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	50,12	49,12	1,23	277	10	3 401,39	316,66	3 084,73
7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,11	49,11	1,23	277	10	3 400,88	401,65	2 999,23
8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	62,39	61,14	1,53	277	10	4 233,93	488,62	3 745,30
9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	53,12	52,06	1,30	277	10	3 605,16	572,57	3 032,58
10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	46,09	45,16	1,13	277	10	3 127,56	657,55	2 470,01
11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	52,00	50,96	1,27	277	10	3 529,15	494,80	3 034,35
12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	73,82	72,35	1,81	277	10	5 009,96	650,36	4 359,60
13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	54,77	53,67	1,34	277	10	3 716,97	730,47	2 986,50

Cuadro 44. Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares.

Tratamientos	Costo que varían (ha)	Beneficios netos (ha)
1 N ₀ P ₀ K ₀	0,00	1 985,22
5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	232,73	4 011,55
2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	252,92	3 434,35 D
6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	316,66	3 084,73 D
3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	336,87	1 904,37 D
7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	401,65	2 999,23 D
4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	421,85	3 976,48 D
8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	488,62	3 745,30 D
11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	494,80	3 034,35 D
9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	572,57	3 032,58 D
12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	650,36	4 359,60
10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	657,55	2 470,01 D
13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	730,47	2 986,50 D

Cuadro 45. Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus Aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 6 x 6 m. Dólares.

Tratamientos	Costos que varían (ha)	Costos marginales (ha)	Beneficios netos (ha)	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal %	Tasa de retorno mínima aceptable %
T1 N ₀ P ₀ K ₀	0		1 985,22			
		232,73		2 026,33	870,7	100
T5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	232,73		4 011,55			
		417,63		348,05	83,3	100
T12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	650,36		4 359,60			

Cuadro 46. Presupuesto parcial del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares.

Tratamientos	Rendimiento bruto kg/planta	Rendimiento ajustado 2 % kg/planta	Sacos/planta	Plantas / ha, Densidad 7 x 7	Precio unitario, Saco	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
1 N ₀ P ₀ K ₀	29,25	28,67	0,72	204	10	1 462,04	0,00	1 462,04
2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	54,33	53,25	1,33	204	10	2 715,54	186,27	2 529,27
3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	33,03	32,36	0,81	204	10	1 650,59	248,10	1 402,49
4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	64,81	63,51	1,59	204	10	3 239,20	310,68	2 928,53
5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	62,54	61,29	1,53	204	10	3 125,75	171,39	2 954,35
6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	50,12	49,12	1,23	204	10	2 505,00	233,21	2 271,79
7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	50,11	49,11	1,23	204	10	2 504,62	295,80	2 208,82
8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	62,39	61,14	1,53	204	10	3 118,13	359,85	2 758,27
9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	53,12	52,06	1,30	204	10	2 655,06	421,68	2 233,38
10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	46,09	45,16	1,13	204	10	2 303,33	484,26	1 819,07
11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	52,00	50,96	1,27	204	10	2 599,08	364,40	2 234,68
12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	73,82	72,35	1,81	204	10	3 689,65	478,97	3 210,68
13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	54,77	53,67	1,34	204	10	2 737,40	537,96	2 199,44

Cuadro 47. Análisis de dominancia del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares.

Tratamientos	Costo que varían (ha)	Beneficios netos (ha)
1 N ₀ P ₀ K ₀	0,00	1 462,04
5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	171,39	2 954,35
2 N ₇₅₀ P ₀ K ₀	186,27	2 529,27 D
6 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	233,21	2 271,79 D
3 N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	248,10	1 402,49 D
7 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	295,80	2 208,82 D
4 N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	310,68	2 928,53 D
8 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	359,85	2 758,27 D
11 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	364,40	2 234,68 D
9 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	421,68	2 233,38 D
12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	478,97	3 210,68
10 N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	484,26	1 819,07 D
13 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	537,96	2 199,44 D

Cuadro 48. Análisis marginal del experimento: “Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, Santa Elena, 2009. Densidad de siembra 7 x 7 m. Dólares.

Tratamientos	Costos que varían (ha)	Costos marginales (ha)	Beneficios netos (ha)	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal %	Tasa de retorno mínima aceptable %
T1 N ₀ P ₀ K ₀	0		1462,04			
		171,39		1 492,31	870,7	100
T5 N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	171,39		2 954,35			
		307,58		256,33	83,3	100
T12 N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	478,97		3 210,68			

Igual tasa de retorno marginal se observa, cuando se analiza la producción con las densidades 6 x 6 y 7 x 7, pero numéricamente los beneficios disminuyen a medida que aumenta la densidad, (cuadros 43, 44, 45, 46, 47, 48).

4.2 DISCUSIÓN

El diámetro del fruto osciló entre 3,44 y 3,73 cm en el primer periodo y entre 3,90 y 4,12 cm en el segundo periodo, cifras que se sitúan alrededor de lo alcanzado por CAIZA BRIONES JR. (1992); PÉREZ ZAMORA O. (2002); CEVALLOS GILER DA. y CEVALLOS GILER MO. (2007) e INIAP (2005) en diferentes investigaciones. En el segundo periodo hay un incremento del diámetro del fruto en todos los tratamientos.

En el peso del fruto, la prueba de Tukey no encontró diferencias significativas entre los tratamientos en el primer y segundo periodo; en ambas etapas el testigo absoluto $N_0P_0K_0$ ocupa el último lugar; esta variable en el segundo periodo supera lo alcanzado por CAIZA BRIONES JR. (1992) y PÉREZ ZAMORA O. (2002), quien obtuvo valores entre 32,2 y 34,8 gramos.

La cáscara es más gruesa en el tratamiento 1, en ambos periodos. Es posible que esté relacionado con la falta de fósforo móvil en el suelo, pues el pH del suelo es 7,9. Sin embargo, no es alarmante y no se sitúa por ejemplo en lo que manifiesta ROMÁN H., CA. (1994) al decir que la falta de fósforo produce frutos con cáscara gruesa y con un hueco en el centro.

Si bien el testigo absoluto con 1 009,53 frutos por planta forma parte del segundo grupo estadístico, ocupa el último lugar, habiendo una diferencia de 1 422,54 frutos con relación al tratamiento 12, que ocupa el primer lugar. Esto demuestra la influencia de los elementos nutritivos solos o en combinación en esta variable.

Todas las variables de calidad postcosecha giran alrededor de lo obtenido por investigadores de América Latina; incluso el porcentaje de jugo del tratamiento testigo en ambos periodos supera a tratamientos que recibieron nitrógeno, fósforo y potasio. Posiblemente se explica en el contenido de elementos en el suelo, por ejemplo fósforo y potasio. En esta variable los demás tratamientos no siguen un orden de acuerdo a las dosis recibida en los dos periodos; supera a AVILÁN L. y RENGIFO C. (1998), CEVALLOS GILER DA. y CEVALLOS GILER MO. (2007).

Por último, la prueba de Tukey señala diferencias significativas en el rendimiento por planta durante el periodo analizado. El tratamiento testigo alcanzó 29,25 kg/planta a diferencia del tratamiento 12, que obtuvo 73,82 kg/planta. También los tratamientos $N_{1250}P_0K_0$, $N_{750}P_{150}K_0$, $N_{750}P_{150}K_{300}$, alcanzaron rendimientos aceptables, concluyendo que, el nitrógeno solo o en combinación con fósforo y con fósforo y potasio refleja rendimientos aceptables.

En este sentido, FRANCIOSI R. *et al* (1977) dice: la existencia de cantidades de nitrógeno asimilable en el suelo antes y durante la floración, cuajado del fruto y comienzo del desarrollo del mismo, favorece notablemente la producción.

Los resultados de la investigación permiten rechazar la hipótesis planteada, pues las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio tributan a diferentes rendimientos kg/planta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El rendimiento kg/planta se incrementó a diferencia del testigo, donde se aplicó nitrógeno sólo, nitrógeno más fósforo ó nitrógeno más fósforo y potasio.
2. A excepción del tratamiento 12, el potasio no es determinante en el rendimiento. Esto seguramente encuentra explicación en la movilidad del elemento, a esta dosis, cuando se aplica riego.
3. Las variables agronómicas y de calidad postcosecha giran alrededor de lo alcanzado por algunas investigaciones de América Latina, lo que demuestra la influencia de los elementos estudiados en la producción.
4. En forma preliminar el tratamiento $5(N_{750}P_{150}K_0)$, es el más rentable, pues la tasa de retorno marginal 879,70 % supera la tasa de retorno mínima aceptable.
5. El único macroelemento limitante en la producción, en las condiciones agroecológicas del presente experimento, es el nitrógeno. En cuanto al fósforo, solo se requiere fertilización de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones que relacionen el contenido foliar de los macro y microelementos con el estado nutrimental del suelo y sirva como base de sistemas de fertilización.

2. Implementar programas de investigación que consideren el efecto de los microelementos en la producción y en los parámetros de calidad del limón criollo.
3. Investigar con dosis cercanas a $N_{750}P_{150}$ sin aplicar potasio al suelo.
4. Implementar una base de datos que tributen a establecer NORMAS DRIS.
5. Diseñar, considerando los resultados preliminares de esta investigación, programas de fertilización o paquetes tecnológicos para los citricultores, que permitan obtener mayor producción.
6. Efectuar investigaciones en plagas y enfermedades, utilizando organismos benéficos presentes en los cítricos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO PÉREZ Y. (s.f.). Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de los frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Cuba, s.e. p. 3-23

ÁLVAREZ ARMENTA R. *et al.* 2005. Reguladores de crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. *Agric. Téc. Méx* [online]. 2008, vol.34, n.1, Mex, s.c. pp. 5-11. ISSN 0568-2517.

AMÓRTEGUI I. 2001. El cultivo de los cítricos. Corporación para la promoción del desarrollo rural y agroindustrial de Tolima. en línea. Consultado el 30 abr. 2009. Disponible en [http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/El control de los cítricos limón. Pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/El%20control%20de%20los%20cítricos%20limón.Pdf).

ATCITRUS 2006. en línea. Consultado el 28 de nov. Disponible en http://www.atcitrus.com/noticia.asp?seccion=sec_derecha&id=420

AVILAN L. 1986. *Suelos y Fertilización para cítricos. Foniap divulga No 22.* en línea. Consultado el 30 de abr. 2009. Disponible en <http://ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd22/texto/fertilizantecitrito.htm>

AVILÁN L. y RENGIFO C. 1988. Los Cítricos. 1 ed. Caracas, América. C. 280-286 p.

BÁCULA B.M. y VILLACHICA L.H. (s.f.). Fruticultura General II. Programa de Investigación en Frutales. Universidad Nacional Agrarias “La Molina”. Lima-Perú.

BRAVO A., M (2008). Nutrición Cítricos 2008. en línea. Consultado el 20 ene. 2009. Disponibles en www.cesavesin.gob.mx/memoria/citricos/Ing_Aldo.pdf

CAIZA BRIONES JR. 1992. Estudio de fuentes y dosis de nitrógeno para el cultivo de limón criollo (*Citrus aurantifolia L.*) (Christm) Swingle, en la Provincia de Manabí. Tesis Ing. Agro. Portoviejo, EC. Universidad Técnica de Manabí. p. 40

CARTAYA RUBIO O., REYNALDO ESCOBAR I. y NOGUEIRAS LIMA C. 2002. Caracterización química del complejo de bioflavonoides del limón (CBL). Temas de ciencia y tecnología. vol. 6 número 18. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas., Dpto. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Laboratorio de Productos Naturales Facultad de Química Universidad de la Habana. Cuba. e.s.

CASTLE, W.S. y GMITTER F.G. 1999. Citado por MANNER I. HARLY *et al* (2006). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. en línea. Consultado el 26 dic. 2009. Disponible en www.traditionaltree.org.

CEVALLOS GILER DA. y CEVALLOS GILER MO. 2007. Evaluación de tres dosis de ácido giberélico sobre la calidad de limón criollo (*Citrus aurantifolia L.*) Swing. En pre y post-cosecha. En el sitio Bígua del cantón Jama. Tesis Ing. Agr. Manabí, EC. Universidad Técnica de Manabí.

DAVENPORT T.L. 1990. Citrus flowering. Hort. s.n.t. Rev. 12, 349-408.

DAVIS FREDERICK S. y ALBRIGO L. GENE 1994. Cítricos CAB INTERNATIONAL. Traduc. José Mas Candela, Acribia, S.A. Zaragoza, España

DOMÍNGUEZ E. *et al* 2003. Aumento de la vida postcosecha del limón mexicano (*Citrus aurantifolia Swingle*) producido en Apatzingán, Mich., mediante el uso de recubrimientos naturales a diferentes temperaturas de almacenamiento. Revista

Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, año/vol. 5, número 002, S.C. Hermosillo, Méx. p. 128-133

ESCOBEDO ÁLVAREZ J. 2003. en línea. Consultado el 24 de diciembre 2008. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/11531003/fruticultura>

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1991. El cultivo de los cítricos. 8 ed. Colombia, Litografía Cafetera Ltda. 28 p

FRANCIOSI R. *et al* (1977). El cultivo de cítricos. Programa de Investigación en frutales. Universidad Nacional Agraria – La Molina. Boletín técnico. PIF –No. 1

GAT. (s.f.) Fertirrigación en cítricos. en línea. Consultado el 30 abr. 2009. Disponible en www.gatfertilizados.com/citricos.pdf -

GÓMEZ DE BARREDA 1982. *Control de malezas en cítricos. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid. 18 p.*

GONZABAY GX. y GALDEA JA. 2004. Estudio Agro-socioeconómico de los citricultores del Valle del Río Valdivia, Parroquia Manglaralto, Cantón Santa Elena, Provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr. La Libertad, EC. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 35 p.

GONZALES ESQUITIN AL. 2004. Estudio elemental de citricultura para productores del estado de Veracruz Mex. en línea Consultado el 29 dic. 2009. Disponible en www.concitver.com/./manualbuenaspracticamoscafruta2004.p

GONZALES SICILIA E. 1963. El Cultivo de los Agrios. INIA, Madrid. España

GRÜNAUER ESPIN C.C. 2009. “Influencia del Secado sobre la Captación de Agua de Pectina extraída a partir de *Citrus x Aurantifolia Swingle*”. Tesis Ing. Alim. Guayaquil, EC., Escuela Superior Politécnica del Litoral

HARO y GUZMAN L. 1979. Estudio sobre el crecimiento y maduración del “Limón Mexicano” Mex. 417 – 422 p.

INFOJARDIN (s.f.). Trastornos o Fisiopatías de los cítricos. en línea Consultado el 7 may. 2009. Disponible en <http://www.infojardin.com/>

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP. 1992. Climas, Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos en el Litoral Ecuatoriano. Pichilingue, EC. Manual Técnico No. 26 p.15

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP EC. 2007. “Desarrollo de prácticas de manejo de huertos frutícolas” Programa de fruticultura. 50503. Informe técnico anual. Portoviejo, EC. Pag.49

INSTITUTO DEL POTASIO Y DEL FOSFORO EN CANADÁ INPOFOS. s.f. Potasa

INTERNATIONAL PLANT NUTRICIÓN INSTITUTE IPNI (s.f.). Identificación de los Problemas Nutricionales en Cítricos. Síntomas de Deficiencia de Nutrientes. en línea. Consultado el 5 de may.2009. Disponible [www.ipni.net/ppiweb/gltamn.nsf/\\$webindex/article=CDCF49FC05256ED6004D35F43EA2.-21k](http://www.ipni.net/ppiweb/gltamn.nsf/$webindex/article=CDCF49FC05256ED6004D35F43EA2.-21k)

IRIGOYEN JN. 2007. El diagnóstico visual de las deficiencias nutricionales en los cítricos. en línea. Técnico del Programa MAG-FRUTAL-ES, Santa Tecla. El Salvador. Consultado el 5 may 2009. Disponible en <http://frutal-es.com/docs/centro/Deficiencias.pdf>

JONES W., EMBLENTON T. y STEINACKER M. 1957. Nitrogen fertilizar as realted to orange quality and yield. California Citrograph p. 3; p12

K+S KALI 2008. Cítricos. en línea. Consultado el 7 de may. 2009. Disponible en http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/citrus.htm

KAMPFER M. y UEXKULL H. 1963. Nuevos conocimientos sobre la fertilización de cítricos. Hannover Verlags Gesellschaft fur Akerban mb. 104 p.ç

LA VILLE E. 1979. Hilisation d' un Nouveau fongicide systemique: l'Aliette dans la lutte contre la gomose a Phytophthora des agrumes. p.41

MALAVOLTA, E. 1981. Nutricao mineral e adubacao dos citrus. Ed. T. Yamada. Piracicaba. Instituto da Potasa. Boletín Técnico 5.. pp. 13 – 17.

MARTINI BRAVO A. 2008. Nutrición de los Cítricos. en línea. Consultado el 26 dic 2009. Disponible en www.cesavesin.gob.mx/memoria/citricos/Ing_Aldo.pdf

MEDINA URRUTIA VM., ROBLES GONZALES MM. y VELÁZQUEZ MONREAL JJ. 2007. Comportamiento de dos cultivares de limón mexicano (*Citrus aurantifolia Swingle*) en portainjertos desarrollados en suelos con dos profundidades. en línea. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Tecomán. Mex. Revista Chapingo, Serie Horticultura 15 (1). p. 49-55, 2009.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA MAG. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, CR. e.s.

MINISTERIO DE FOMENTO. 1971. Anuario Estadístico. Caracas. s.e. Cuadro IX – 5. p 307

MOLINA E. (s.f.). Nutrición y fertilización de la naranja. en línea. Informaciones Agronómicas No. 40. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. CR. Consultado el 30 abr. 2009. Disponible en [www.ppi-ppic.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/.../\\$file/Nutrición+y+fertilización+de+la+naranja.pdf](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/.../$file/Nutrición+y+fertilización+de+la+naranja.pdf).

MORÍN L., CH. (s.f.). Nutrición de los Cítricos. Universidad Nacional Agrarias “La Molina” .Elaborado por el programa de investigaciones en frutales. s.f.. Fruticultura General II. Lima-Perú

MORTON JF. 1987. Mexican Lime. Frutos de climas cálidos. en línea. Mexicana de cal. p. p. 168–172. 168-172. In: Fruits of warm climates., Miami, FL. Consultado el 26 dic. 2009. Disponible en http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mexican_lime.html

NORMA MEXICANA NMX-FF-087-SCFI-2001. Productos Alimenticios no Industrializados para uso Humano – Fruta Fresca – Limón Mexicano (*Citrus aurantifolia swingle*). s.f. en línea. Consultado el 1 ene. 2010. Disponible en www.grupopm.com/downloads/trade/michparte5.pdf

OBREZA T. (2003). Importancia del potasio en un programa de Nutrición de cítricos. en línea. Informaciones Agronómicas. Consultado el 31 ene. 2010. Disponible en [http://www.potafos.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/C985C53941C13AA905256E2406CEB40/\\$file/Importancia+del+Potasio+en+un+Programa+de+Nutrici%C3%B3n+de+C%C3%ADtricos.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/C985C53941C13AA905256E2406CEB40/$file/Importancia+del+Potasio+en+un+Programa+de+Nutrici%C3%B3n+de+C%C3%ADtricos.pdf)

OLIVERA ARTEAGA C. 1991. El cultivo de los cítricos en el valle de Huaral-Chancay. Fundación para el desarrollo del agropecuario “FUNDAGRO” Huaral, s.e. Perú

ORDUZ-RODRÍGUEZ: JA. 2007. Ecofisiología de los Cítricos en el Trópico: Revisión y Perspectivas. en línea. Centro de Investigación La Libertad, CORPOICA, Villavicencio, Meta (Col. http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/oferta/Ecofisiologia_ctricos._Cong._Horticultura.pdf.

PALACIOS J. 1978. Citricultura Moderna. 1 ed. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur S.A. 409 p.

PÉREZ ZAMORA O. 2002. Evaluación de mejoradores del suelo en limón mexicano. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Méx. Terra Latinoamericana. Vol. 20, No. 003. p 337-346

PÉREZ ZAMORA O. y OROZCO ROMERO J. 2001. Campo Experimental Tecomán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tecomán, Colima, México. Terra Latinoamericana 22: 99-108.

RIVERO JM. 1968. Los estados de carencia de los agrios. Madrid. Mundi – prensa. 310p.

RODRÍGUEZ O. 1980. Nutricao e edubacao los citros. Em Micronutrientes. Campinas. s.n.t. Fundacao Cargill. p.107-124.

ROMÁN H. C.A. 1994. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA, Memorias del curso de actualización de Frutas Tropicales, CRECED.

CORPORACIÓN COLOMBINA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
CORPOICA. Valle Calido. del Alto Magdalena. Programa de Frutas Tropicales
C.I. s.e. CO.

RSAMICROTECH LLC s.f. Boletín técnico. en línea Consultado el 7 de may
2009. Disponible en
[http://www.rsamicrotech.com/documents/RSALiquidCopper5TechnicalBulletinS
PA.pdf](http://www.rsamicrotech.com/documents/RSALiquidCopper5TechnicalBulletinSPA.pdf)

SÁNCHEZ LA., JARAMILLO C. y TORO JC. 1987. Fruticultura Colombiana
CO. 105 p.

SMITH P. 1966. Leaf and analysis of citrus. In Temperate to tropical fruit
nutrition. Ed. N.F. Childers.. Horticultural Publications. Rutgers State University
s.e. New Jersey p.208-228

VILLALBA MIRNA, YEPES I.M., ARRÁZOLA I.G. 2005. en línea.
Caracterización Fisicoquímica de Frutas de la Zona del Sinu para su
Agroindustrializacion

VIOLA, R. 2004. Approaches to regulate the L–ascorbic acid content of
commercially important plants. Health and nutrition home Scotland U. K. s.n.t.

ANEXOS

Cuadro 1A. Promedios diámetro del fruto, (cm) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	3,67	3,56	3,62	3,59
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	3,48	3,50	3,50	3,58
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	3,53	3,47	3,52	3,55
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	3,66	3,80	3,71	3,72
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	3,55	3,49	3,62	3,55
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	3,76	3,71	3,61	3,56
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	3,80	3,59	3,68	3,68
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,81	3,75	3,83	3,54
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,61	3,63	3,54	3,57
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,43	3,73	3,45	3,53
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	3,56	3,46	3,45	3,45
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	3,61	3,64	3,62	3,77
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	3,43	3,49	3,34	3,48

Cuadro 2A. Promedios diámetro del fruto, (cm) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 31 diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	3,97	3,93	3,80	3,90
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	4,22	4,03	4,10	4,03
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	4,00	4,02	3,99	4,19
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	4,15	3,97	4,14	4,09
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	3,91	4,13	4,08	4,04
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	4,09	3,93	4,28	4,15
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	4,01	3,99	4,00	4,02
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	4,07	4,01	4,11	4,02
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	3,83	3,97	4,21	3,95
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	4,21	4,01	4,02	4,08
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	4,10	4,08	4,13	4,15
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	3,98	3,94	4,13	3,98
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	3,92	4,10	4,08	4,09

Cuadro 3A. Promedios peso del fruto, (g) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	27,89	25,34	26,62	25,98
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	26,03	28,13	27,36	27,58
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	28,50	26,72	26,23	29,17
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	28,40	32,63	29,16	30,06
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	29,32	28,42	31,78	29,84
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	31,35	29,59	27,61	25,37
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	30,25	28,98	27,58	28,72
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	30,82	29,92	32,01	26,81
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	28,30	31,13	28,15	30,57
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	27,78	31,01	26,89	27,44
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	28,87	27,27	26,94	26,11
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	28,61	27,48	26,25	25,61
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	25,45	27,58	26,91	28,60

Cuadro 4A. Promedios peso del fruto, (g) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 31 diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	29,38	31,75	33,10	31,41
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	36,13	34,60	39,45	34,09
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	33,46	34,03	34,68	39,43
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	34,61	32,92	36,68	34,74
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	38,67	38,59	31,40	36,22
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	36,62	32,50	42,92	39,26
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	33,89	35,01	33,16	34,77
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	35,00	34,34	36,60	33,87
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	28,59	33,27	41,37	31,71
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	39,29	35,07	35,43	36,99
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	35,02	35,46	35,44	38,80
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	33,26	32,60	35,93	33,17
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	29,27	36,42	35,31	34,64

Cuadro 5A. Promedios grosor de la cáscara del fruto, (mm) I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, 2 octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	2,07	1,90	1,99	1,99
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,76	1,62	1,57	1,70
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,53	1,70	1,32	1,54
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,46	1,60	1,50	1,52
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,61	1,66	1,39	1,55
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,51	1,64	1,46	1,44
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,47	1,38	1,39	1,33
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,48	1,51	1,40	1,24
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,53	1,50	1,32	1,44
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,52	1,44	1,29	1,48
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,32	1,22	1,40	1,17
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,58	1,38	1,74	1,57
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,45	1,24	1,39	1,31

Cuadro 6A. Promedios grosor de la cáscara del fruto, (mm) II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	3,25	2,81	2,78	2,94
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,69	1,82	1,48	1,93
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,70	1,62	1,66	1,63
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,76	1,50	1,54	1,60
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,62	1,48	1,44	1,51
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,37	1,41	1,62	1,64
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,62	1,54	1,37	1,45
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,48	1,51	1,46	1,40
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,64	1,53	1,56	1,37
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,51	1,34	1,43	1,42
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,30	1,38	1,30	1,39
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,40	1,26	1,47	1,36
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,54	1,33	1,32	1,31

Cuadro 7A. Promedios número de frutos por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre - diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	880,42	1 277,52	1 181,79	698,38	4 038,11	1 009,53
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	2 078,81	1 666,51	802,83	2 387,96	6 936,10	1 734,03
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1 766,01	1 219,77	1 014,87	997,14	4 997,80	1 249,45
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	2 708,99	1 615,44	1 968,65	1 732,79	8 025,87	2 006,47
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1 882,18	807,27	3 058,00	1 893,43	7 640,88	1 910,22
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1 658,89	1 302,95	1 648,87	1 408,37	6 019,08	1 504,77
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	2 374,00	1 605,04	1 100,19	1 245,71	6 324,93	1 581,23
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2 147,68	1 853,61	1 967,56	1 707,98	7 676,82	1 919,20
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1 733,87	1 799,69	1 189,82	2 050,67	6 774,06	1 693,51
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1 836,64	1 082,14	1 274,91	1 467,17	5 660,86	1 415,21
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	2 079,13	1 670,39	1 763,30	1 053,70	6 566,52	1 641,63
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	2 372,85	3 189,40	2 141,88	2 024,16	9 728,29	2 432,07
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1 457,89	2 407,59	1 866,02	1 394,35	7 125,84	1 781,46

Cuadro 8A. Promedios rendimiento (kg) por planta. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre - diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	X
	I	II	III	IV		
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	25,21	36,47	35,29	20,04	142,02	29,2525
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	64,6	52,27	26,82	73,64	281,93	54,3325
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	45,05	37,05	30,91	19,09	269,43	33,025
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	85,34	52,95	64,81	56,14	259,24	64,81
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	63,98	27,05	96,59	62,54	250,15	62,54
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	56,38	40,45	58,14	45,51	238,08	50,12
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	76,14	51,35	33,41	39,55	200,44	50,1125
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	70,68	59,55	67,5	51,82	249,55	62,3875
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	49,32	57,95	41,36	63,86	212,5	53,1225
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	61,59	35,75	39,73	47,27	245,93	46,085
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	66,42	52,39	55	34,2	274,43	52,0025
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	73,41	95,8	66,59	59,49	295,28	73,8225
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	39,89	77,05	58,05	44,09	219,07	54,77

Cuadro 9A. Promedios porcentaje de jugo, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	39,45	36,30	37,95	37,15
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	44,19	42,66	40,93	50,03
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	45,78	41,17	36,97	38,51
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	40,54	76,61	37,38	52,57
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	40,93	40,46	70,81	51,39
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	35,73	38,20	33,33	35,08
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	36,36	41,75	36,26	38,30
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	32,44	35,10	34,90	41,78
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	42,40	42,73	47,95	44,16
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	41,40	43,54	37,18	45,55
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	45,02	51,33	42,31	45,09
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	45,08	37,12	38,86	41,39
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	41,25	47,13	44,59	44,41

Cuadro 10A. Promedios porcentaje de jugo, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	37,44	51,02	48,33	45,84
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	52,60	47,69	41,82	45,47
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	47,82	48,49	47,58	49,66
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	45,65	47,08	44,98	45,87
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	29,90	46,64	50,96	41,95
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	46,42	49,99	50,10	49,16
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	44,85	48,56	50,06	50,32
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	46,86	46,89	51,91	50,78
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	36,38	42,68	45,93	45,72
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	43,26	50,76	46,00	49,74
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	47,69	45,13	49,09	47,68
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	46,60	47,24	47,59	46,73
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	39,29	45,85	51,54	46,19

Cuadro 11A. Promedios grados Brix, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	7,50	8,90	8,20	7,85
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	7,90	8,20	8,90	8,90
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	7,50	8,60	9,10	8,50
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	7,60	8,20	9,20	8,33
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	8,30	7,90	8,80	8,33
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	7,70	8,40	8,10	9,40
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,10	8,10	8,20	9,20
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,00	7,80	8,80	9,10
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	8,00	9,40	8,50	8,40
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,60	8,20	9,70	8,70
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	7,80	10,10	8,80	8,90
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	8,50	7,80	8,70	8,70
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	8,10	8,30	10,00	8,20

Cuadro 12A. Promedios grados Brix, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	9,00	8,80	8,30	8,70
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	7,30	7,90	9,10	9,00
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	8,60	8,60	9,50	9,50
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	7,60	8,30	9,10	8,33
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,30	8,50	8,30	8,03
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	9,60	8,30	8,20	7,90
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,40	7,90	8,20	8,60
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,60	7,50	8,60	8,60
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	6,70	7,50	7,80	7,80
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	6,90	7,30	8,50	8,10
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	7,10	7,90	8,60	8,50
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	8,80	7,60	7,30	7,60
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	7,10	6,70	8,10	8,40

Cuadro 13A. Promedios pH. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	2,51	2,48	2,70	2,56
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	2,73	2,70	2,79	2,81
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	2,66	2,68	2,60	2,62
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	2,54	2,57	2,57	2,56
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	2,63	2,59	2,56	2,59
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	2,60	2,60	2,61	2,56
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	2,59	2,60	2,57	2,59
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,54	2,50	2,58	2,54
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,53	2,64	2,75	2,65
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	2,72	2,71	2,70	2,70
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	2,71	2,75	2,72	2,76
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	2,75	2,75	2,73	2,74
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	2,47	2,56	2,59	2,58

Cuadro 14A. Promedios acidez titulable, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	4,74	5,06	4,90	4,90
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	4,99	5,12	6,59	7,62
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	6,72	7,81	5,76	5,76
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	5,18	6,27	5,76	5,74
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	4,48	6,66	6,08	5,74
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	7,68	5,12	5,25	5,89
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,76	5,44	5,31	5,57
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,04	5,82	5,57	6,08
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,12	5,25	5,25	6,40
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	5,25	5,63	5,76	6,08
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	4,54	6,91	6,85	5,12
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	4,70	3,39	6,02	6,14
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	4,48	5,57	5,63	6,72

Cuadro 15A. Promedios acidez titulable, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	7,49	7,04	6,91	7,15
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	6,46	7,68	7,94	7,36
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	7,68	8,06	7,81	9,60
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	7,10	7,68	7,68	7,49
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	5,95	8,13	7,17	7,08
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	8,32	7,68	8,64	7,04
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	7,62	7,68	7,42	8,06
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,10	8,19	8,64	8,13
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,10	7,42	7,68	7,55
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	7,04	6,91	8,45	7,47
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	7,30	7,55	8,00	8,00
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	7,36	7,04	7,42	5,89
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	6,98	7,23	7,36	8,51

Cuadro 16A. Promedios índice de madurez, I periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, octubre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1,58	1,76	1,67	1,60
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,58	1,60	1,35	1,17
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,12	1,10	1,58	1,48
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,47	1,31	1,60	1,45
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,85	1,19	1,45	1,45
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,00	1,64	1,54	1,60
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,23	1,49	1,54	1,65
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,14	1,34	1,58	1,50
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,56	1,79	1,62	1,31
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,45	1,46	1,68	1,43
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	1,72	1,46	1,29	1,74
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,81	2,30	1,45	1,42
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,81	1,49	1,78	1,22

Cuadro 17A. Promedios índice de madurez, II periodo. Efecto de NPK en la producción de *Citrus aurantifolia Swingle* v. sutil en la zona Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena, diciembre 2009.

Tratamientos	Repeticiones			
	I	II	III	IV
T ₁ -N ₀ P ₀ K ₀	1,20	1,25	1,20	1,22
T ₂ -N ₇₅₀ P ₀ K ₀	1,13	1,03	1,15	1,22
T ₃ -N ₁₀₀₀ P ₀ K ₀	1,12	1,07	1,22	0,99
T ₄ -N ₁₂₅₀ P ₀ K ₀	1,07	1,08	1,18	1,11
T ₅ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₀	1,23	1,05	1,16	1,13
T ₆ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₀	1,15	1,08	0,95	1,12
T ₇ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₀	0,97	1,03	1,10	1,07
T ₈ -N ₇₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	1,07	0,92	1,00	1,06
T ₉ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	0,94	1,01	1,02	1,03
T ₁₀ -N ₁₂₅₀ P ₁₅₀ K ₃₀₀	0,98	1,06	1,01	1,08
T ₁₁ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₂₀₀	0,97	1,05	1,08	1,06
T ₁₂ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₄₀₀	1,20	1,08	0,98	1,29
T ₁₃ -N ₁₀₀₀ P ₁₅₀ K ₅₀₀	1,02	0,93	1,10	0,99

Cuadro 18A. Análisis de la varianza, diámetro del fruto, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	0,44	12	0,04	6,02	<0,0001
Error	0,24	39	0,01		
Total	0,67	51			

C.V. (%)= 2,16

Cuadro 19A. Análisis de la varianza diámetro del fruto, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	0,17	12,00	0,01	1,66	0,1161
Error	0,33	39,00	0,01		
Total	0,5	51,00			

C.V. (%)= 2,28

Cuadro 20A. Análisis de la varianza, peso del fruto, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	75,42	12	6,28	2,49	0,0157
Error	98,38	39	2,52		
Total	173,8	51			

C.V. (%)= 5,61

Cuadro 21A. Análisis de la varianza peso del fruto, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	131,99	12	11	1,43	0,1932
Error	299,59	39	7,68		
Total	431,57	51			

C.V. (%)= 7,92

Cuadro 22A. Análisis de la varianza, grosor de la cáscara del fruto, I período.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	1,49	12	0,12	11,58	<0,0001
Error	0,42	39	0,01		
Total	1,9	51			

C.V. (%)= 6,85

Cuadro 23A. Análisis de la varianza, grosor de la cáscara del fruto, II período.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	8,31	12	0,69	50,78	<0,0001
Error	0,53	39	0,01		
Total	8,84	51			

C.V. (%)= 7,25

Cuadro 24A. Análisis de la varianza, número de frutos por planta, un solo período.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	6 170 592,94	12	514 216,08	2,18	0,033
Error	9 187 517,89	39	235 577,38		
Total	15 358 110,8	51			

C.V. (%)= 28,84

Cuadro 25A. Análisis de la varianza, rendimiento (kg/ha).

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	7 139,90	12	594,99	2,54	0,014
Error	9 147,22	39	234,54		
Total	16 287,12	51			

C.V. (%)= 29,01

Cuadro 26A. Análisis de la varianza, porcentaje de jugo, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	1 269,52	12	106	2,19	0,0328
Error	1 887,81	39	48,4		
Total	3 157,34	51			

C.V. (%)= 16,37

Cuadro 27A. Análisis de la varianza, porcentaje de jugo, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	221,63	12	18,47	1,12	0,3751
Error	645,17	39	16,54		
Total	866,79	51			

C.V. (%)= 8,73

Cuadro 28A. Análisis de la varianza, grados Brix, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	2,02	12	0,17	0,35	0,9743
Error	18,93	39	0,49		
Total	20,95	51			

C.V. (%)= 8,25

Cuadro 29A. Análisis de la varianza, grados Brix, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	9,88	12	0,82	2,01	0,0504
Error	16	39	0,41		
Total	25,88	51			

C.V. (%)= 7,88

Cuadro30A. Análisis de la varianza, pH.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	0,3	12	0,02	11,55	<0,0001
Error	0,08	39	2,20E-03		
Total	0,38	51			

C.V. (%)= 1,76

Cuadro 31A. Análisis de la varianza, Acidez titulable, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	8,88	12	0,74	0,97	0,4896
Error	29,64	39	0,76		
Total	38,52	51			

C.V. (%)= 15,25

Cuadro 32A. Análisis de la varianza, Acidez titulable, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	7,09	12	0,59	1,61	0,1293
Error	14,32	39	0,37		
Total	21,41	51			

C.V. (%)= 8,03

Cuadro 33A. Análisis de la varianza, Índice de madurez, I periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	0,61	12	0,05	0,94	0,5228
Error	2,11	39	0,05		
Total	2,71	51			

C.V. (%)= 15,41

Cuadro 34A. Análisis de la varianza, Índice de madurez, II periodo.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Tratamientos	0,21	12	0,02	3,21	0,0028
Error	0,21	39	0,01		
Total	0,41	51			

C.V. (%)= 6,7

Cuadro 35A. Reporte análisis de suelo.



ESTACION EXPERIMENTAL "BOLICHE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Duran Tambo Apdo. Postal 09-01-7069
 Yaguachi- Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : SRA. ZOILA ORRALA BORBOR Dirección : N/E Ciudad : SANTA ELENA Teléfono : N/E Fax : N/E	Nombre : ZOILITA Provincia : SANTA ELENA Cantón : MANGLARALTO Parroquia : BARCELONA Ubicación : VIA A SINCHAL	Cultivo Actual : LIMÓN N° Reporte : Fecha de Muestreo : 29/10/2009 Fecha de Ingreso : 22/12/2009 Fecha de Salida : 29/12/2009

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
25706	MUESTRA - 1		7,9 LAI	12 B	42 A	1,04 A	14 A	3,1 A	102 A	0,7 B	0,7 B	4 B	5,0 B	2,30 A

INTERPRETACION				
pH				Elementos: de N a B
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

 RESPONSABLE DEPARTAMENTO

 RESPONSABLE LABORATORIO

Cuadro 36A. Determinación de salinidad de extracto da pasta de suelo.



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR
 INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS



PROPIETARIO: SRA. ZOILA ORRALA BORBOR
REMITENTE: SR. IVO RIOS
HACIENDA: ZOILITA
LOCALIZACIÓN: VIA A SINCHAL - BARCELONA - SANTA ELENA

FACTURA:
FECHA DE MUESTREO: 29/10/2009
FECHA DE INGRESO: 22/12/2009
FECHA DE SALIDA: 29/12/2009

DETERMINACION DE SALINIDAD DE EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

NO LABORATORIO	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	pH	C.E. dS/m	meq/l									RAS	PSI*
				Na	K	Ca	Mg	SUMA	CO3H	CO3	SO4	CL		
25706	MUESTRA - 1	7.90	3.22	11.50	1.42	16.50	5.17	34.60	0.2	0.20	12.6	20	3.85	4.0

NOTA: El Laboratorio no es responsable de la toma de las muestras

N.D.- No detectable

* Cálculo efectuado según monograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

INTERPRETACIÓN:

- C.E: = 0 - 2,0 = Suelo no salino, efecto de sales despreciables
 2.1 - 4,0 = Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sencibles
 4.1 - 8.0 = Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos
 Más de 8 = Suelo muy salino

DRA. GLORIA CARRERA
 RESP. LABORATORIO DMSA

