



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento e Instituto de agronomía



Evaluación de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo, fisiología de la planta y calidad de fruta en parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.)

Tutor:

Prof. Gustavo Rodríguez

Autor:

Br. Héctor Pradenas

Maracay, febrero de 2016.

Aprobación del Trabajo de Grado por el Jurado

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado, **Evaluación de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo, fisiología de la planta y calidad de fruta en parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), cuyo autor es el bachiller Héctor Pradenas, cédula de identidad 19.468.128**, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Prof. Gustavo Rodríguez
Tutor – Coordinador

Prof^a. Carmen Basso
Jurado Principal

C.I:12.139.540

C.I: 3.934.787

Prof^a. Mercedes Pérez
Jurado Principal

Prof. Mansonia Pulido
Jurado Suplente

C.I: 5.145.642

C.I: 14.492.885

RESUMEN

Evaluación de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo, fisiología de la planta y calidad de fruta en parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.)

AUTOR: Héctor Pradenas

TUTOR: Gustavo Rodríguez

El ensayo se realizó en el Campo Experimental del Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía UCV a fin de evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno sobre aspectos del desarrollo, rendimiento y calidad de fruta en el cultivo de parchita maracuyá. Se sembraron plantas en un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos, 6 repeticiones y 6 plantas por unidad experimental, evaluando diferentes dosis de N (8, 100, 200 y 300 g.planta⁻¹ T0, T1, T2 y T3, respectivamente) y dejando dosis estándar de 50 y 300 g.planta⁻¹ de P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Se determinaron variables asociadas al desarrollo del cultivo (altura de planta, número de hojas y duración de las diferentes fases fenológicas). Igualmente, se evaluó la respuesta fisiológica del cultivo mediante la determinación de la tasa neta de fotosíntesis (A), transpiración (E), conductancia estomática (Gs), índice de clorofila (IC) y contenido de N total en tejido foliar en etapa de floración y fructificación. Adicionalmente, se midió el rendimiento del cultivo y parámetros de calidad de fruta en los diferentes tratamientos estudiados. Los resultados demostraron que a mayores dosis de nitrógeno se obtuvo una mayor altura, número de hojas, precocidad de la planta, índice de clorofila y fotosíntesis neta, encontrando los valores más desfavorables en el testigo. El intercambio gaseoso, determinado por la respuesta de la conductancia estomática y transpiración de la planta, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. En cuanto a rendimiento se refiere, se obtuvo un descenso en la productividad del cultivo en T0 del 55% comparado con el tratamiento de mayor rendimiento (T2). Por su parte, en los aspectos de calidad, solo hubo diferencias significativas para el peso promedio de fruto, siendo mayor igualmente en T2. Dados estos resultados se propone como mejor dosis nitrogenada en plantas de parchita el uso de 200 g.planta⁻¹ bajo las condiciones de experimentación de la presente investigación.

Palabras clave: *Passiflora*, fertilización nitrogenada, ecofisiología.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de parchita maracuyá (*Passiflora edulis sims*) en nuestra nación es uno de los frutales de mayor atracción por su agradable sabor, siendo de gran importancia en la producción agrícola de Venezuela. Este alimento es dirigido al consumo fresco e industrializado en la elaboración de jugos, concentrados y otra amplia gama de productos. El Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT, 2010) señala que para el año 2009 la superficie sembrada de este rubro alcanzó 8.726 ha, una producción de 72.847 t y rendimiento de 8.349 kg.ha⁻¹.

A pesar de las estadísticas señaladas, nuestros campos de producción carecen de información y formación técnica referente a los aspectos nutricionales, fisiológicos del cultivo y sobre todo de un adecuado manejo agronómico (Aular, 2005). Las prácticas de fertilización para el cultivo de parchita en términos generales han sido deficientes, siendo un factor importante entre las labores agronómicas que se les realizan al cultivo, debido a que no existe ningún tipo de relación entre el consumo referencial de los nutrientes y las fases fenológicas. El mismo autor manifiesta que no es común que se sigan planes de fertilización y que los mismos se basen en análisis de suelos y tejidos. Esto trae como consecuencia que por una parte se pueden estar desperdiciándose los elementos minerales, y por la otra, se generen desbalances nutricionales de difícil corrección.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes en la nutrición del cultivo de parchita maracuyá. Al respecto, Borges *et al.* (2002b) indican que el N tiene la función estructural, como parte de moléculas de aminoácidos y proteínas, además de ser un constituyente de las bases nitrogenadas, y ácidos nucleicos. Igualmente, actúa en procesos tales como absorción iónica, fotosíntesis, respiración, multiplicación, diferenciación de células y fundamentalmente en el desarrollo de la planta y producción, ya que estimula la formación de yemas floríferas y fructíferas, aumentando también el contenido de proteína. Por lo tanto, en ausencia de este nutriente, el crecimiento es lento, el tamaño de la planta reducido y las ramas delgadas.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados lleva asociado problemas de incremento en los costos de producción y de contaminación ambiental, por lo que se hace necesario contar

con tecnologías que permitan aportar las cantidades adecuadas para alcanzar los máximos rendimientos. En este sentido, los modelos de absorción de N de los cultivos en función del clima y los métodos de diagnóstico de su estado en la planta, aparecen como una opción para hacer un uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados. Es necesario racionalizar el uso de estas técnicas con el fin de producir de manera sostenible (Cárdenas *et al.*, 2004).

Por otra parte, los aspectos de estudios ecofisiológicos en este cultivo son escasos en el país, siendo estos factores determinantes en la producción de este rubro, por lo cual, investigaciones que arrojen información precisa al respecto, representan elementos de alternativas tecnológicas que posteriormente pueden ser adecuadas y aplicadas por los agricultores en diferentes regiones productoras del país.

Por las razones anteriormente descritas, se plantea la siguiente investigación enfocada en el efecto de la nutrición nitrogenada sobre aspectos del desarrollo y fisiológicos de la planta, así como en los atributos de calidad de fruta en el cultivo de parchita maracuyá, en condiciones de campo, en una plantación ubicada en el Campo Experimental del Instituto de Agronomía FAGRO-UCV.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de parchita maracuyá, sobre la respuesta en el desarrollo, fisiología de la planta y calidad de fruta en condiciones de campo.

Objetivos Específicos.

- Caracterizar el efecto de los tratamientos de fertilización nitrogenada sobre el desarrollo y duración de las fases fenológicas del cultivo.
- Describir la respuesta fisiológica del cultivo en cuanto a la actividad fotosintética e intercambio gaseoso para cada tratamiento evaluado, en fase de floración y fructificación.

- Evaluar el contenido de nitrógeno foliar al momento de floración y final de cosecha en cada tratamiento de fertilización seleccionado.
- Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y parámetros de calidad física y química en frutos de parchita maracuyá

ANTECEDENTES.

Características generales de la planta.

A las Passifloras se le atribuye como centro de origen Brasil, específicamente la región del Amazonas. Este país, es considerado el origen de unas 150-200 especies de las 465 existentes del género *Passiflora*. La especie *Passiflora edulis* (maracuyá morado), dio origen a través de una mutación, a *Passiflora edulis* forma flavicarpa o parchita amarilla (García, 2002). No obstante, más recientemente Bernacci *et al.* (2008) señalan que la taxonomía correcta de esta especie es una sola, indistintamente del color externo de la fruta, por lo cual, no debe haber distinción taxonómica entre parchita amarilla y morada, siendo *Passiflora edulis* la forma correcta de denotar a esta especie.

La parchita maracuyá es una planta trepadora, con la base del tallo leñosa y a medida que se acerca al ápice, va perdiendo esa consistencia. Posee hojas simples, alternas, comúnmente trilobuladas o digitadas, con márgenes finamente dentados, las cuales miden de 7 a 20 cm de largo y son de color verde profundo, brillante en el haz y pálido en el envés; las ramas tienen zarcillos redondos, simples, axilares y se fijan al tacto con cualquier superficie. (Fischer, 2000). Las flores son solitarias y axilares, fragantes y vistosas. Están provistas de cinco pétalos y una corona de filamentos radiantes de color purpura en la base y blancas en el ápice, poseen cinco estambre y tres estigmas (Cleves *et al.*, 2009).

Por su parte, García (2002) señala que el fruto es una baya, de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 0,04- 0,08 m y de 0,06-0,08 m de largo, la base y el ápice son redondeados, la cáscara es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 mm de espesor; el pericarpio es grueso, contiene entre 200 a 300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginoso) que contiene un jugo aromático en el cual se encuentran las

vitaminas y otros nutrientes. Las semillas son de color negro o violeta oscuro, cada semilla representa un ovario fecundado por un grano de polen.

Dentro de los grandes atractivos que presenta el fruto, es su sabor particularmente intenso y una alta acidez, muy apreciado en los países norteamericanos, europeos y asiáticos que lo demandan con gran interés (Cleves *et al.*, 2009).

Nutrición mineral del cultivo

De acuerdo con Malavolta (1994) la exigencia en nutrientes por la planta en cuanto a nutrición mineral se refiere, obedece al siguiente orden decreciente: N> K> Ca> S> P> Mg> Fe> B> Mn> Zn> Cu. Del mismo modo, Cárdenas *et al.* (2004) indican que entre los diecisiete elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el N es considerado el más importante, por ser el que se encuentra en mayor proporción (1 a 3 % con respecto a su materia seca) dependiendo de la especie, etapa fenológica y del órgano considerado. En el mismo orden de ideas, Borges *et al.* (2002b) afirman que el nitrógeno es el macroelemento más demandado por la planta de parchita y extraído por el fruto.

El N tiene función estructural como parte de moléculas de aminoácidos y proteínas, además de ser un constituyente de bases nitrogenadas y ácidos nucleídos. Actúa en procesos tales como absorción iónica, fotosíntesis, respiración, multiplicación y diferenciación. Es fundamental en el crecimiento, la formación vegetativa de la planta y la producción, estimula el desarrollo de yemas floríferas y fructíferas, aumentando también el contenido de proteína. (Borges *et al.*, 2002b).

Es por ello la importancia que tiene este elemento en la planta, ya que su deficiencia crea un desbalance nutricional y reduce por consiguiente la calidad del fruto (Amaya, 2009). Del mismo modo, Suárez y Tomala (2012) señalan que las plantas de parchita deficientes en nitrógeno presentan un pobre crecimiento y una baja productividad.

Por otra parte, Guerrero *et al.* (2011) señalan que en el cultivo de parchita, las deficiencias de N se manifiestan clorosis moteada en hojas inferiores, posterior amarillamiento y secado, defoliación prematura y clorosis de otras hojas en formas ascendente, poco crecimiento de tallos y coloración rojiza de zarcillos con secado terminal. Del mismo

modo, García (2002) indica que dada la movilidad del nitrógeno en la planta, los síntomas se inician en las hojas más viejas, siendo evidente menor número de ramas e inclusive ramas de grosor fino.

El equilibrio nutricional durante el ciclo del cultivo es importante para obtener altos rendimientos. A partir de consideraciones como estas, se llevan a cabo investigaciones importantes en función de la nutrición del cultivo durante todo su ciclo e inclusive durante cada estadio fisiológico en función de ofrecerle al mismo lo necesario según la etapa de desarrollo en el que se encuentre (Borges *et al.*, 2002a).

Investigaciones en nutrición nitrogenada en parchita maracuyá

Carvalho *et al.* (2002) realizaron una investigación utilizando tratamientos correspondientes a cuatro dosis de nitrógeno (50, 250, 450 y 650 g N.planta.año⁻¹). Los autores obtuvieron como resultado que la fertilización nitrogenada afectó los contenidos foliares de N, K, S, Ca, Mg, Mn, Cl y B.

Por su parte, Tosta (2009) utilizó 5 dosis de nitrógeno (0, 80, 160, 240 y 340 kg.ha⁻¹), concluyendo que la fertilización nitrogenada influyó en la producción y calidad de fruta de *Passiflora edulis*. Al respecto, el autor recomienda aplicar dosis que pueden variar desde 116 a 173 kg.ha⁻¹ de N para mejorar la producción y calidad de fruta, haciendo referencia que el ensayo fue realizado en Cassilandia, en el estado de Mato Grosso do Soul en la República de Brasil.

Aular y Rojas (1994) realizaron una investigación sobre la aplicación de distintas dosis de fertilización nitrogenadas (0, 60, 120, 240 y 400 g de N.planta.año⁻¹) en el Municipio Palavecino del estado Lara, en la cual concluyen que si hubo efecto significativo del nitrógeno sobre el porcentaje de cuajado y alta significación sobre el número de frutos por planta, número de frutos por metro cuadrado y peso total de frutos por planta.

Por otro lado, Borges *et al.* (2002b) indican como dosis referencial el uso de 205 kg/ha para suplir las necesidades nutricionales del cultivo para la región noreste del Brasil. En cuanto a calidad se refiere, se encontró mayor cantidad de sólidos solubles totales y menor acidez en

el jugo de parchita maracuyá, así como el aumento de la productividad con la aplicación de dicha dosis de N en el suelo.

En otra investigación, Borges *et al.* (2006) encontraron una disminución de la productividad con la aplicación de mayores dosis de nitrógeno, posiblemente atribuidas a la función del crecimiento vegetativo, resultando en una alta producción de hojas y reduciendo el número de flores y por consiguiente, menos cantidad de frutos.

Por su parte, Malavolta (1994) señala que las deficiencias de este elemento se caracterizan por presentar hojas de color verde claro, las hojas viejas se secan y se desprenden, el crecimiento es débil y la planta presenta un menor número de ramas, más delgadas y con tendencia al crecimiento vertical. Igualmente, indica que el N es el nutriente que más afecta la producción, por lo que una carencia parcial, causa disminución en el crecimiento y peso de las ramas, la floración es normal, pero se afecta el cuajado de la fruta.

Este mismo investigador establece tres premisas importantes en la cual se debería apoyar para el más adecuado manejo en el aporte nutricional de las plantas de parchita maracuyá, en concordancia con los análisis foliares y de suelo para establecer un equilibrio idóneo de los nutrientes tanto en la planta con en el suelo. Los describe de la siguiente manera: primero, deber haber una relación directa entre las dosis de fertilizantes y la producción. Segundo, debe existir una relación directa entre las dosis de fertilizante y la concentración foliar del elemento y finalmente, debe haber una relación directa entre la concentración foliar y la producción.

Ecofisiología del cultivo

Becerra y Ramírez (2003) señalan que el cultivo de maracuyá tiene un sistema fotosintético tipo C3. En general, los estomas se abren o cierran respondiendo a las variaciones ambientales para mantener la concentración de CO₂ intercelular (C_i) a una fracción relativamente constante del CO₂ atmosférico (C_a), si no, se presentan otros factores que obligan al cierre estomático. El cierre estomático parcial reduce más intensamente la transpiración que la fotosíntesis, lo cual permite a las plantas continuar sus procesos de crecimiento (Nikolov *et al.*, 1995; Fischer *et al.*, 2010).

Pérez y Melgarejo (2015) señalan que a través de los estomas no solo entra el CO₂ que se utiliza en la fotosíntesis, sino que se pierde agua y por tanto, los estomas deben ser regulados adecuadamente para que, en condiciones de altas temperaturas y baja humedad donde la pérdida de agua es mayor, pueda disminuir su apertura y mantener así su buen estatus hídrico. Por su parte, Gomes y Prado (2007) indican que el estado hídrico de la planta es una variable ecofisiológica importante, que depende principalmente de la temperatura y de la humedad relativa, que a su vez son responsables del déficit de presión de vapor que puede llevar a un déficit hídrico atmosférico.

Entre los parámetros fisiológicos más importantes para evaluar la respuesta fisiológica de la planta, se encuentran los de intercambio gaseoso como fotosíntesis y transpiración, fuertemente controlados por factores ambientales como la luz y la temperatura que pueden reducir la asimilación de CO₂, disminuir la producción de carbohidratos o incluso ocasionar un daño irreversible sobre el aparato fotosintético. En este sentido, es pertinente resaltar que la tasa fotosintética indica la eficiencia con la cual la planta está captando el CO₂ y la eficiencia de carboxilación para la producción de fotoasimilados, lo cual está directamente relacionado con el crecimiento, según lo expresado por Pérez y Melgarejo (2012).

También el medio ambiente tiene un efecto marcado en la expresión del genotipo y por ello la previsión de un ambiente que ofrezca un mínimo de estrés, es una condición indispensable para lograr altos rendimientos y mejor calidad de fruto. Por lo tanto, para un cultivo comercial de parchita maracuyá se recomiendan rangos de temperatura promedios de 18- 24 °C, ya que el mismo se adapta bien a pisos altitudinales que oscilan desde 0 hasta los 1300 m.s.n.m. Igualmente, requiere precipitaciones de 1500-2500 mm/año, bien distribuidas durante el año, debido a que la sequía afecta negativamente la iniciación floral (Fischer *et al.*, 2009).

Los mismos autores indican que son deseables suelos sueltos (francos, franco-arenoso), profundos y ricos en materia orgánica, bien drenados y con pH de 5,5-7,5. El estado de mayor demanda de agua por el fruto es durante el llenado, sin embargo, el adecuado suministro del recurso hídrico es fundamental para el buen desarrollo del cultivo, lo cual sería muy perjudicial tener suelos con drenajes limitados, ya que el exceso de humedad

favorece el desarrollo de enfermedades radicales. Por consiguiente el mismo autor hace mención a que cada factor externo influye en la respuesta fisiológica de las plantas al ambiente, es así que los estudios ecofisiológicos pueden determinar las condiciones más adecuadas para poder establecer un cultivo, ya que las condiciones que ofrezcan un mínimo de estrés permiten lograr altos rendimientos y mejor calidad de producto.

Por lo tanto las plantas cultivadas con cantidades inadecuadas de N normalmente no expresan su potencial productivo, ya que, en estas condiciones pueden haber reducciones significativas en la utilización del CO₂, ya que el N es uno de los principales componentes del sistema fotosintético como la clorofila y enzimas ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa/oxigenasa (RUBISCO) y fosfoenolpiruvato carboxilasa (Silva *et al.*, 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un ensayo en el campo experimental del Instituto de Agronomía, FAGRO-UCV (10° 17'03" LN y 67°36'16" LO a 455 msnm) para evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno sobre el desarrollo, fisiología de la planta y calidad de fruta en parchita maracuyá. En este sentido, el diseño del experimento fue en bloques al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales y 6 plantas por unidad experimental.

Se sembró el cultivo con un sistema de conducción tipo cortina en espaldera de un solo alambre a 1.80 m de altura. Se estableció una densidad de siembra equivalente a 1666 plantas/ ha mediante el arreglo de 3 m entre espalderas y 2 m entre plantas. Las plantas provinieron de semillas seleccionadas de ensayos realizados previamente en otras investigaciones. Seguidamente, se trasplantó en el área experimental (864 m²) luego de una fase de vivero de 2 meses, utilizando un sistema de riego por goteo para la dotación hídrica del cultivo, la cual fue homogénea en toda el área experimental y estuvo basada de acuerdo a la Eto registrada con un atmómetro marca Etagge, ajustando el Kc de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo (Corrêa, 2004). Por su parte, las entradas de agua provenientes de la precipitación, fueron registradas colocando un pluviómetro en el área experimental.

El ensayo consistió en la evaluación de cuatro dosis de nitrógeno.planta.ciclo⁻¹, definidas en función de ensayos de respuesta revisados en investigaciones anteriores donde se aplican dosis deficitarias y también ligeramente excesivas a las normalmente encontradas como referencia para este cultivo. Se realizó un muestreo de suelo del área experimental para determinar la fertilidad disponible del mismo y los requerimientos de fertilizantes (Anexo 1). Las dosis de P y K fueron fijas para todas las plantas evaluadas (50g.planta.año⁻¹ de P₂O₅ y 300 g.planta.año⁻¹de K₂O) utilizando como fuente fosfato diamónico (16-42-0) y cloruro de potasio (0-0-50), respectivamente. Por su parte, se utilizó como fuente de nitrógeno urea (46-0-0). El fertilizante aplicado fue incorporado al suelo en cada planta del área experimental

Los tratamientos evaluados fueron dosis de 8, 100, 200, 300 g de N.planta.año⁻¹ (T0, T1, T2 y T3, respectivamente). Vale la pena destacar que T0 recibió una pequeña dosis de N producto de la fuente de fósforo utilizada, la cual posee dicho elemento. De esta manera, no hay un testigo con 0 g de N.planta⁻¹.

Las fertilizaciones se fraccionaron de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo (Maciel *et al.*, 1994) en función del porcentaje del total requerido de la siguiente manera: 15% fase crecimiento apical; 15% fase crecimiento lateral; 25% fase de floración; 30% fase de fructificación y 15% fase de reposo vegetativo. Luego del establecimiento de las plantas en el campo, se evaluaron las siguientes variables:

- **Altura de planta y Número de hojas:** se evaluó ambas variables en 4 plantas por unidad experimental (descartando las planta de los extremos) hasta el momento en que la mayoría de las plantas alcanzaron el alambre de la espaldera, lo cual ocurrió en la semana 9 después del trasplante.
- **Fenología del cultivo:** se llevó un registro por planta del tiempo (días) para cada fase fenológica: crecimiento apical (desde el trasplante hasta la planta llegar al alambre de la espaldera), crecimiento lateral (desde que la planta llegó al alambre hasta la aparición del primer botón floral), floración (desde primer botón floral a la aparición del primer fruto cuajado) y fructificación (desde la aparición del primer

fruto y durante todo el periodo de cosecha), durante el primer ciclo productivo del cultivo.

- **Contenido de nitrógeno total en tejido foliar:** se seleccionaron 4 hojas por unidad experimental (UE) tomando la cuarta hoja sentido ápice-base en ramas con botón floral, en etapa de floración y final de cosecha. Las muestras se secaron en estufa a 60°C. durante 48 horas y fueron llevadas al Laboratorio General de Suelos en el Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía-UCV. Para la determinación de N total se utilizó el método espectrofotométrico usando el reactivo de Nessler.
- **Índice de clorofila o grado de verdor:** esta variable se determinó mediante el uso de un equipo SPAD marca Konica-Minolta Modelo 502, tomando la hoja indicadora señalada en la variable anterior. Se tomaron 2 hojas por planta y 2 plantas por UE, con una frecuencia mensual desde la fase de crecimiento lateral de las ramas hasta final de cosecha.
- **Fotosíntesis e intercambio gaseoso:** al momento de floración y fructificación se determinaron algunas variables fisiológicas asociadas al intercambio gaseoso. Para ello, se utilizó un medidor infrarrojo de gases (IRGA) marca PP System evaluando: conductancia estomática (G_s ; $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$); fotosíntesis (A ; $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$); transpiración (E ; $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) y radiación fotosintéticamente activa (PAR; $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Esto se realizó en dos plantas por unidad experimental y dos hojas por planta.
- **Rendimiento:** se llevó un registro durante 51 semanas de cosecha en cada unidad experimental, cosechando diariamente los frutos maduros tomados del suelo, determinándose las variables producción por planta (kg.planta^{-1}) y productividad (t.ha^{-1}).
- **Calidad de fruta:** se determinaron variables físicas: peso promedio del fruto (g); diámetro ecuatorial (cm); largo del fruto (cm); relación largo/ancho; grosor de cáscara (mm); % de pulpa; % de cascara y % de semilla. En cuanto a las variables químicas, se determinó: pH (con un pH-metro portátil marca Hanna); sólidos

solubles totales (SST; con uso de un refractómetro marca Opti Science); acidez titulable (mediante la titulación con NaOH 0.1 N); relación SST/acidez. Para ello, se tomaron 3 frutos maduros por UE en pleno periodo de cosecha.

Los resultados se analizaron por medio del paquete estadístico SAS versión 8.0 de acuerdo al diseño propuesto. Se realizó un análisis de la varianza (ANAVAR) para cada variable y una prueba de medias de Waller-Duncan con un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta y número de hojas

En cuanto al desarrollo del cultivo se refiere, en el Cuadro 1 se presentan los valores de altura y número de hojas para la novena semana de evaluación, fecha en la cual la mayor cantidad de plantas habían alcanzado la altura del alambre, terminando de esta forma con la fase de crecimiento apical. En ambas variables existieron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) para los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Altura y número de hojas para la última semana de evaluación en el cultivo de parchita maracuyá.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Número de hojas
T0	146.04 c	15.70 c
T1	149.56 c	16.50 c
T2	176.54 a	19.75 a
T3	168.90 b	17.37 b
%CV	9.31	4.98

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Se puede observar como los mayores valores en ambas variables se encuentran en las plantas bajo la dosis de 200 g de N (T2), siendo incluso más favorables a los encontrados con la dosis más elevada de N. Esto sugiere que no necesariamente un aumento en la dosis de N sea favorable exponencialmente para el desarrollo del cultivo. Los menores valores y

más desfavorables en cuanto a desarrollo de la planta se refiere se presentaron en los tratamientos T0 y T1, los cuales se correspondieron al testigo y dosis más baja de nitrógeno aplicada, respectivamente.

Azcón-Bieto y Talón (2000) señalan que el nitrógeno es el nutriente más importante en el desarrollo de la planta dada por su abundancia en las biomoléculas de materias vivas; si a esto se añade que los suelos suelen ser más deficientes en nitrógeno que en cualquier otro elemento, no resulta extraño que sea, junto al P y K, uno de los elementos clave en la nutrición mineral de cultivos.

En el cultivo de parchita, Recalde y López (2008) en un trabajo realizado en la República del Ecuador en condiciones de campo, señalan que diferentes dosis de fertilización con N-P-K, no influyeron en la altura de las plantas durante el tiempo de evaluación con el uso de fórmula completa 10-30-10. Así mismo, hace referencia que de acuerdo con el análisis estadístico, las dosis de fertilizante no influyeron en el número de hojas. Resultados similares fueron obtenidos por Aular y Rojas (1994) en el estado Lara, quienes no lograron observar efectos del nitrógeno sobre la altura y número de hojas. Los autores estiman que al aumentar la recolección de datos, midiendo en un mayor número de plantas y en varios puntos en el tiempo, se podría mejorar la precisión y así detectar el posible efecto del nitrógeno sobre el crecimiento.

Fenología del cultivo

Por su parte, tomando en cuenta la fenología del cultivo, los resultados de la duración de cada fase fenológica hasta el momento de floración se presentan en el Cuadro 2. Al respecto, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos estudiados para cada una de las fases consideradas, destacando el hecho que para el testigo, existió un retraso en el desarrollo vegetativo, dado la mayor cantidad de días transcurridos en cada fase. Por el contrario, los tratamientos T2 y T3 presentaron mayor precocidad, lo cual

indica el efecto favorable de la mayor dosis de nitrógeno sobre el desarrollo vegetativo de la planta.

Del mismo modo, al observar la fase de fructificación se observó que en el tratamiento testigo se redujo el periodo de cosecha, presentando una menor cantidad de días con respecto al resto de los tratamientos estudiados. Esto puede ser atribuido al efecto negativo de la menor cantidad de nitrógeno que tenían dichas plantas, afectando su capacidad productiva.

Cuadro 2. Duración (días) de las fases fenológicas de crecimiento vegetativo bajo los diferentes tratamientos evaluados de dosis de N en plantas de parchita maracuyá.

Tratamientos	Crecimiento Apical	Crecimiento Lateral	Floración	Fructificación
T0	55.25 a	26.75 a	76.93 a	198.07 b
T1	46.90 b	21.68 b	73.65 a	214.77 a
T2	46.88 b	19.16 b	65.18 b	225.78 a
T3	46.70 b	18.30 b	66.86 b	225.17 a
%CV	7.03	6.92	8.77	11.33

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Pereira (2015) en un ensayo sobre fertilización del cultivo de parchita con fuentes N-P-K en Ecuador, señala que el número de días transcurridos desde trasplante hasta cosecha con uso de dosis de 100-50-80 kg.ha⁻¹ en forma bimensual, se redujo en comparación al resto de los tratamientos evaluados. El autor encontró con dicho tratamiento un periodo de 186 días, mientras que en el testigo se obtuvo 210 días hasta cosecha.

Por su parte, Malavolta (1994) indica que en condiciones de Brasil, la fructificación empieza aproximadamente a los 9 meses. Los resultados encontrados en la presente investigación demuestran mayor precocidad para el inicio de la etapa productiva del cultivo bajo las condiciones de experimentación. Al respecto, Fischer *et al.*, (2010) señalan que regiones más cercanas al Ecuador tiende a ser más precoz el inicio de la fructificación debido al factor latitud.

Índice de clorofila

En el caso de las variables fisiológicas, en el Cuadro 3 se presentan los resultados de las evaluaciones mensuales de Índice de Clorofila en los diferentes tratamientos estudiados. Es necesario indicar que dichas fechas comienzan desde la fase de crecimiento lateral de las ramas y continua durante las fases de floración y fructificación (7 meses continuos de evaluación desde agosto 2014 hasta febrero 2015).

Cuadro 3. Valores mensuales de índice de clorofila (unidades Spad) durante el desarrollo de plantas de parchita maracuyá sometidas a diferentes dosis de N.

Tratamientos	IC Ago	IC Sept	IC Oct	IC Nov	IC Dic	IC Ene	IC Feb
T0	41.87 a	44.02 a	41.05 b	40.09 c	35.82 c	35.16 b	34.51 b
T1	41.97 a	45.34 a	44.17 b	42.98 c	41.88 b	42.55 a	40.03 a
T2	43.08 a	45.74 a	51.15 a	46.76 b	43.68 b	41.51 a	41.11 a
T3	42.67 a	46.36 a	52.01 a	51.86 a	48.78 a	41.36 a	40.42 a
%CV	6.34	5.82	4.39	6.01	7.77	8.04	9.35

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. IC: índice de clorofila. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Se distingue que para las fases iniciales no se presentaron diferencias entre tratamientos, no obstante, a medida que se avanzó en el ciclo del cultivo, se fueron haciendo más evidentes los menores valores de Spad en el tratamiento testigo (T0), lo cual denota que el grado de verdor de las hojas fue menor, dado la deficiencia de nitrógeno en dicho tratamiento. En el resto de los tratamientos estudiados, los valores van incrementando conforme las dosis de nitrógeno también van en aumento.

En este sentido, Gil *et al.*, (2002) destaca el uso del SPAD como herramienta para conocer el estado de nitrógeno de la planta, esto debido a que existe una correlación significativa entre el grado de verdor y la concentración de clorofila. Del mismo modo, Gaudio (2011) señala que plantas de parchita sometidas a estrés hídrico presentaron valores entre 30 y 40 unidades Spad, observando de esta forma clorosis de las hojas. Por su parte, indica valores normales entre 40 y 50 unidades Spad para este cultivo.

Los resultados encontrados en la presente investigación indican una ligera clorosis en T0, dado el menor contenido de clorofila encontrado, lo cual a su vez se encuentra asociado a un menor contenido de N, causado por la limitada suplencia de este elemento. De esta manera, se observaron valores asociados a un efecto de estrés nutricional en las plantas testigo, lo cual coincide con las diferencias encontradas en los aspectos de desarrollo del cultivo evaluados anteriormente.

Es necesario destacar que los valores más bajos encontrados en T0 para las fechas de diciembre hasta enero, se corresponden con el periodo de fructificación de las plantas, en el cual, dado el carácter que los frutos representan un sumidero importante para la movilización de nutrimentos hacia esos tejidos, se presentó una mayor clorosis en dicho tratamiento. Del mismo modo, la tendencia general indistintamente del tratamiento considerado es a la disminución del IC, dado por la exportación de N hacia los tejidos reproductivos (flores y frutos).

Esto ha sido señalado por Malavolta *et al.* (1989) quienes indican que el nitrógeno es el segundo elemento mayor exportado hacia el fruto, seguido del potasio. Resultados similares han sido señalados por Rodríguez (2016) en el cultivo de parchita maracuyá en la misma área experimental de la presente investigación, quien encontró reducción en el contenido de nitrato en savia desde floración hacia final de la etapa de fructificación.

Eficiencia fotosintética

En cuanto a los efectos sobre la fotosíntesis e intercambio gaseoso, se evaluaron en floración y fructificación en los meses de octubre y diciembre respectivamente, en los diferentes tratamientos estudiados (Cuadro 4). Los resultados indican que en cuanto al intercambio gaseoso se refiere, no hubo diferencias estadísticas significativas para las variables transpiración (E) y conductancia estomática (Gs), mientras que en el caso de la fotosíntesis neta (A), si se presentaron diferencias entre tratamientos para ambas fechas ($p < 0.05$).

Cuadro 4. Valores de fotosíntesis en intercambio gaseoso ($\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$) en plantas de parchita maracuyá sometidas a diferentes dosis de N en etapa de floración y fructificación.

Trat	E 1	E 2	Gs 1	Gs 2	A 1	A 2
T0	1.48 a	1.44 a	154.48 a	153.30 a	11.18 c	11.15 b
T1	1.64 a	1.33 a	163.36 a	177.18 a	13.63 b	12.00 b
T2	1.80 a	1.29 a	203.64 a	139.41 a	14.15 b	12.80 b
T3	1.65 a	1.29 a	145.09 a	165.98 a	17.20 a	14.15 a
%CV	4.36	6.58	8.36	10.58	8.31	9.20

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. E; transpiración; Gs: conductancia estomática; A: fotosíntesis neta; 1: etapa de floración; 2: etapa de fructificación. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Menzel *et al.* (1991) afirman que el nitrógeno es el nutriente más importante en el crecimiento y desarrollo del maracuyá, que determina todo el sistema de nutrición de los cultivos en campo, estando involucrado en la actividad fotosintética de la planta. Los resultados de la presente investigación demuestran que los mayores valores de fotosíntesis neta se encontraron en el tratamiento T3 ($p<0.05$), disminuyendo progresivamente mientras menor fue la dosis aplicada de N en las plantas.

Por su parte, Pérez y Melgarejo (2012) señalan valores referenciales de plantas de parchita morada (gulupa) en las fases de floración y fructificación en condiciones normales de desarrollo, en el caso de transpiración, valores entre 1 a 5 $\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$, conductancia estomática entre 100 a 250 $\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ y fotosíntesis neta entre 10 a 20 $\mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$, siendo coincidentes con los encontrados en la presente investigación.

Del mismo modo, Romero (2012) indica que cuando comienza la actividad fotosintética, fijando el CO_2 para ser reducido a carbohidratos (los cuales sirven de sustrato principal de la respiración y cuya función es liberar la energía obtenida en forma de ATP y producir compuestos) comienza la producción de materia seca en la planta de parchita maracuyá, como resultado neto del balance de estos procesos metabólicos básicos. Además en etapa de producción, las hojas cercanas a los frutos transpiran más para movilizar nutrientes a los frutos.

Contenido de Nitrógeno total en tejido foliar

Con respecto a la evaluación del contenido de nitrógeno total en tejido foliar, los resultados se presentan en el Cuadro 5. En este sentido, las evaluaciones fueron realizadas en floración y final de cosecha, destacando el hecho que en la primera fase los valores fueron mayores, mientras que disminuyeron notablemente en la segunda. Esto es debido a la relación fuente-sumidero, donde el contenido de nitrógeno se moviliza hacia las flores y frutos una vez comenzados estos procesos en la etapa reproductiva de la planta, siendo el N el segundo elemento mayormente exportado hacia el fruto (después del K). Por esta razón disminuye considerablemente el contenido en la hoja, ya que es movilizado hacia otros tejidos en donde son altamente demandados (Malavolta, 1994).

Resultados similares de disminución en el contenido de nitrógeno desde floración hasta fructificación ha sido señalado por Rodríguez (2016) en el cultivo de parchita, haciendo uso de determinación de nitrato en savia.

Cuadro 5. Valores de nitrógeno en tejido foliar en plantas de parchita maracuyá sometidas a diferentes dosis de N en etapa de floración y final de cosecha.

Tratamientos	Nitrógeno Total (%) floración	Nitrógeno Total (%) Final de cosecha
T0	3.31 d	2.09 c
T1	3.94 c	2.60 b
T2	4.77 b	2.69 b
T3	5.31 a	3.75 a
%CV	7.36	6.90

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Los resultados de esta investigación indican alta significancia entre las dosis de N aplicadas y los contenidos de %N en tejido foliar, siendo muy importante en la valoración del estado nutricional de la planta. En este sentido, Haag *et al.* (1973) señalan que los valores óptimos de N en la hoja de maracuyá oscilan entre 3.6 a 4.6 % en etapa de floración. De esta forma, únicamente el tratamiento T0 obtuvo valores inferiores de los niveles óptimos señalados anteriormente; mientras los tratamientos T2 y T3 presentaron valores superiores, indicando así una adecuada nutrición de las plantas evaluadas en fase de floración.

Por su parte, en las evaluaciones tomadas en la fase de final de cosecha, se pueden observar que solo el tratamiento con la mayor dosificación nitrogenada (T3) a pesar de haber ocurrido una disminución en el contenido de N con respecto a la fase de floración, se mantiene dentro del rango adecuado.

Resultados similares son señalados por Farias *et al* (1991) quienes destacan que para el cultivo de parchita en ramas con botones florales y próximo a madurar, los contenidos de nitrógeno foliar se encontraron en 4.52%. Del mismo modo, Malavolta (1994) señala que la carencia de N se presenta mediante una reducción de la concentración de este nutriente en los diferentes órganos.

Rendimiento y Calidad de Fruta

Con relación al rendimiento evaluado durante un ciclo completo de producción (primer año del cultivo) los resultados se presentan en el Cuadro 6. Al respecto, se observaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables asociadas a la productividad del cultivo (kg.planta^{-1} y t.ha^{-1}).

Cuadro 6. Rendimiento del cultivo de parchita maracuyá bajo diferentes dosis de N.

Tratamientos	Rendimiento (kg.planta^{-1})	Rendimiento (t.ha^{-1})
T0	3,53 c	5,89 c
T1	5,05 b	8,42 b
T2	6,48 a	10,80 a
T3	5,94 a	9,89 a
%CV	11.36	10.89

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

Al igual que en las variables altura y número de hojas, se observó que las plantas con dosis de 200 y 300 g N.planta⁻¹ (T2 y T3 respectivamente) presentaron el mayor rendimiento en comparación al resto de los tratamientos ($p<0.05$). Sin embargo, T3 presentó valores ligeramente inferiores, lo cual sugiere que la dosis más alta de nitrógeno evaluada no necesariamente implique mayor productividad. En el mismo orden de ideas, Borges *et al.*

(2006) encontraron una disminución de la productividad con la aplicación de dosis más altas de nitrógeno, posiblemente atribuidas a la función del crecimiento vegetativo, resultando en una alta producción de hojas y reduciendo el número de flores y por consiguiente, menos cantidad de frutos.

Por otra parte, se estaría haciendo un uso menos eficiente de esta fuente de fertilizante con la dosis más elevada, además de correr riesgos de generar posibles impactos desfavorables en el agroecosistema por aplicaciones excesivas de nitrógeno. En este sentido, Cabrera *et al.* (2007) señalan que la fertilización mineral es una de las prácticas agrícolas que conllevan a incrementos notables del rendimiento; sin embargo, su uso inapropiado afecta el ambiente de modo adverso, creando relaciones internutrientes desfavorables que pueden provocar desequilibrios nutricionales en las plantas; acidificando o salinizando los suelos e inclusive, alterando la biota del mismo.

Los tratamientos con menores dosis (T1 y T0) obtuvieron los menores rendimientos, estando esto asociado a la menor cantidad suministrada de dicho elemento a lo largo del ciclo de la planta. El N está fuertemente asociado al incremento en la productividad de los cultivos y en el caso de parchita, esto ha sido suficientemente reportado (Malavolta *et al.*, 1989; Lima, 1999; García, 2002; Fischer, 2005; Fischer *et al.*, 2010).

Al observar las cifras oficiales más recientes ofrecidas por el Estado, el rendimiento promedio nacional para el año 2009 (MPPAT, 2010) fue de 8,34 t.ha⁻¹, en el presente estudio bajo los tratamientos T2 y T3 se obtuvieron cifras superiores a dicho valor; el resto de los tratamientos presentaron productividades menores.

En Brasil, donde este cultivo es mayormente cultivado y con referenciales tecnológicos más apropiados, se reportan rendimientos entre 10 y 15 t.ha⁻¹ (Silva *et al.*, 2009; Badiz *et al.*, 2011). Otros autores señalan sin embargo, que el potencial productivo pudiera llegar hasta 40 o 50 t.ha⁻¹ (Ferreira *et al.*, 2005; García *et al.*, 2013). Claro está, ofreciéndole al cultivo un control de muchos factores que normalmente adolecen de adecuados manejos en

nuestros sistemas de producción en el país, siendo generalmente sistemas con tecnologías precarias (Aular, 2005; Aular y Casares, 2011; Rodríguez, 2016).

De acuerdo con los resultados de rendimiento obtenidos en la presente investigación, las plantas bajo T0 obtuvieron una reducción de aproximadamente 55% de la productividad con respecto al tratamiento de mayor producción (T2), lo cual pone de manifiesto la importancia de realizar una adecuada fertilización nitrogenada en el desarrollo y producción del cultivo.

Es necesario destacar que al tratamiento T0 se le aplicó solo 8 g.planta.ciclo⁻¹, no obstante, el suelo donde se desarrolló la investigación había sido sembrado con anterioridad con el cultivo de parchita, aplicando fuentes nitrogenadas. Para saber la cantidad que aportaba el suelo, se realizó un análisis previo de fertilidad (Anexo 1), donde los resultados reflejaron bajos valores de materia orgánica (0,93 y 0,86 para profundidades de 0-20 y 20 a 40 cm, respectivamente) y bajo contenido de N en el suelo (36,74 y 28,54 mg.kg⁻¹ para la primera y segunda capa de suelo, respectivamente). Por lo cual, los aportes no garantizaban las cantidades mínimas exigidas por el cultivo para su correcto desempeño agronómico.

Por otro lado, el fraccionamiento de los requerimientos nutricionales de acuerdo a cada fase fenológica permite un uso más eficiente del fertilizante aplicado al cultivo, en comparación con la fertilización tradicionalmente empleada por los agricultores en los sistemas de producción; donde la misma, se realiza al inicio y salida de lluvias, lo cual puede generar mayores pérdidas y ser ofrecida en momentos en que el cultivo pudiera presentar menores exigencias nutricionales y no estar disponible en sus etapas críticas (floración y fructificación) donde los factores de estrés suelen ser determinantes sobre la producción o calidad del producto cosechado (Fischer *et al.*, 2010).

El rendimiento encontrado en los diferentes tratamientos se puede relacionar a su vez con el peso promedio del fruto. En este sentido, dentro de los aspectos evaluados de calidad (Cuadro 7), esta variable fue la única que presentó diferencias estadísticamente

significativas entre tratamientos estudiados ($p < 0.05$), tanto para los parámetros físicos como químicos de calidad.

Cuadro 7. Valores de calidad de fruta evaluados en el cultivo de parchita maracuyá bajo diferentes dosis de N en pleno periodo de cosecha

Trat	Peso fruto (g)	Rel. L/A	Grosor cáscara (mm)	% cáscara	% semilla	% jugo	SST (%)	Acidez (A)	Rel. SST/A	pH
T0	168,29 b	1,16	5,72	42,66	13,20	46,66	14,12	3,78	3,77	3,40
T1	174,13 b	1,18	5,80	42,33	12,35	44,48	14,61	3,78	3,92	3,37
T2	203,31 a	1,14	5,91	45,03	11,91	42,61	15,00	3,65	4,12	3,65
T3	183,42 ab	1,22	5,68	41,81	13,03	42,51	14,60	3,84	3,83	3,84
%CV	59,16	1,18	6,43	26,51	7,81	27,92	15,74	3,32	4,81	3,33

T1: testigo 8 g N.planta⁻¹; T2: dosis 100 g N.planta⁻¹; T3: dosis 200 g N.planta⁻¹; T4: dosis 300 g N.planta⁻¹. Rel L/A: relación largo ancho de fruto; SST: sólidos solubles totales. Letras diferentes dentro de una misma columna se corresponden con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo la prueba de Waller-Duncan $\alpha=0,05$.

De esta manera, se mantuvo la tendencia en T2 de presentar los mayores valores, seguido de T3, T1 y T0, respectivamente. No obstante, los valores de peso del fruto obtenidos incluso en el testigo, fueron superiores a los reportados en otras investigaciones en el país (Aular y Rojas, 1994; Aular y Rodríguez, 2003) quienes señalan valores entre 100 a 130 g.fruto⁻¹; lo cual indica que con respecto al tamaño del fruto, no se produjeron resultados desfavorables en cuanto a calidad física se refiere.

Es conveniente acotar que desde el punto de vista de los criterios de calidad exigidos normalmente por la agroindustria nacional señalados por Roa (2011), ninguno de los tratamientos evaluados presentó resultados desfavorables en tales parámetros, por lo cual, las dosis de nitrógeno estudiadas no incidieron negativamente sobre la calidad del producto cosechado. En este sentido, la misma autora señala como rangos óptimos exigidos por la agroindustria para las características químicas valores de SST > 14; AT entre 2,5 a 3,5; SST/AT > 4 y pH entre 2,8 a 4,0. Como puede observarse, en la presente investigación todos los tratamientos estuvieron dentro de estos valores señalados como adecuados.

Por su parte, Reina *et al.* (1999) en Ecuador, señalaron valores promedio de cáscara entre 50 a 60%, de 30 a 40% de jugo y 10 a 15 % de semilla. Los resultados de la presente investigación arrojaron valores de calidad superiores, representados por un mayor % de jugo y menor % de cáscara, lo cual es deseable como fruta fresca y también para procesamiento agroindustrial.

Araujo (2004) en Minas Gerais, Brasil, indica que la mayor productividad fue estimada en 11.9 t.ha⁻¹, mientras que los atributos de calidad fueron obtenidos de la siguiente características: peso promedio de los frutos (126 g), rendimiento de jugo (34.9%), SST (14.6%), acidez titulable (4.9%) y relación SST/A (3.0). Mientras que Coimbra (2012) en relación al peso promedio de los frutos menciona que hubo una variación entre 83 g. y 127 g. por frutos. Por otro lado, Acorsi *et al* (1992) en un estudio realizado sobre el efecto de las intensidades de poda sobre la producción del maracuyá en Dorado do Soul, Brasil, destaca como peso promedio 119,2 g/fruto en el primer año de la plantación. De esta manera, los resultados encontrados en la presente investigación demuestran parámetros de calidad iguales o superiores a los señalados por estos autores.

Por su parte, Hafle *et al* (2009) indica que entre las variables físicas encontradas por ellos obtuvieron los siguientes resultados: grosor promedio de cascara (6.48 mm), diámetro longitudinal (9.03 mm), diámetro ecuatorial (7.9 mm), peso promedio de frutos de 193.10 g. y entre las químicas están SST (13.14%), AT (5.02), SST/AT (2.62); además de los promedios de cascara (62.43%), jugo (32.42 %) y de semillas (5.22%). Resultados similares de calidad se encontraron en el presente estudio

Así mismo Borges *et al.* (2002b) indican como dosis referencial el uso de 205 kg.ha⁻¹ para suplir las necesidades nutricionales del cultivo para la región noreste del Brasil. En cuanto a calidad se refiere, se encontró mayor cantidad de SST y menor acidez en el jugo, así como el aumento de la productividad con la aplicación de dicha dosis de N en el suelo.

De esta manera, en términos generales, en la presente investigación no se presentaron mayores efectos sobre la calidad de fruta con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, con excepción de la variable peso promedio del fruto, manteniendo estándares adecuados en los parámetros considerados de acuerdo a las exigencias del sector agroindustrial nacional.

CONCLUSIONES

- ✓ La aplicación de dosis menores a $200 \text{ g N.planta}^{-1}$ repercutió en desmejoras del desarrollo de la planta, obteniendo menor altura y número de hojas, así como un retraso en el desarrollo del cultivo producto de presentar mayor duración en las fases fenológicas hasta floración y menor tiempo de cosecha.
- ✓ En cuanto a la actividad fotosintética se presentaron los menores valores de índice de clorofila y fotosíntesis neta en el tratamiento testigo, incrementando los valores a medida se aumentó la dosis de N. Con respecto al intercambio gaseoso, no hubo diferencias entre los tratamientos evaluados para la transpiración y conductancia estomática.
- ✓ Los menores valores de N en tejido foliar evaluados en floración y final de fructificación fueron encontrados en el testigo, demostrando deficiencia de este nutrimento, mientras que los tratamientos con dosis de 100, 200 y $300 \text{ g.planta}^{-1}$ se mantuvieron en el rango óptimo señalado para el cultivo.
- ✓ La dosis de nitrógeno que presentó mejor resultado en cuanto a desarrollo, rendimiento y calidad de fruta fue $200 \text{ g N.planta}^{-1}$ por lo cual, se recomienda emplear dicha dosis en investigaciones posteriores bajo las condiciones de experimentación.

- ✓ Se comprobó la importancia del nitrógeno en procesos de desarrollo, fisiológicos y productivos del cultivo, por lo cual, su constante evaluación en suelo y tejido debe ser aplicado para garantizar el adecuado funcionamiento de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acorsi, M.; I. Manica; Nogueira, F; Kuoos, H. 1992. Efeito de intensidade de poda sobre a produção do maracujá-amarelo em Eldorado do Sul. RS. Pesq. Agropec. Bras. 27(3): 463-472.

Aular, J. 2005. Análisis de la producción de parchita y otras pasifloras en Venezuela. En: Memorias II Curso de Actualización de Conocimientos en Fruticultura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Postgrado de Horticultura. Cabudare, Lara. pp 2-10.

Aular, J; E. Rojas. 1994. Influencia del nitrógeno sobre el crecimiento y la producción de parchita (*Passiflora edulis* Sims). Agron. Trop. 44(1):121-134.

Aular, J; M. Casares. 2011. Consideraciones sobre la producción de frutas en Venezuela. Rev. Bras. Fruticultura. Jaboticabal. 33(esp1):187-198

Aular, J; Y. Rodríguez. 2003. Algunas características físicas y químicas de cuatro especies de pasifloras. Bioagro (Ven). 15(1):41-46

Amaya, J. 2009. El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*). Gerencia Regional Agraria, Trujillo-Perú. 11 p.

Araujo, S. 2004. Producao, qualidade e rentabilidade do maracujazeiro-amarelo em diferentes densidades de plantio. Universidad Federal de Lavras. Minas Gerais, Brasil. 72 p.

Azcón-Bieto, J.; M. Talón. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ediciones Universidad de Barcelona/McGraw-Hill. Madrid, España. 515 p.

Badiz, F.; A. Martins; M. Esperancini; A. Vidal; F. Okamoto. 2011. Custo de produção do maracujazeiro-amarelo. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. Volume Especial E. 441-446.

Bernacci, L.; N. Vilela; I. Da Silva; L. Molina. 2008. *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite yellow passion fruit (and others colors). Rev. Bras. Frutic. 30(2):566-576.

Becerra, D; C. Ramírez. 2003. Efecto del origen del material vegetal y la edad sobre la capacidad morfogenética de dos especies de *Passiflora* (*Passiflora mollissima* H.B.K. Bailey y *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) cultivadas in vitro. Trabajo de grado (Pregrado). Bogota, Colombia; Pontificia Universidad Javeriana. 177p.

Borges, A.; B. Van Rajj; A. Fonseca; A. Bernardi; A. Lima. 2002a. Nutrição mineral, calagen e adubação do maracujazeiro irrigado. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. 8 p.

Borges, A.; R. Correa; A. Lima; I. Almeida. 2002b. Efeito de doses de NPK sobre os teores de nutrientes nas folhas e no solo, e na produtividade do maracujazeiro amarelo. Rev. Bras. Frutic. 24(1):208-213.

Borges, A; Correa, R. y Almeida, A. 2006. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal. 28 (2):301-314.

Cabrera, A; Arzuaga, J y Mojena, M. 2007. Desbalance nutrimental del suelo y efecto sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicon solanum* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Revista de Cultivos Tropicales. La Habana- Cuba. 20 p.

Cárdenas, R; J, Sánchez; R, Farías y J, Peña. 2004. Los aportes del nitrógeno en la agricultura. Revista Chapingo Serie Horticultura. 10(2):173-178.

Carvalho, A; P, Monnerat; D, Martins; B, Salassier; J, Accacio. 2002. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. *Scientia Agrícola* 59 (1):121-127.

Cleves, A; A, Jarma; J, Fonseca. 2009. Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Manejo integrado del cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 1º edición. 100 p.

Cordeiro, A.; P. Monnerat; D. Martins; B. Solassier; J. Da Silva. 2002. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. *Scientia Agrícola*. 59(1):121-127.

Corrêa, R. 2004. Evapotranspiração e coeficiente de cultura em dois ciclos de produção do maracujazeiro amarelo. Tese de Mestre. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. pp. 22-68.

Farias, J.; Colauto, N.; Manica, I.; Stronsky, M.; Appel, H. (1991). Efecto de tres dosis de N, P y K en la producción de maracuya amarillo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) durante tres años de evaluación en Guaíba do Sul, Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 26(3):311-314.

Fischer, G. 2000. Efecto de las condiciones en precosecha sobre la calidad de los frutos. *Rev. Comalfi*. 27(1-2):39-50.

Fischer, G. 2005. Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha. *Rev. Comalfi*. 32(1):22-34.

Fischer, G. 2010. Condiciones ambientales que afectan el desarrollo y calidad de las pasifloráceas. En: *Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Passiflora*. Colombia. pp 10-22.

Fischer, G.; F. Casierra-Posada; W. Piedrahíta. 2009. Ecofisiología de las especies pasifloráceas cultivadas en Colombia. En: Miranda, D.; G, Fischer; C. Carranza; S. Magnitskiy; F. Cassierra-Posada; W. Piedrahíta y L. Florez (eds.) Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá. pp. 45-67.

Fischer, I.; A. Marques; M. Fileti; R. Marques; M. De Arrula; C. Bueno. 2010. Avaliação de passifloras, fungicidas e trichoderma para o manejo da podridão-do-colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 32(3):709-717.

Ferreira, L.; T. Dias; S. Cabral; I. Lucena; G. Da Silva; F. Rodrigues. 2005. Desenvolvimento e produção do maracujazeiro IAC 273/277+275 em função do número de ramos principais por planta. Agropecuária Técnica. 26(2):109-116.

García, M. 2002. Cultivo de maracuyá amarillo. Guía Técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador. 33 p.

García, C.; O. Nunes; C. Da Silva; J. De Oliveira. 2013. Avaliação agrônômica de parentais e híbridos de maracujazeiro-amarelo. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 35(1):191-198.

Gaudio, M. 2011. Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) ao déficit hídrico. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. Brasil. Tesis de Mestre. 70 p.

Guerrero, E; C, Potosí; L, Melgarejo; L, Hoyos. 2011. Manejo agronómico de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims) en el marco de las buenas prácticas agrícolas. En: Ecofisiología del Cultivo de la Gulupa. Melgarejo, L (Ed). Universidad Nacional de Colombia. pp123-144.

Hafle, O.; Ramos, J.; De Oliveira, L.; Ferreira, E.; De Melo, P. (2009). Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido a poda e ramos productivos. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 31(3):736-770.

Hagg, H.; G. Oliveira; A. Bordichi; J. Sarruge. 1973. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracuyá. An. Es. Sup. Agr. “Luis de Queiroz”. Universidade de São Paulo (Piracicaba). 30: 267-279.

Lima, A. 1999. O cultivo do maracujá. Embrapa Mandioca y Fruticultura. Circular Técnica 35. 130 p.

Maciel, N.; D. Bautista; J. Aular. 1994. Crecimiento, desarrollo y arquitectura de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 38:133-138.

Malavolta, E. 1994. Nutrición y fertilización del maracuyá. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Quito, Ecuador. 52 p.

Malavolta, E.; G. Vitti; S. Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios y aplicações. Piracicaba:POTAFOS. 201 p.

Menzel, c.; Haydon, G. Y Simpson, D. 1991. Effect of nitrogen on growth and flowering of passionfruit (*P. edulis* f. *edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*) in sand culture. Journal of Horticultural Science. 66: 689-702.

MPPAT. 2010. Ministerio del Poder Polular para Agricultura y Tierras. Estadísticas de producción del sector agrícola vegetal. Dirección Nacional de Estadística.

Nikolov, N.T., Massman, W.J., Schoettle, A.W., 1995. Coupling biochemical and biophysical processes at the leaf level: an equilibrium photosynthesis model for leaves of C3 plants. Ecological Modelling 80, 205–235.

Pereira, V. 2015. Estudio a la aplicación de tres frecuencias y dos dosis de N-P-K mas una formula de fertilizante foliar en el cultivo de maracuyá. Tesis de grado. Universidad de Guayaquil. 49 p.

Pérez, L; M. Melgarejo. 2012. Caracterización ecofisiológica de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) bajo tres condiciones ambientales del departamento de Cundinamarca. En: Melgarejo, M (Ed). Ecofisiología del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Universidad Nacional de Colombia. pp. 11-32.

Pérez, L; M. Melgarejo. 2015. Photosynthetic performance and leaf water potential of gulupa (*Passiflora edulis* Sims) in the reproductive phase in three locations in the Colombian Andes. Acta Biol. Colomb. 20(1):183-194.

Reina, C; S. Parra; R. Sánchez. 1999. Manejo poscosecha y evaluación de la calidad de maracuyá (*Passiflora edulis*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Surcolombiana. 117 p.

Recalde, M; X. Lopez. 2008. Determinacion de curvas de absorcion de macroelementos, durante el primer año de desarrollo del cultivo de maracuya (*Passiflora edulis*), en Santo Domingo de los Colorados. Universidad tecnologica Equinoccial. Ecuador. 42 p.

Roa, D. 2011. Exigencias del mercado de la parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) en los estados Aragua y Carabobo. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 32 p.

Romero, J. 2012. Análisis de la dinámica hídrica de la planta tipo C₃, caso de estudio: cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* variedad flavicarpa) en condiciones de clima templado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá- Colombia. p.34.

Rodríguez, G. 2016. Evaluación del manejo de parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en ciclo anual, con riego deficitario controlado y control biológico de *Fusarium* spp. a base de *Trichoderma* spp. Universidad Central de Venezuela. Tesis de Doctorado. 200 p.

SAS Institute Inc. 1991. System for regression. Second edition. Cary, NC, USA. SAS Institute. 210 p.

Silva, F.; Fuentes, P.; Puiatti, M.; Neves, J. y Silva, M. 2010. Dosis de nitrógeno asociado con la productividad de la patata y las tasas de estado de nitrógeno en la hoja. Rev. Cienc. Solo. 34(4).

Suarez, R; G. Tomala. 2012. Respuesta de maracuyá Iniap-2009 (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) a las aplicaciones de NPK mas microelementos en el primer año de

producción en San Vicente de Colonche. Universidad Estatal de Península de Santa Elena, República del Ecuador .Tesis de Grado Ingeniero Agropecuario. 30 p.

Tosta, M. 2009. Adubação nitrogenada na produção e na qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo. Universidade Federal Rural do Semi Árido. Mato Grosso do Sul, Brasil. Tesis Maestría. 103 p.

ANEXOS

Anexo 1. Valores del análisis preliminar de fertilidad de suelo en el área experimental para el cálculo del programa de fertilización en el cultivo de parchita maracuyá.

Prof (cm)	pH	CE (dS.m ⁻¹)	MO (%)	N (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	K (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Mg (mg.kg ⁻¹)	Na (mg.kg ⁻¹)
0-20	6,91	0,17	0,93	36,74	24,05	91,15	186,05	115,91	62,28
20-40	7,13	0,17	0,86	28,54	20,38	80,40	115,55	98,50	46,72

Nota: para el cálculo de la cantidad de fertilizante aplicado, se realizó por el método de restitución con un requerimiento nutricional establecido en 250 kg.ha⁻¹ de N; 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 200 kg.ha⁻¹ K₂O.