

Universidad Nacional del Nordeste (U.N.N.E)
Facultad de Ciencias Agrarias (F.C.A)

Trabajo Final De Graduación
Modalidad Tesina

Título:

**Evaluación de nuevas estrategias nutricionales en la
productividad de plantas de limones con énfasis en la
cosecha de verano.**

Alumno:

Piaggio Horacio Daniel

Director:

**Ing. Agr. Rodríguez, Víctor Antonio
Profesor Titular de Fruticultura.**

Año: **2015**

I.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La región de origen de los cítricos es en el sudeste asiático entre 0 y 30° de latitud norte, en una gran área comprendida entre el sur y sudeste de China, India, Myanmar, Tailandia, Filipinas, Borneo, Sumatra, etc. Es allí donde se han encontrado mayor cantidad de especies cítricas e innumerable cantidad de especies afines, emparentadas con los agrios.

Hoy en día el cultivo se extiende por todo el planeta, pero su principal distribución se ubica entre de dos franjas bien definidas, una en cada hemisferio. La del hemisferio norte está entre los 16° y los 41° de latitud norte y la del hemisferio sur entre los 11° a 35° de latitud sur (Palacios, 2.005).

El limonero (***Citrus limón***) es considerado oriundo del área límite entre India y China, junto al valle de Sikkim, al nordeste de India y norte de Myanmar y del gran sector adyacente del sudoeste de China.

En términos productivos uno de los frutos de mayor importancia en el mundo son los cítricos (Agustí, 2.010), produciéndose 90.000.000 de toneladas en el 2.015, dominando la naranja (***Citrus sinensis***) con un 57%, seguida de la mandarina (***Citrus reticulata***) con 29% del total mundial, y por último con una proporción similar se encuentran el pomelo (***Citrus paradisi***) con 6,8% y el limón (***Citrus limón***) con 6,9%, el cual corresponde a 6 millones de toneladas. Los principales países productores de cítricos son China, Brasil, Estados Unidos, México, España, Turquía, Italia, Argentina, Sudáfrica, Egipto, Marruecos, Grecia, Perú, Japón, Corea del Sur, Australia, Chile, Israel, Uruguay y Chipre.

En el 2.014, la citricultura nacional tenía una superficie de 131.000 hectáreas, ocupándolas en primer lugar el limón con 50 mil hectáreas con una producción de 954.000 Mg, conformando así el 73,4% del total de limones producidos en el hemisferio sur y el 15% de lo producido a nivel mundial. Argentina se ha convertido en un proveedor de limones confiable de diversas regiones exportándose anualmente 150.000 Mg de limones para fruta fresca; el 85% del volumen exportado se concentra entre los meses de junio, julio y agosto (Federcitrus, 2.015).

A nivel país, los dos centros de importancia citrícola son el NEA y el NOA. La provincia con mayor superficie implantada de limón es Tucumán con un 38.020 ha y una producción de 1.350.000 Mg. En el NEA la provincia con mayor superficie limonera es Corrientes con 2.700 ha produciendo 51.240 Mg; en los últimos años ha aumentado la superficie implantada, y por consiguiente su producción, debido al mayor rédito económico que ha alcanzado la comercialización como fruta fresca en el mercado interno, llegándose en muchos casos a reemplazar a la producción de naranjas por la implantación de limones por propia elección de los productores.

Los principales países importadores de limones argentinos son: Holanda con una cantidad de 31.000 Mg, España con 25.000 Mg, Rusia con 23.000 Mg, Italia con 19.000 Mg, Grecia 7.000 Mg, Gran Bretaña con 7.000 Mg, Francia 6.000 Mg, y con en cantidades menores a 5.000 Mg: Ucrania, Canadá, Hong Kong, Bélgica, Alemania, Polonia y Suecia, entre otros (Federcitrus, 2.015).

El limón es una especie con variedades comerciales que en Argentina adoptan diferentes comportamientos en cuanto a sus floraciones, algunas como Lisboa, presentan una floración más concentrada en primavera, cuyos frutos se cosechan en un 80 a 90% durante el invierno; otras como Eureka, Génova y Limoneira son variedades reflorecientes, con floraciones primaverales, cuyos frutos se cosechan durante el invierno en un 60 a 70% que se pueden destinar a la exportación como frutas frescas o a la industria, también en este tipo de variedades es posible encontrar otro flujo de flores de cierta importancia durante el otoño, que producen frutos que se cosechan en diciembre y enero, momento de mayor demanda para el mercado interno como fruta fresca.

La nutrición del cultivo es un factor importante para obtener la mayor productividad, la cual se podría lograr con una adecuada distribución en la aplicación de los fertilizantes.

Los nutrientes se clasifican según la importancia que tienen en el cultivo en dos grupos: los denominados Macroelementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre. Existe otro grupo de elementos denominados Microelementos, que corresponden a: hierro, manganeso, cinc, cobre, boro, molibdeno y cloro, estos últimos son elementos necesarios en pequeñas cantidades, pero importantes, actúan mejorando la productividad de las plantas, principalmente en lo referente a calidad y cantidad de los productos a cosechar (Del Rivero, 1.968).

Todos los nutrientes responden a la ley del mínimo de Liebig, la cual expresa que el nutriente que se encuentra en menor cantidad con respecto a lo requerido por la planta es el que va a limitar la producción de dicha planta.

Dentro de los macroelementos hay dos grupos según su requerimiento cuantitativo por parte de los vegetales. El primero es el de los primarios, los cuales son N, P y K, y al de los secundarios lo integran Ca, Mg y S (Palacios, 2.005).

El nitrógeno actúa en la estructura del vegetal conformando aminoácidos, proteínas, clorofila, bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos, entre otros; es el elemento clave que afecta los rendimientos. También tiene un efecto pronunciado sobre el crecimiento vegetativo, apariencia del árbol y la calidad de la fruta (Reuther et al 1.968; Melgar y Ronco, 1.992).

El potasio es un activador de enzimas (importante en fotosíntesis y respiración), regulador osmótico, participa en la elongación celular. En limones, buenos niveles de potasio mejoran la calidad de post cosecha, así retarda la maduración de la fruta. Es antagónico al Mg y Ca.

El calcio forma parte de las sustancias pécticas, es activador de enzimas, satura cargas negativas en xilema permitiendo que otros cationes se muevan sin ser retenidos. Estimula el crecimiento apical especialmente en raíces. Estimula elongación celular y del tubo polínico. Aumenta resistencia de tejidos a patógenos.

El magnesio interviene en la constitución de la clorofila, activación enzimática, esencial en el metabolismo de los hidratos de carbono, y la respiración celular.

El fósforo es un nutriente esencial para las plantas, estas lo absorben en forma activa y pueden tomarlo en muy bajas concentraciones y forman compuestos orgánicos tales como colina, ácidos nucleicos del ADN, enlaces fosforilados de ATP o del ADP (Darwich, 1.994). Se lo encuentra en forma de ortofosfato y en algunos casos, como pirofosfato. Los cultivos frutales generalmente cuentan con un contenido foliar de fósforo que varía entre 0,1% y 0,25%. Este nutriente mejora la calidad de las frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas.

Es muy importante también, principalmente en el desarrollo radicular, en los procesos de maduración y germinación de semillas, en el metabolismo de las plántulas y en la maduración de frutos, y es necesario que este se encuentre en una concentración foliar adecuada durante el período de floración para obtener buenos rendimientos (Camozzi et al 1.999).

J. C. Demarchi en su trabajo Final de graduación, (Demarchi, 1.994) realizado en Santa Rosa, Corrientes, sobre plantas de naranjo dulce, mediante el uso de fósforo marcado (P_{32}) y la técnica del análisis foliar, determinó que el mejor momento de aplicación de este elemento para su mayor incidencia en la floración de primavera, fueron las aplicaciones realizadas durante el otoño anterior, en razón de que se trata de un nutriente poco móvil en el suelo y de difícil absorción. A partir de esta información, en la región citrícola correntina se hicieron habituales las aplicaciones fosfóricas en esta época, para su mayor asimilación primaveral y por lo tanto, que mejore el cuajado de los frutos.

En limones, sería muy importante estudiar el efecto de aplicaciones de fósforo en diciembre para determinar su incidencia en el cuajado de frutos provenientes de flores otoñales, incrementando de esta manera la cosecha estival de buen valor comercial en el mercado nacional de frutas frescas.

II.- OBJETIVO.

Será objetivo de esta experiencia, evaluar el comportamiento de diversas estrategias nutricionales en la productividad de plantas de limón *Citrus limón*, con especial énfasis en la cosecha de verano y su comparación con el manejo nutricional tradicional realizado en una región citrícola correntina.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS:

Lugar de ensayo: Establecimiento Doña Sara, el cual está ubicado en el departamento de Santa Rosa (Corrientes), perteneciente al Ing. Agr. Guillermo Vaccaro.

Suelo: Arenoso, rojo amarillo podsólico (Udipsamen árgico), con una profundidad útil mayor a 2 metros.

Especie: Limón (*Citrus limón*) variedad: Eureka.

Porta injerto: Rangpur.

Densidad de plantación: 285 plantas por ha⁻¹ (7m x 5m).

Diseño experimental: Bloques completos al azar.

Repeticiones: Cuatro (4).

Parcela experimental: Cuatro (4) plantas, tomándose como plantas útiles las dos centrales.

Tratamientos:

N° 1 (productor): 3,0 kg pta⁻¹ de 15-6-15-6 + Dolomita 200 kg ha⁻¹ (50% en Setiembre y 50% Marzo) + 0,3 kg pta⁻¹ de Superfosfato (Marzo).

Equivale a: N: 128 kg ha⁻¹; P₂O₅: 90 kg ha⁻¹; K₂O: 128 kg ha⁻¹; MgO: 50 kg ha⁻¹; CaO: 79 kg ha⁻¹.

N° 2: 2,0 kg pta⁻¹ de 12-11-18 + 0,5 kg pta⁻¹ de SO₄Mg + (NO₃)₂Ca 200 kg ha⁻¹ (50% en Setiembre y 50% Marzo).

0,75 kg pta⁻¹ de 21-17- 3 (100 % en diciembre).

Equivale a: N: 138 kg ha⁻¹; P₂O₅: 98 kg ha⁻¹; K₂O: 106 kg ha⁻¹; MgO: 38 kg ha⁻¹; CaO: 75 kg ha⁻¹.

N° 3: 3,0 kg pta⁻¹ de 12-11-18 + 0,75 kg pta⁻¹ de SO₄Mg + (NO₃)₂Ca 200 kg ha⁻¹ (50% en Setiembre y 50% Marzo).

1,2 kg pta⁻¹ de 21-17- 3 (100% en diciembre).

Equivale a: N: 205 kg ha⁻¹; P₂O₅: 152 kg ha⁻¹; K₂O: 160 kg ha⁻¹; MgO: 48 kg Ha⁻¹; CaO: 85 kg ha⁻¹.

EVALUACIONES.

Las evaluaciones se realizaron mediante:

ANÁLISIS FOLIARES:

Metodología de muestreo: Se muestreó hojas de ramas fructíferas de la brotación de primavera de 2.014, los muestreos se efectuaron en las dos plantas centrales que componen cada parcela experimental, de manera que las hojas tenían alrededor de 7 a 8 meses de edad, en el momento del muestreo, se determinó N, P, K, Ca y Mg.

COSECHA:

Se midió kilogramos de frutas cosechadas de las parcelas de limones en estudio, se realizaron dos cosechas, en invierno y verano que es la que más interesa en Corrientes por cuestiones de precio.

CALIDAD INTERNA DE FRUTAS:

Previo a las cosechas, se tomaron al azar de los cuatro puntos cardinales de las plantas en estudio, 10 frutas de cada parcela experimental, 40 frutas por tratamiento, se determinó coloración de cáscara, diámetro de fruta, porcentaje de jugo, acidez y Ratios. Para la variable coloración de cáscara, se utilizó la siguiente escala de color:

Grado 1: Verde.

Grado 2: Verde claro.

Grado 3: Verde amarillento.

Grado 4: Amarillo verdoso.

Grado 5: Amarillo.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS FERTILIZANTES EMPLEADOS:

Comparación de los costos de fertilizantes y de los ingresos obtenidos por venta de fruta, entre los distintos tratamientos.

Tabla 1. Plan de Fertilización: Fertilizaciones de primavera, de verano y de otoño en cada uno de los tres tratamientos.

	Fertilizaciones		
	Fertilización de Primavera	Fertilización de Verano	Fertilización de Otoño
Tratamiento 1	1,5 kg de 15-6-15-6 + 0,35 kg de dolomita		1,5 kg de 15-6-15-6 + 0,3 kg de 00-46-00+ 0,35 kg de dolomita
Tratamiento 2	1 kg de 12-11-18 + 0,35 kg de nitrato de calcio + 0,25 kg sulfato de magnesio	0,75 kg de 21-17-3	1 kg de 12-11-18 + 0,35 kg de nitrato de calcio + 0,25 kg sulfato de magnesio
Tratamiento 3	1,5 kg de 12-11-18 + 0,35 kg de nitrato de calcio + 0,375 kg sulfato de magnesio	1,2 kg de 21-17-3	1,5 kg de 12-11-18 + 0,35 kg de nitrato de calcio + 0,375 kg sulfato de magnesio

Fertilizaciones realizadas.

Año 2.014:

Fertilización de primavera y fertilización de verano:

Se realizó el 04/12/2014. Para el arranque de dicha experiencia se aplicaron al mismo tiempo las fertilizaciones de primavera, la cual consta del 50% de la dosis anual en todos los casos, y la de diciembre en los casos del tratamiento 2 y 3, de acuerdo a lo formulado anteriormente.

La humedad del suelo era muy buena.

Año 2.015:

Fertilización de otoño: Se realizó el 28 de marzo de 2.015. La Humedad de suelo fue Excelente.

Fertilización de primavera: Se llevó a cabo el 01/10/2015. Conforme al protocolo, 50% de la dosis anual, en todos los casos. El suelo se presentaba seco en superficie, algo húmedo en profundidad, al día siguiente se produjeron precipitaciones pluviales.

Fertilización de verano: Esta se llevó a cabo solamente en los tratamientos 2 y 3. La cual se trataba solamente del 21-17-3. Con 0,75 kg pta⁻¹ y 1,2 kg pta⁻¹ respectivamente. El contenido de humedad del suelo fue bueno en superficie y muy buena en profundidad.

Año 2.016:

Fertilización de otoño: 03 de Marzo de 2.016. Conforme al protocolo de la experiencia, se realizó la fertilización del 50% complementaria a la primera.

El suelo presentó una humedad baja en superficie, y algo mayor en profundidad, al día siguiente se produjeron precipitaciones pluviales.

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Tabla 2. Limón. Análisis foliares. (Muestras extraídas el 23-04-15). Test de Duncan. Nivel 0.05.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
N° 1	2,11 a	0,11 a	1,96 a	4,24 a	0,36 a
N° 2	2,38 b	0,10 a	1,35 a	4,48 a	0,43 a
N° 3	2,20 a	0,10 a	1,23 a	4,63 a	0,46 a
C.V.	5	4,5	29,1	14,1	20,8

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 2 se exhiben los resultados del primer análisis foliar, realizado a cuatro meses posteriores a la primer fertilización. Analizando dichos valores y comparando con estándares obtenidos por diversos investigadores (Palacios, 2.005) se puede observar que:

Nitrógeno: Valores que pueden considerarse suficientes, para los cítricos en general, en el tratamiento 2, cercano al óptimo, que se diferencia significativamente de los restantes, posiblemente dicho tratamiento tenía una menor cantidad de frutas y la planta absorbió un mayor porcentaje de nitrógeno y de potasio, al momento del inicio del ensayo.

Fósforo: niveles bajos sin diferencias significativas entre sí.

Potasio: niveles altos, principalmente en tratamiento 1, sin diferenciarse significativamente.

Calcio y magnesio: niveles óptimos, sin presentar diferencias estadísticas significativas. Sin embargo mejoró el contenido, ambos nutrientes en los tratamientos 2 y 3. Esto puede deberse, a que la fuente usada en el tratamiento 1, dolomita es muy poco soluble, en cambio el nitrato de calcio y sulfato de magnesio tratamientos 2 y 3 son de gran solubilidad.

Cosechas de verano. Se llevaron a cabo los días 02 de Diciembre de 2.015, y la segunda el 21 de Enero de 2.016.

Tabla 3. Análisis conjunto de cosechas de verano, por tratamiento y fertilizantes. Expresada en kg.Frutas.planta⁻¹. Test de Duncan 0.05.

Trat.	Fertilizantes	kg pta ⁻¹
N° 1	15-6-15-6: 3,0 kg pta ⁻¹ + Dolomita: 0,7 kg pta. ⁻¹ (50% en setiembre. y 50% marzo) + Superfosfato: 0,3 kg pta. ⁻¹ (100 % marzo)	34,3 a
N° 2	12-11-18: 2,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0,5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 0,75 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	42,0 ab
N° 3	12-11-18: 3,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0.5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 1,2 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	51,0 b
	C.V.	17,3

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En el análisis de cosechas estivales, (Tabla 3) se evidencia que, conforme al test de Duncan el tratamiento con mejor comportamiento estadístico fue el 3, que superó significativamente al tratamiento 1, aunque no logró diferenciarse del 2, superando por 16,7 kilogramos por planta al 1, esto llevado a rendimiento por superficie constituye 4.760 kg ha⁻¹ más de limones en verano, que es la estación del año que tiene mayor demanda, y por ende adquiere el mayor precio en el mercado interno, para consumo de fruta fresca.

Tabla 4. Limón. Análisis de calidad de frutas. Cosecha 21-12-15. (Promedios de 60 frutas 4 repeticiones). Test de Duncan. Nivel 0.05.

Tratamientos	Color	Diámetro mm	Esp.Cásc. mm	Jugo %	Brix	Acidez
N°1.	2,78 a	74,90 a	7,33 a	19,90 a	6,80 a	5,70 b
N°2.	2,73 a	74,60 a	7,10 a	20,80 a	6,70 a	5,50 a b
N°3.	2,93 a	74,30 a	7,29 a	23,40 a	6,40 a	5,10 a
C.V.	12,1	4,4	10,4	17,5	5,6	5,9

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

En la Tabla 4 se establecen los resultados de los análisis químicos y determinaciones realizadas, únicamente el análisis de Acidez de jugo registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; en efecto, el tratamiento 3 fue el de menor acidez de jugo, y difiere significativamente del tratamiento 1, esto es importante porque permitiría adelantar la cosecha, debido a que los frutos con estas condiciones, toman rápidamente la coloración requerida para su comercialización en el mercado de frutas frescas, como se puede apreciar en los resultados obtenidos en la variable Color de Cáscara, donde tal vez el mayor nivel de fósforo aportado en diciembre contribuyó a la disminución de acidez y mayor coloración de cáscara.

En las variables restantes de dicho análisis, como se expresó, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los valores encontrados se pueden considerar como normales para la especie y variedad en estudio.

En esta especie, Citrus limón, para su comercialización, nacional o internacional, no se considera la variable Acidez de jugo y por ende, tampoco el Ratio.

Muestreo para análisis foliares: 05 de Mayo de 2.016. Se realizó sobre ramas fructíferas de la floración de primavera del 2.015. Siguiendo el mismo protocolo citado en el primer análisis foliar.

Tabla 5. Limón. Análisis foliares. (Muestras extraídas el 05-05-16). Test de Duncan Nivel 0.05

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
Nº 1	2,33 a	0,14 bc	0,76 a	4,18 ab	0,25 a
Nº 2	2,55 b	0,15 c	0,70 a	5,01 b	0,41 b
Nº 3	2,50 ab	0,12 a	0,67 a	4,63 b	0,32 ab
C.V.	5,8	6,5	15,9	14,5	21,6

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 5 se presentan los resultados correspondientes al segundo análisis foliar. En líneas generales los elementos analizados alcanzaron muy buenas concentraciones, y comparando con el primer análisis se observa que el plan de fertilización aplicado mejoró los niveles de macronutrientes disponibles para las frutas, optimizándose en la mayoría de estos valores.

Nitrógeno: el tratamiento 2 presentó el de mayor nivel, diferenciándose estadísticamente del tratamiento 1, aunque no logró diferenciarse del tratamiento 3, esto tal vez puede atribuirse a la mayor solubilidad de los fertilizantes utilizados en los tratamientos 2 y 3.

Fósforo: el tratamiento 2 fue el de mayor concentración, el cual se diferenció estadísticamente del 3, en los tres tratamientos los valores fueron óptimos, se puede apreciar mejores valores que en el primer análisis foliar.

Contrastando con valores del primer análisis foliar, se puede apreciar que los valores de Nitrógeno y de fósforo fueron mayores, logrando así valores óptimos.

En potasio no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Confrontando los valores de éste con los del análisis del año anterior, se observa que los niveles disminuyeron en los tres tratamientos, esto puede atribuirse a que en el segundo año se cosecharon una mayor cantidad de frutos, y al hecho que al tratarse de una variedad refrloreciente (con floración continua) las plantas presentan al mismo tiempo flores, cuaje de frutos, crecimiento y maduración de los mismos, lo cual trae como consecuencia un mayor consumo del elemento en cuestión, en coincidencia con lo que determino Mattos, quien en el 2003, informo que el 50% del potasio en planta se encuentra en los frutos, disminuyendo por lo tanto los niveles foliares.

Calcio: no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Magnesio: el tratamiento 2 obtuvo el mayor nivel de este nutriente, diferenciándose estadísticamente del tratamiento 1.

Tanto en calcio como en magnesio se mantuvieron en valores que se pueden considerar como normales, lo que estaría indicando positiva respuesta a las fertilizaciones ya que en el segundo año de trabajo se incrementaron las cosechas de los tratamientos en estudio.

Cosecha de invierno. Se llevó a cabo el día 10 de Junio de 2.016.

Tabla 6. Análisis de la cosecha de invierno, por tratamiento y fertilizantes. Expresada en kg.Frutas.planta⁻¹ (Promedio de 2 plantas y 4 repeticiones). Test de Duncan 0.05.

Trat	Fertilizantes	kg pta ⁻¹
N° 1	15-6-15-6: 3,0 kg pta ⁻¹ + Dolomita: 0,7 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre. y 50% marzo) + Superfosfato: 0,3 kg pta ⁻¹ (100 % marzo)	41,2 a
N° 2	12-11-18: 2,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0,5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 0,75 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	46,0 ab
N° 3	12-11-18: 3,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0.5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 1,2 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	53,8 b
	C.V.	15,3

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Analizando los resultados obtenidos de la cosecha de invierno en la tabla 6, se puede apreciar que el tratamiento 3 fue el que obtuvo el mejor comportamiento estadístico, diferenciándose del 1, pero no del 2, quien no presentó diferencia significativa del 1.

Es importante resaltar que los rendimientos obtenidos con el tratamiento 3 alcanzaron 15,3 Mg ha⁻¹ de frutas, superando por 3,6 Mg ha⁻¹ al tratamiento del productor.

Tabla 7. Limón. Análisis de calidad de frutas. Cosecha 10-06-16. (Promedios de 60 frutas 4 repeticiones). Test de Duncan. Nivel 0.05.

Tratamientos	Color	Diámetro mm	Esp.Cásc mm.	% Jugo	° Brix	Acidez
Nº1.	2,68 a	71,00 a	7,00 a	34,10 a	7,90 a	4,50 a
Nº2.	2,90 a	69,50 a	7,23 a	37,00 a	8,00 a	4,10 a
Nº3.	2,98 a	67,30 a	7,30 a	35,00 a	8,30 a	5,10 a
C.V.	9,9	5,8	6,3	7,4	5,1	18,5

Letras iguales: sin diferencias estadísticas significativas.

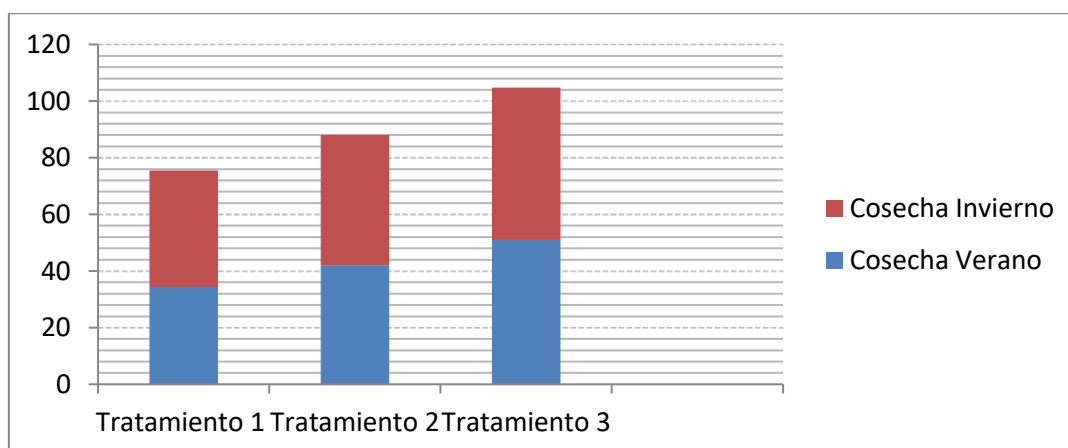
En la tabla 7 se presentan los resultados del análisis de calidad de frutas cosechadas en el invierno, los cuales no registraron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables estudiadas, entre los distintos tratamientos en estudio; en todos ellos y en líneas generales, se cosecharon frutas más maduras que en el verano anterior, de mejor coloración, de menor diámetro, hecho que es de esperarse debido a que en verano hay mayor actividad vegetativa, lo cual generaría frutas de diámetro mayor que las de invierno, menor espesor de cáscara, mayor porcentaje de jugo, mayor cantidad de Grados Brix y menor acidez, pero en todos los casos, se registraron valores que se encuentran dentro de los rangos normales para frutas cosechadas en invierno.

Tabla 8. Cosecha total de frutas (Campaña 2015-2016). Análisis conjunto de ambas cosechas. Por tratamientos. Test de Duncan. Nivel 0.05.

Trata-Miento	Fertilizantes	Verano kg pta ⁻¹ 15-16	Invierno kg pta ⁻¹ (Junio 16)	TOTAL 15-16
N°1	15-6-15-6: 3,0 kg pta ⁻¹ + Dolomita: 0,7 kg pta. ⁻¹ (50% en setiembre. Y 50% marzo) + Superfosfato: 0,3 kg pta. ⁻¹ (100 % marzo)	34,3 a (45,4%)	41,2 a (54,5%)	75,6 a (100%)
N°2	12-11-18: 2,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0,5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 0,75 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	42,0 a (47,7%)	46,0 a (52,3%)	88,0 ab (100%)
N°3	12-11-18: 3,0 kg pta ⁻¹ + (NO ₃) ₂ Ca: 0,5 kg pta ⁻¹ + SO ₄ Mg: 0.5 kg pta ⁻¹ (50% en setiembre y 50% marzo) 21-17- 6: 1,2 kg pta ⁻¹ (100 % en diciembre)	51,0 ab (48,7%)	53,8 a (51,3%)	104,8 b (100%)
	C.V.	17,0	15,9	14,5

Letras iguales: Sin diferencias estadísticas significativas.

Grafico 1: Cosecha Anual. Cosechas de Verano e invierno de cada tratamiento. Expresada en kg Frutas por planta (Promedio de 2 plantas y 4 repeticiones).



Como se puede apreciar en la tabla 8 y en gráfico 1 correspondiente, en los rendimientos anuales obtenidos, de acuerdo con el test de Duncan, el

tratamiento 3, al igual que las cosechas anteriores, fue el de mejor comportamiento estadístico, con el que se obtuvo la mayor cantidad de frutas, de óptima calidad, logrando un rendimiento cercano a las 30 Mg ha⁻¹, aunque no se diferenció estadísticamente del tratamiento 2, quien no se diferenció del testigo 1.

Como anteriormente se informó, en verano la venta de limones como fruta fresca en el mercado interno adquieren los mejores precios, por dicha razón es de gran importancia resaltar, que en el tratamiento 3 además de alcanzarse los máximos rendimientos en todas las cosechas, en el verano se obtuvo el 48,7% de la cosecha anual.

IV.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE FERTILIZANTES EMPLEADOS

Tabla 9. Cantidad y costo anual de fertilizantes expresados en pesos por planta, y pesos por hectárea, para cada tratamiento.

Costo Anual de Fertilizantes			
Trata- miento	Tratamientos kg /planta	U\$S pta⁻¹	U\$S ha⁻¹
N° 1	(3kg de 15-6-15-6) + (0,3 kg de súper fosfato) + (0,7 kg de Dolomita)	2,02	575,00
	(3 kg x 0,51 = 1,53 U\$S) + (0,3 kg x 0,71 = 0,21 U\$S) + (0,7 kg x 0,39 = 0,27 U\$S)		
N° 2	(2 kg de 12-11-18) + (0,7 kg de Nitrato Ca) + (0,5 kg de Sulfato Mg) + (0,75 kg de 21-17-3)	3,89	1.110,00
	(2 kg x 1,07 = 2,14 U\$S) + (0,7 kg x 1,09 = 0,76 U\$S) + (0,5 kg x 0,73 = 0,36 U\$S) + (0,75 kg x 0,84 = 0,63 U\$S)		
N° 3	(3 kg de 12-11-18) + (0,7 kg de Nitrato Ca) + (0,5 kg de Sulfato Mg) + (1,2 kg de 21-17-3)	5,34	1.521,50
	(3 kg x 1,07 = 3,21 U\$S) + (0,7 kg x 1,09 = 0,76 U\$S) + (0,5 kg x 0,73 = 0,36 U\$S) + (1,2 kg x 0,84 = 1,00 U\$S)		

Se considera un valor de \$ 18,00 cada dólar.

Partiendo de los precios de los fertilizantes detallados en la tabla 14 (Anexo), y teniendo en cuenta las cantidades utilizadas de cada uno, se pueden observar en la tabla 9 los costos directos de los fertilizantes de cada tratamiento. Se puede apreciar que el tratamiento del productor implicó un menor desembolso en fertilizantes U\$S 575,00 ha⁻¹ (\$10.345,00 ha⁻¹), el tratamiento 2 requiere casi el doble de dicho costo U\$S 1.110,00 ha⁻¹ (\$19.978,50 ha⁻¹), y el tratamiento 3 es el más caro, requiere U\$S 1.521,50 ha⁻¹ (\$27.388,50 ha⁻¹).

Tabla 10. Ingresos obtenidos por la venta de fruta fresca con los valores promedios de U\$S 0,83 el kg en verano (\$15,00 kg⁻¹), y de U\$S 0,33 el kg en invierno (\$6,00 kg⁻¹), en cada tratamiento.

Trata- miento	Cosecha de verano kg/ha	Ingresos por venta de fruta en verano U\$S/ha	Cosecha de invierno kg/ha	Ingresos por venta de fruta en invierno U\$S/ha	Ingresos anuales por venta de fruta (verano + invierno) U\$S/ha
N° 1	9.775	8.145,00	11.742	3.914,00	12.059,83
N° 2	11.970	9.975,00	13.110	4.370,00	14.345,00
N° 3	14.535	12112,50	15.333	5.111,11	17.223,61

Se considera un valor de \$ 18,00 cada dólar.

Según los ingresos obtenidos en el año por las ventas de los limones cosechados tanto en invierno con un precio bajo de \$ 6,00 kg⁻¹, como en verano a \$ 15,00 kg⁻¹, se puede apreciar que el tratamiento 3 es el que brindó el mayor ingreso anual en la venta de fruta, siendo este por hectárea, U\$S 5163,00 (\$ 92.940,00) mayor al brindado en el tratamiento 1. El tratamiento 2 superó al ingreso del productor por U\$S 2285,00 (\$ 41.125,00).

Tabla 11. Comparación de costos de fertilizantes y de ingresos adicionales adquiridos, de tratamiento 2 y 3, con respecto al tratamiento del productor.

Tratamientos a comparar con respecto al Tratamiento 1	Diferencia de Costos para Fertilizantes U\$S/ha	Ingresos Adicionales U\$S/ha
Tratamiento 2	535,15	2285,00
Tratamiento 3	946,80	5163,30

Comparando el tratamiento 2 con el tratamiento 1, restando al ingreso adicional obtenido, su costo extra en fertilizantes, se obtuvo U\$S 1750,00 ha⁻¹ (\$ 31.497,00 ha⁻¹) de ganancia adicional a la del productor. En el tratamiento 3 el margen entre dichos valores fue de U\$S 4216,66 ha⁻¹ (\$ 75.900,00 ha⁻¹) de ingresos adicionales al del productor.

Excede a los objetivos de este trabajo un análisis económico de mayor precisión, el cual tendría en cuenta el costo operativo de la fertilización de verano de los tratamientos 2 y 3.

V.- CONCLUSIONES:

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta experiencia se puede concluir lo siguiente:

- 1.- En los análisis foliares, se determinó una respuesta positiva a las fertilizaciones realizadas en los diferentes tratamientos.
- 2.- En el rendimiento total anual de frutas cosechadas, el tratamiento 3 superó significativamente al tratamiento 1.
- 3.- En el tratamiento 3 se logró el mayor % de las cosechas estivales alcanzando un 48,7% del total anual.
- 4.- En el análisis económico el tratamiento que nos brinda la mayor ganancia es el tratamiento 3, con un ingreso adicional a lo logrado en el tratamiento del productor, de U\$S 4216,66 ha⁻¹ (\$ 75.900,00 ha⁻¹). En el tratamiento 2 también se obtuvo un muy buen resultado, con un margen positivo de U\$S 1750,00 ha⁻¹ (\$31.492,00 ha⁻¹) con respecto al tratamiento 1. Como en dicho trabajo sólo se varía el tipo, la cantidad de fertilizantes utilizados y el momento de fertilización, los demás costos fueron los mismos en los tres tratamientos, la diferencia en rendimiento se puede atribuir a los tratamientos propuestos.

VI.- BIBLIOGRAFÍA:

1. Agusti, M. 2.010. Fruticultura. Ed Mundi-Prensa Universidad Politécnica de Valencia.
2. Camozzi, M., R. Melgar, y M. Figueroa. 1.999. Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales. INTA Pergamino, Buenos Aires. 260 pp.
3. Darwich, N. 1.994. Manual de fertilidad de suelos. 93 pp.
4. Del Rivero, J. M. 1.968. Los Estados de Carencia de los Agrios. Ed Mundi Prensa; Madrid España. 509 pp.
5. Demarchi, J. C. 1.994. Tesina trabajo final de graduación: Determinación de curvas de absorción del superfosfato marcado con P^{32} , en plantas de Citrus sinensis var Valencia. Biblioteca Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE).
6. Federcitrus. 2.015. Actividad citrícola Argentina. Disponible on-line en: <http://www.federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Citricola%2015.pdf>.
7. Mattos, D. 2.003. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization.
8. Palacios, J. 2.005. Citricultura. Ed Alfa Beta S. A. Tucumán. 518 pp.
9. Reuther, W., L. Batchelor y H. J. Webber. 1.968. The Citrus Industry. Volume II Anatomy, physiology, mineral nutrition, seed reproducción, genetics, growth regulators. University of California. 398 pp.
10. Rodríguez, V. A., R. Melgar y S. Ronco. 1.992. Manual de Manejo y Fertilización de Citrus. INTA E.E.A Corrientes. 80 pp.

VII.- ANEXO:

Tabla 13. Guía de orientación para el diagnóstico del estado nutritivo de cítricos adultos de Reuther et al. (1.962) de distintos elementos en sus distintos niveles. Palacios (2.005).

Elemento	Unidad	Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N	%	< 2,2	2,2 a 2,3	2,4 a 2,6	2,7 a 2,8	> 2,8
P	%	< 0,09	0,09 a 0,11	0,12 a 0,16	0,17 a 0,29	> 0,30
K	%	<0,40	0,4 a 0,69	0,7 a 1,09	1,10 a 2,00	> 2,00
Ca	%	< 2	2,4 a 2,8	3,5 a 5,5	6,2 a 6,5	> 7
Mg	%	< 0,16	0,16 a 0,29	0,26 a 0,60	5,6 a 6,9	> 7

Tabla 14. Precio de todos los fertilizantes utilizados en los distintos tratamientos:

	Fertilizantes	Precio USD / Bolsa	Precio \$/ Bolsa	Precio \$/kg
BOLSA 50 kg	15-6-15-6	USD 25,5	\$ 460,0	\$ 9,2
	Superfosfato Triple de Calcio	USD 35,5	\$ 640,0	\$ 12,8
	Dolomita	USD 19,5	\$ 350,0	\$ 7,0
BOLSA 25 kg	Nitrato de Calcio	USD 27,0	\$ 490,0	\$ 19,6
	Sulfato de Magnesio	USD 18,3	\$ 330,0	\$ 13,2
	12-11-18.	USD 26,5	\$ 480,0	\$ 19,2
	21-17-3.	USD 21,0	\$ 380,0	\$ 15,2

Se considera un valor de \$ 18,00 cada dólar.

Tabla 15. Cantidad de nutrientes extraídos del suelo por cada megagramo de limón. Chapman 1.961.

Macro nutrientes	Gramos extraídos por Mg	kg extraídos por Mg
N	1.906	1,906
P	173	0,173
K	1.513	1,513
Ca	526	0,526
Mg	127	0,127
S	137	0,137