

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**EFFECTO DE NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS Y NITRÓGENO EN  
EL RENDIMIENTO DE AJÍ PÁPRIKA (*Capsicum annuum L.*  
var. Longum) EN EL CEA III – TACNA – 2013**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. CARLOS MIGUEL MAMANI TITO**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Agronomía**

**TESIS**

**EFFECTO DE NIVELES DE ÁCIDOS HÚMICOS Y NITRÓGENO EN EL  
RENDIMIENTO DE AJÍ PÁPRIKA (*Capsicum annuum L.*  
*var. Longum*) EN EL CEA III – TACNA – 2013**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 07 DE ABRIL DEL 2016,  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



\_\_\_\_\_  
MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:



\_\_\_\_\_  
Mgr. VIRGILIO SIMÓN VILDOSO GONZÁLEZ

VOCAL:



\_\_\_\_\_  
MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

## **DEDICATORIA**

A mi padre Miguel Mamani Tuso y a mi madre Elisa Felicitas Tito Dávalos, que a lo largo de mi vida me dieron bienestar, educación y sobre todo su apoyo incondicional.

Por su confianza depositada en mí cada vez que me proponía un nuevo reto. Gracias padres, por ustedes soy un profesional exitoso.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios porque sin él nada de esto hubiera sido posible.

A los ingenieros, masters y doctores docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi etapa de estudiante y convertirme en un profesional competitivo y mejor persona.

Al MSc. Nivardo Núñez Torreblanca, por su apoyo y asesoramiento en la elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Orlando Abel Butrón Dávalos quien me ha guiado, aconsejado en aspectos personales y universitarios y me encaminó en esta carrera profesional.

A mi amigo Jorge Luis Alarcón Flores, por sus palabras de aliento e impulsarme a buscar nuevos retos y ayudarme a tener más paciencia para la realización de mis proyectos.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	5
1.2.1. Pregunta general .....	5
1.2.2. Pregunta específica .....	5
1.3. Delimitación de la investigación .....	6
1.4. Justificación .....	6
1.5. Limitaciones .....	8
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
2.1. Objetivos de la investigación .....	9

2.1.1. Objetivo general .....	9
2.1.2. Objetivo específico .....	9
2.2. Hipótesis de la investigación.....	9
2.2.1. Hipótesis general.....	9
2.2.2. Hipótesis específica.....	10
2.3. Variables.....	10
<b>CAPITULO III: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b>	
3.1. Aspectos generales del ají paprika .....	11
3.1.1. Agroecología del cultivo de ají páprika .....	13
3.1.2. Calidad del ají páprika .....	15
3.2. Nutrición mineral.....	17
3.2.1. Nutrición mineral del cultivo de ají páprika .....	17
3.2.2. Fertilización química del ají páprika.....	18
3.2.3. Fertilización nitrogenada.....	18
3.1.4. Nutrición mineral del nitrógeno .....	20
3.1.6. Deficiencias de nitrógeno en el cultivo de ají.....	23
3.1.7. Exceso de nitrógeno en el cultivo del ají .....	24
3.3. Ácidos húmicos.....	25
3.3.1. Beneficios generales de los ácidos húmicos .....	26
3.3.2. Efectos sobre los suelos.....	27
3.3.4. Época de fertilización y aplicación de ácidos húmicos .....	30

3.3. Antecedentes.....	31
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
4.1. Tipo de investigación .....	33
4.2. Población y muestra .....	33
4.3. Ubicación del experimento.....	33
4.4. Historial de la parcela experimental.....	33
4.5. Análisis físico-químico del suelo .....	34
4.6. Condiciones meteorológicas.....	36
4.7. Factores en estudio .....	38
4.8. Materiales experimentales en estudio .....	39
4.8.1. Cultivar Papriqueen .....	39
4.8.2. Fertilizante y abono orgánico.....	40
4.9. Variables respuesta .....	43
4.9.1. Altura de planta (cm) .....	43
4.9.2. Número de frutos por planta .....	43
4.9.3. Peso de fruto fresco por planta (g) .....	43
4.9.4. Peso de fruto seco por planta (g) .....	44
4.9.5. Longitud de fruto (cm) .....	44
4.9.6. Diámetro de fruto (cm).....	44
4.9.7. Rendimiento de fruto fresco (t ha <sup>-1</sup> ) .....	44
4.9.8. Rendimiento de fruto seco (t ha <sup>-1</sup> ) .....	45

4.10. Diseño experimental .....	45
4.11. Características del campo experimental .....	46
4.12. Aleatorización y distribución de tratamientos.....	47
4.13. Análisis estadístico .....	47
4.14. Manejo del experimento.....	47
4.14.1. Preparación del terreno .....	47
4.14.2. Siembra en almácigo.....	48
4.14.3. Trasplante.....	48
4.14.4. Riego .....	48
4.14.5. Fertilización .....	49
4.14.6. Control de plagas y enfermedades.....	49
4.14.7. Cosecha .....	50

## CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Rendimiento de fruto fresco ( $t\ ha^{-1}$ ) .....	51
5.2. Rendimiento total de fruto seco( $t\ ha^{-1}$ ).....	55
5.3. Peso de fruto fresco por planta (g) .....	60
5.4. Peso de fruto seco por planta (g).....	63
5.5. Diámetro de fruto (cm).....	66
5.6. Longitud de fruto (cm).....	71
5.7. Número de frutos por planta .....	74
5.8. Altura de la planta (cm).....	78



CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resultados del análisis físico-químico del suelo experimental del CEA III, los “Pichones” .....	34
Tabla 2.	Datos meteorológicos registrados desde octubre 2012 hasta marzo 2013 .....	37
Tabla 4.	Composición de Humiagro .....	43
Tabla 5.	Análisis de varianza de rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’ .....	51
Tabla 6.	Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’ .....	52
Tabla 7.	Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión para el rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’ .....	52
Tabla 9.	Análisis de varianza de regresión para el rendimiento total de fruto seco ‘Papriqueen’ .....	56
Tabla 10.	Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de rendimiento total de fruto seco ‘Papriqueen’ .....	56
Tabla 11.	Análisis de varianza de peso de fruto fresco por planta ‘Papriqueen’ .....	60
Tabla 12.	Análisis de regresión de peso de fruto fresco por planta ‘Papriqueen’ .....	61

Tabla 13. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de peso de fruto fresco por planta ‘Papriqueen’ .....	61
Tabla 15. Análisis de regresión de peso de fruto seco por planta ‘Papriqueen’ .....	64
Tabla 16. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de peso de fruto seco por planta ‘Papriqueen’ .....	64
Tabla 17. Análisis de varianza de diámetro de fruto ‘Papriqueen’ ..	66
Tabla 18. Análisis de regresión de diámetro de fruto ‘Papriqueen’ para el factor ácido húmico .....	67
Tabla 19. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión del diámetro de fruto para el factor ácidos húmicos .....	67
Tabla 20. Análisis de regresión de diámetro de fruto (cm) para niveles de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	69
Tabla 21. Prueba de significación de coeficientes de regresión de diámetro de fruto (cm), para niveles de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	69
Tabla 22. Análisis de varianza de longitud de fruto ‘Papriqueen’ ....	71
Tabla 23. Análisis de regresión de longitud de fruto ‘Papriqueen’ ..	71
Tabla 24. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión para la longitud de fruto ‘Papriqueen’ .....	72

Tabla 30. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de altura de planta .....	79
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental .....	47
Figura 3. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para el rendimiento de fruto en fresco ( $t\ ha^{-1}$ ).....	53
Figura 4. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para el rendimiento de fruto en seco ( $t\ ha^{-1}$ ).....	57
Figura 5. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para peso de fruto fresco por planta (g).....	62
Figura 6. Interacción de niveles de ácido húmico ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para peso de fruto seco por planta (g).....	65
Figura 7. Respuesta cuadrática del diámetro de fruto (cm) para la variable niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) .....	68
Figura 8. Respuesta lineal del diámetro de fruto (cm) para la variable niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) .....	70

Figura 9. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para longitud de fruto (cm).....	73
Figura 10. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para número de frutos por planta .....	76
Figura 11. Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para altura de planta (cm)	80

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos del rendimiento de fruto fresco (t ha <sup>-1</sup> ).....	94
Anexo 2. Datos del rendimiento fruto seco (t ha <sup>-1</sup> ).....	95
Anexo 3. Datos del peso de fruto fresco por planta (g).....	96
Anexo 4. Datos del peso de fruto seco por planta (g).....	97
Anexo 5. Datos del diámetro de fruto (cm) .....	98
Anexo 6. Datos de la longitud de fruto (cm) .....	99
Anexo 7. Datos del número de frutos por planta.....	100
Anexo 8. Datos de la altura de planta (cm).....	101
Anexo 9. Panel fotografico .....	102

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es determinar el efecto de cuatro niveles de ácido húmico y nitrógeno sobre el rendimiento del ají paprika 'Papriqueen'. El experimento se realizó entre octubre de 2012 y marzo de 2013 en el CEA III "Los Pichones" de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. El experimento se realizó en un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 4 y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el rendimiento de fruto fresco fue 26,42 t ha<sup>-1</sup>, cuando la cantidad de ácido húmico fue de 14,43 l ha<sup>-1</sup> y 274,64 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno; y 6,35 t ha<sup>-1</sup> de fruto seco se obtuvieron con 12 l ha<sup>-1</sup> de ácido húmico y 232 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno. Además, el ácido húmico y el nitrógeno afectaron a la expresión de las variables peso fresco y seco del fruto, diámetro y longitud del fruto, número de frutos por planta y altura de la planta.

**Palabras clave:** Ají paprika, sustancias húmicas, niveles nitrógeno



## **ABSTRACT**

The objective of this research is to determine the effect of four levels of humic acid and nitrogen on the yield of 'Papriqueen' paprika bell pepper. The experiment was conducted between October 2012 and March 2013 at the CEA III "Los Pichones" of the Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design with 4 x 4 factorial arrangement and four replications. The results showed that the fresh fruit yield was 26.42 t ha<sup>-1</sup>, when the amount of humic acid was 14.43 l ha<sup>-1</sup> and 274.64 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen; and 6.35 t ha<sup>-1</sup> of dry fruit were obtained with 12 l ha<sup>-1</sup> of humic acid and 232 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen. In addition, humic acid and nitrogen affected the expression of the variables fresh and dry fruit weight, fruit diameter and length, number of fruits per plant and plant height.

**Key words:** Paprika bell pepper, humic substances, nitrogen levels.

## INTRODUCCIÓN

El Perú posee una gran variabilidad de hortalizas del género *Capsicum*, por lo que es uno de los principales centros de origen de esta especie. Entre los *Capsicum* más cultivados en el país se encuentra el ají páprika.

La fertilización es la consideración más importante en el manejo del cultivo con el fin de optimizar la producción hortícola; los macronutrientes nitrógeno, fosforo y potasio; la materia orgánica y sus derivados están involucrados en el crecimiento vegetativo, la floración y el cuajado de frutos, por lo que se debe buscar un equilibrio para obtener altos rendimientos y productos de calidad (Howell, 2001).

El problema principal que tienen los productores de aj paprika, es la escasa tecnología en el manejo del cultivo como: programas de fertilización, sistemas de riegos, control de plagas, control de malezas y uso de bioestimulantes. Siendo la nutrición el factor más importante para mejorar el rendimiento del ají paprika. El nitrógeno es elemento más limitante en la producción agrícola, asimismo, actualmente se viene

utilizando productos orgánicos como los bioestimulantes a base de ácidos húmicos y fúlvicos para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, también ayudan a absorber los nutrientes, estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Higa, 2001).

La mayoría de los productores hortícolas aplican los fertilizantes sin tener en cuenta una recomendación específica, obteniendo bajos rendimientos. La fertilización es una práctica generalizada en la producción agrícola, y varía según el cultivo, así como en dosis, fuentes y tiempos de aplicación. Por lo general, los agricultores no elaboran sus programas de fertilización, gestionando sus cultivos hortícolas de forma empírica, ya que esto conlleva altos costes de producción y bajos rendimientos, utilizando a veces un exceso de fertilizantes, especialmente de nitrógeno.

Por ello, se decidió realizar este trabajo de investigación, cuyo objetivo es aplicar fuentes de nitrógeno y ácidos húmicos, y evaluar sus efectos sobre las características agronómicas del cultivo de ají paprika.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Según la FAO (2018), el uso de los fertilizantes en el 2018 aumentó en 200,5 millones de toneladas y se prevé que siga en aumento en los próximos años. Siendo el nitrógeno el fertilizante más utilizado, y se prevé que por año su consumo se incremente en 1,4 %. En 2018 los agricultores utilizaron 340 000 toneladas adicionales de N, lo que representa el 60 % de N utilizado; los agricultores de EE.UU. utilizaron 300 000 toneladas adicionales lo que representa un 0,5 % de incremento; mientras que los agricultores europeos redujeron en 50 000 toneladas el uso de N.

Según el último censo agrario solo el 11,2 % de productores agrícolas usan fertilizantes de manera eficiente, mientras que el 32,7 % utiliza en pocas cantidades y de manera ineficiente. En nuestro país el consumo de fertilizantes por los agricultores representa un volumen de 1,1 millones de toneladas al año.

El problema que tienen los agricultores es que utilizan fertilizantes químicos, especialmente como fuente de nitrógeno; sin tener un programa de fertilización para cada cultivo. Esto conlleva a que realicen aplicaciones desmesuradas de fertilizantes, elevando sus costos de producción obteniendo de bajos rendimientos y productos de baja calidad.

Las altas cantidades de fertilizantes nitrogenados que aplican los agricultores en la producción de cultivos se debe a la falta de investigaciones que generen conocimiento sobre las cantidades de nitrógeno que extraen los cultivos según la zona donde se cultivan. El uso excesivo de fertilizantes también afecta la economía del productor ya que el costo de los mismos es muy alto. Además, genera un desequilibrio en el suelo, perjudicando su fertilidad, contaminando el agua para consumo humano y provocando contaminación ambiental.

El nitrógeno es el elemento más limitante en la producción agrícola, tiene una función estructural ya que forma parte de la clorofila, ácidos nucleicos, proteínas, enzimas, aminoácidos; lo que favorece el crecimiento vegetativo de la planta, aumentando el área foliar lo que se ve reflejado en un aumento de la tasa fotosintética, además, estimula la floración, cuajado de frutos y favorece el crecimiento de frutos incrementando el rendimiento del cultivo.

Los ácidos húmicos son un grupo de moléculas que se unen a las raíces de las plantas y las ayudan a absorber más agua y nutrientes. Niveles elevados de ácido húmico pueden aumentar drásticamente el rendimiento. Mientras, que la deficiencia de estos puede impedir a los agricultores cultivar con una nutrición eficiente. Sin embargo, la sabiduría convencional actual ignora los ácidos húmicos y sostiene que es imposible cultivar y mantener el cultivo sin fertilizantes NPK de alto análisis.

Lo que se busca con este trabajo de investigación es aplicar los ácidos húmicos y el nitrógeno en la cantidad necesaria para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad del producto.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Pregunta general**

¿Cuáles son los efectos del ácido húmico y el nitrógeno en el rendimiento de ají paprika cultivar Papriqueen'?

### **1.2.2. Pregunta específica**

¿Cuál es el nivel de ácido húmico que incidió más en el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen?

¿Cuál es el nivel de nitrógeno que incide positivamente en el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen?

### **1.3. Delimitación de la investigación**

Espacio geográfico: la investigación se realizó en condiciones de campo en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Tiempo: la investigación se realizó en un periodo de 6 meses, desde octubre del 2012 a marzo del 2013.

### **1.4. Justificación**

Ante el incremento de las exportaciones y el aumento del consumo local de productos hortícolas, los agricultores buscan nuevas alternativas para aminorar costos de producción e incrementar la productividad y la rentabilidad de sus cosechas. Resulta de especial interés conocer la cantidad de nitrógeno que se debe aplicar para obtener un rendimiento óptimo y reducir los costos de producción. Asimismo, se busca conocer los efectos de los compuestos húmicos, como el ácido húmico y el fúlvico ya que está demostrado que mejoran la estructura del suelo y estimulan el crecimiento de las plantas en términos de aumento de la de la materia seca, aumento de peso seco y fresco de frutos, así como en la absorción

de nutrientes. Estos efectos parecen depender de la concentración y la fuente de la sustancia y de la especie vegetal.

Este estudio surge de la necesidad de investigar la aplicación de diferentes niveles de ácido húmico y nitrógeno con el objetivo de conocer la cantidad de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) necesaria para una producción rentable del ají páprika, reduciendo así los costos de producción. Asimismo, conocer como influyen la aplicación de los ácidos húmicos en las propiedades del suelo, para que mejore el rendimiento.

El propósito del estudio es brindar información útil a todos los agricultores dedicados al cultivo de pimiento y conocer los alcances y soluciones de los problemas que se presentan en este cultivo en la región.

Considerando que no existen estudios locales sobre las cantidades de fertilizantes nitrogenados y sus estrategias de aplicación, el presente estudio es conveniente para consolidar un mejor conocimiento sobre las cantidades de nitrógeno para aumentar el rendimiento y sus componentes en el ají páprika.

Por otro lado, la investigación contribuye a generar datos sobre las dosis de nitrógeno que deben aplicarse al aj páprika y compararlas con otros estudios similares, así como analizar las posibles diferencias según



las condiciones ambientales, las fuentes de nitrógeno, la cantidad, el tiempo y la forma de aplicación. Por lo tanto, la investigación es factible, ya que se dispuso de los recursos necesarios para llevarla a cabo.

### **1.5. Limitaciones**

La investigación solo contemplo la utilización de una sola variedad de ají paprika.

El trabajo de investigación se realizó en campo, por lo cual está expuesto a variabilidades propias del medio ambiente.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

#### **2.1. Objetivos de la investigación**

##### **2.1.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del ácido húmico y del nitrógeno sobre el rendimiento de ají paprika cultivar Papriqueen.

##### **2.1.2. Objetivo específico**

Establecer la dosis adecuada de ácido húmico en el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen.

Determinar el nivel óptimo de nitrógeno para rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen.

#### **2.2. Hipótesis de la investigación**

##### **2.2.1. Hipótesis general**

La aplicación del ácido húmico y del nitrógeno tendrán efecto positivo sobre el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen.

### **2.2.2. Hipótesis específica**

Existe una dosis apropiada de ácidos húmicos para el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen.

Existe un nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento del ají paprika cultivar Papriqueen.

### **2.3. Variables**

#### **Variable independiente (X)**

Niveles de ácido húmico (X1)

Niveles de nitrógeno (X2)

#### **Variable dependiente (Y)**

Rendimiento de fruto de ají paprika 'Papriqueen' (t ha<sup>-1</sup>)

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **3.1. Aspectos generales del ají paprika**

El Perú es considerado el único centro de origen y domesticación de que tiene al rocoto y a cinco especies de ajíes, los botánicos lo denominaron *Capsicum* domesticados. El género *Capsicum*, incluye alrededor de 25 especies (Nuez, 1996).

Según Maroto (1995) el ají paprika pertenece al reino plantae, división angiosperma, clase dicotiledónea, orden tubiflorales, familia solanaceae, género *Capsicum*; el nombre científico *Capsicum annuum* L. var Longum.

La planta de ají posee un sistema radicular profundo, la raíz es de tipo pivotante, presenta un gran número de raíces adventicias (Zapata, 1992). El 80 % de las raíces se encuentran en la parte superficial, las raíces crecen lateralmente hasta 30 a 50 cm, y profundizan hasta 60 cm (Somos, 1984). La función de la raíz es absorber agua y nutrientes, también tiene la función de soporte y anclaje. La importancia de la raíz en el suministro de nutrientes es especialmente importante durante el período de fructificación, cuando los productos de la fotosíntesis se remobilizan desde la raíz hacia los frutos en desarrollo, esta remobilización es corroborada

con los análisis de materia fresca y seca de los distintos órganos de la planta (Silva, 1996).

El tallo es ramificado dicotómico, es de forma anguloso, surcado, simple en la base, la ramificación es dicotómica en la parte superior (García, 1952); el crecimiento es determinado, el tallo es herbáceo y se lignifica ligeramente cuando alcanza su madurez fisiológica (Zapata, 1992).

La hoja es simple, de diversas formas, ovalada, elíptica o lanceolada; las hojas son enteras y pecioladas. Tiene márgenes uniformes, las hojas pueden encontrarse con cierto grado de pilosidad, esta característica se observa en algunas variedades (Somos, 1984).

Las flores son blancas, axilares solitarias, con 5 a 8 sépalos unidos a un cáliz dentado, presenta 5 a 8 pétalos, cinco estambres, con un pistilo supero. Las flores son perfectas, con largos pedúnculos colgantes que caen después de la floración (Tamaro 1960; IBPGR, 1983).

Los frutos del ají paprika son bayas semicartilaginosas con 2 o 3 celdas internas semiseparadas. Tienen una pared externa gruesa y carnosa, la pared interna tiene placentas que contienen las semillas, los frutos miden hasta 22 cm de longitud (Edmond, 1967; CIED, 1996).

Las variedades que se consumen en fresco tienen un mayor contenido de materia seca porque tienen una cutícula más gruesa y una pulpa más delgada, con numerosas semillas disciformes y aplanadas (Nuez, 1996; Tamaro, 1960).

### **3.1.1. Agroecología del cultivo de ají páprika**

Los factores ambientales como la temperatura, el suelo, la humedad, la luz y la nutrición afectan al crecimiento vegetativo, al cuajado y a la maduración de los frutos. Las temperaturas óptimas para el crecimiento máximo fluctúan entre 21 y 26,5 C. Las temperaturas superiores a los 32 C provocan la caída de la flor y el aborto, y también pueden observarse frutos mal formados. Sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen con temperaturas que oscilan entre 18 y 27 C (Reátegui, 1993).

La temperatura tiene un impacto directo en el ciclo fenológico del ají páprika, y la temperatura óptima tiene un efecto decisivo en la tasa de crecimiento, la intensidad de la floración y en la maduración de los frutos (De la Cruz, 2004).

La planta del ají paprika es termófila, es decir, requiere calor y humedad para un óptimo crecimiento y desarrollo, siendo la temperatura óptima de 25 C (Domínguez, 1992). Las temperaturas óptimas para el cultivo oscilan entre 23 a 25 C día y 18 a 20 C noche, el diferencial

térmico varía entre el día y la noche de 5 a 10 °C. Las temperaturas altas provocan la caída y el aborto de flores y de los frutos recién formados (Thompson y Kelly, 1957).

La humedad relativa ideal para el crecimiento de la planta del ají paprika oscila entre el 50 y el 70%. Una humedad relativa alta provoca problemas de enfermedades criptogámicas, mientras que una humedad relativa baja y con la presencia de altas temperaturas, la transpiración se incrementa provocando una caída de las flores (Pillati, 2000).

La planta del ají paprika requiere una buena luminosidad durante el crecimiento vegetativo y sobre todo en la etapa de floración, ya que si no hay una buena luminosidad, esta se reduce y las flores son más débiles, provocando que se caigan fácilmente. Además, los entrenudos son más largos, dando lugar a tallos más grandes y débiles que no soportan el peso de los frutos (Zapata, 1992). La luz influye positivamente en la biosíntesis de carotenoides, ya que los genes carotenogénicos son activados por la luz, influyendo directamente en la calidad del ají paprika (Zapata, 1992).

La planta del ají paprika se desarrolla bien en suelos con alto contenido de materia orgánica, textura franca, bien drenados. Los riegos deben ser frecuentes, no tolera el exceso de humedad. También, crece

bien en suelos pesados con buena cantidad de materia orgánica (Sobrino, 1989). El ají paprika es poco tolerante a la acides del suelo, el pH ideal fluctúa entre 5,5 a 6,5; asimismo es una planta que tolera moderadamente la salinidad hasta 4 dS/m (Valadez, 1994).

Los riegos deben ser continuos y frecuentes, ya que el ciclo vegetativo del ají paprika es medianamente largo, de gran desarrollo foliar, y pobre desarrollo radicular. Es una planta que presenta poca tolerancia a la deficiencia de agua. Un estrés hídrico fuerte provoca caída de flores, formación de frutos pequeños, la pudrición apical de frutos, reduciendo cuantitativa y cualitativamente los rendimientos. Es por esto que el riego debe ser cuidadosamente bien manejado durante las etapas críticas del cultivo (Chepote, 2000).

### **3.1.2. Calidad del ají páprika**

En el ají paprika en contenido de los pigmentos (carotenos) es alto, es debido a esto que son utilizados para la industria para elaborar condimentos alimentarios como la paprika y oleorresinas (Costa y Soriano, 1979). La paprika es un condimento en polvo que es obtenido de variedades semidulces (Nuez, 1998). Los pigmentos que le dan la coloración al ají paprika son los carotenoides. La capsantina y la capsorrubina dan el color rojo a la paprika y su concentración es 10 veces



más que los colores amarillos (Somos, 1984). La concentración de caroteno en los frutos es un factor genético y varía dependiendo del cultivar, las condiciones ambientales, el estado de madurez de los frutos, entre otros (Paurano y Bosland, 1996). El principal criterio para medir la calidad del paprika es el color (Anu, 2000). La intensidad del color, le da mejor calidad al producto para su comercialización. En la actualidad, se utilizan varios métodos para medir la intensidad del color en los *Capsicum*, el más utilizado es el método ASTA (ASTA, 1986).

El método de American Spice Trade Association (ASTA) es el más utilizado para determinar la calidad de los *Capsicum* y entre ellos el paprika, los grados ASTA se establecen en base al color de la muestra, la calidad del ají paprika para la exportación debe ser mayor a 120 ASTA (Bosland, 1999). Los cultivares rojos alcanzan valores de 140 a 300 grados ASTA (Petoseed, 1998).

El ají paprika es rico en vitaminas A, C, B1 y B2, la vitamina A es la que se encuentra en mayor cantidad, con 3 a 4 g de paprika rojo por persona se cubre el requerimiento diario de vitamina A. Esta vitamina se encuentra en forma no asimilable, en forma de provitamina, y se convierte en vitamina A en el hígado de las personas y animales. Asimismo, destaca el contenido de

vitamina C en 70 a 300 mg/100 g de peso fresco, este valor varía entre los cultivares (Nuez, 1996).

## **3.2. Nutrición mineral**

### **3.2.1. Nutrición mineral del cultivo de ají páprika**

La nutrici3n de las plantas se refiere a todo, desde la captaci3n del elemento hasta la funci3n que desempeña en el metabolismo de las plantas para su crecimiento y desarrollo. Actualmente existen 17 nutrientes esenciales para la nutrici3n y el crecimiento de las plantas (Domínguez, 1997).

El ají paprika crece bien en suelos ricos en materia orgánica, de estructura grumosa, franco-arenosos o limosos, con buen drenaje. El pH 3ptimo para el desarrollo del cultivo oscila entre 6,5 a 7,5. El ají paprika es una hortaliza que requiere de altas dosis de NPK; sin embargo, altas cantidades de nitr3geno producen un crecimiento excesivo y vicio de la planta, lo que provoca una reducci3n del rendimiento (Peña, 1975).

Para aumentar el rendimiento es importante contar con un programa nutricional adecuado para cada cultivo. Las especies del género *Capsicum* requieren 17 nutrientes esenciales, los tres más importantes son el carbono (C), el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el hidrogeno (H). El C representa el

45 % de la materia seca, el H y O<sub>2</sub> representan otros 45 % de la materia seca; estos tres elementos forman los compuestos carbonatados como los aminoácidos, carbohidratos, ácidos orgánicos, entre otros. Los 14 elementos restantes, considerados macro y micronutrientes, representan solo el 6 % de la materia seca (Edmond, 1967).

### **3.2.2. Fertilización química del ají páprika**

Los experimento ha demostrado que todos los nutrientes aplicados al suelo, entre ellos el N incrementan la productividad. Pero, el nitrógeno tiene una respuesta que va a depender de las condiciones del suelo, del cultivar, y de la relación con otros nutrientes. La respuesta fue menor con un alto contenido de N en el suelo, que se relacion con la cantidad de N liberado por la descomposición de la MO del suelo. Además, el agua es el factor de crecimiento vegetal más importante ya que determina la cantidad de nitrógeno disponible, la fertilización con nitrógeno está directamente relacionada con la fertilización con fósforo y potasio (Clark y Rosswall, 1981).

### **3.2.3. Fertilización nitrogenada**

El nitrógeno (N) es un elemento esencial del metabolismo de las plantas y el elemento que más limita el rendimiento. El N es componente

de la clorofila, los aminoácidos, las proteínas, las enzimas y los ácidos nucleicos; las plantas necesitan mucho nitrógeno (Silva, 1996).

El N es esencial para el crecimiento de las plantas, ya que es un componente básico de los aminoácidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. También forma parte de la clorofila y se encuentra en las estructuras básicas de los cloroplastos. Una cantidad suficiente de nitrógeno aumenta la capacidad de producción, pero una cantidad excesiva reduce el rendimiento y la calidad (Higa, 2001).

El nitrógeno es un nutriente esencial para la nutrición de las plantas porque tiene una gran demanda y no está contenido en las rocas de las que se forma el suelo (Bidwell, 1993). Las plantas absorben nitrógeno en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), y la mayoría de ellas prefieren  $\text{N-NO}_3^-$  y en menor medida el  $\text{N-NH}_4^+$ . La preferencia de las plantas por el  $\text{N-NO}_3^-$  viene determinada por la especie vegetal, la edad, el entorno y otros factores (Tisdale y Nelson, 1993).

El nitrógeno se encuentra también en forma orgánica (proteínas), en forma elemental ( $\text{N}_2$ ) y en forma de urea (Razeto, 1993). Cuando el  $\text{NO}_3^-$  es absorbido, se producen una serie de transformaciones en las hojas que finalmente concluyen con la formación de compuestos nitrogenados como las proteínas (Christensen y Kasimatis, 1978).

#### **3.1.4. Nutrición mineral del nitrógeno**

El N es el elemento más limitante para el crecimiento y la producción de las plantas, es un constituyente de los aminoácidos y las proteínas y tiene funciones estructurales. El nitrógeno es útil para el crecimiento del área foliar y de la masa de protoplastos, por lo que el nitrógeno es útil para el crecimiento de varios órganos de la planta (Black, 1975). El N es el elemento más abundante en la materia seca de los cereales después del C, el H y el O. El N, componente estructural de los ácidos orgánicos, limita el crecimiento más que cualquier otro elemento porque interviene en la formación de proteínas y ácidos nucleicos (Mengel y Kirkby, 1987).

El anonio es tóxico para el crecimiento de las plantas y también disminuye la absorción de cationes  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mn}^{++}$  y aumenta la absorción de aniones como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y el  $\text{SO}_4^-$ . La absorción del  $\text{NO}_3^-$  aumenta cuando la aplicación externa es elevada. El  $\text{NO}_3^-$  es absorbido en exceso por las plantas cuando está presente en grandes cantidades en el suelo (Bakers y Mills, 1980). Sin embargo, el  $\text{NO}_3^-$  como fuente de fertilización se pierde fácilmente por lixiviación o desnitrificación. No obstante, en presencia de  $\text{NH}_4^+$ , la absorción de  $\text{NO}_3^-$  aumenta, lo que se refleja en un mejor crecimiento de la planta. El N en la planta se reduce a la forma amoniacal, luego de una a una cadena carbonatada para formar

ácido glutámico, que a su vez se utiliza para formar aminoácidos. El ácido glutámico participa en los procesos metabólicos de las plantas, tiene una función estructural, también, el N es el componente de la clorofila junto con el magnesio (Raij, 1991).

El crecimiento de hojas, tallos y raíces implica el crecimiento vegetativo. En esta fase el metabolismo de proteínas es activo en los tejidos meristemáticos, asimismo, los fotoasimilados son traslocados a las zonas meristemáticas donde son sintetizados los ácidos nucleicos y proteínas. Es debido a esto, que la aplicación de N en esta fase controla el crecimiento. Cuando hay una gran disponibilidad de N en el suelo, la tasa de crecimiento es alta (Carlson, 1980). Los síntomas más comunes de la deficiencia de nitrógeno son el amarillamiento de las hojas más viejas y la senescencia prematura de las hojas afectadas (Arnon, 1974).

Cuando el suelo es deficiente en nitrógeno y no abastece al cultivo con este nutriente, este se trasloca de las hojas más viejas a las hojas más jóvenes y a los órganos jóvenes de la planta. Como resultado, se observan síntomas de deficiencia en las más hojas viejas de la planta, debido a la hidrolización de las proteínas y a la redistribución de los aminoácidos hacia las hojas jóvenes y los brotes tiernos. La eficiencia del

N es elevada debido a su acción sobre el crecimiento, lo que garantiza un aumento relativo del rendimiento (Demolon, 1966).

El nitrógeno promueve el crecimiento vegetativo y da a las hojas un color verde oscuro, mientras que la formación de flores y frutos se reduce (Plaster, 2000). El N es el elemento más limitante en el suelo porque la respuesta al crecimiento es significativa cuando se aplica N, lo que significa que el suministro de N está directamente relacionado con el crecimiento de las plantas (Bennett, 1994).

Ramírez (1999) indicó que el N es un elemento que es asimilado por las plantas en grandes cantidades a lo largo de su ciclo fenológico. El uso de este nutriente debe ser programado para mantener niveles adecuados a lo largo del ciclo fenológico de la planta. Domínguez (2002) indicó que la demanda de nitrógeno es alta durante las primeras etapas de crecimiento, pero un exceso retrasará la maduración.

### **3.1.5. Funciones del nitrógeno en el cultivo**

En los últimos años se ha investigado mucho para comprender mejor la importancia y el papel del nitrógeno en el crecimiento de las plantas (Padilla, 2000). Las principales funciones del N son que forma parte de la clorofila, los aminoácidos, las proteínas, las enzimas y la síntesis de

carbohidratos. El nitrógeno es el elemento que las plantas necesitan en mayor cantidad (Padilla, 2000).

Las últimas investigaciones demuestran que los bajos niveles de nitrógeno antes de la antesis conducen a una floración retrasada y desigual que da lugar a un menor peso de los frutos. Sin embargo, la antesis temprana tiene una influencia positiva debido al nitrógeno aplicado. El exceso de nitrógeno provoca un gran crecimiento vegetativo a expensas de la fructificación, los altos niveles de nitrógeno provocan malformación de los frutos, frutos huecos, pequeños, con poco jugo, pocas semillas, además retrasa la maduración, disminuyendo el contenido de materia seca, reduce los niveles de vitamina C. El exceso de N, provoca que las plantas se envicien generando un crecimiento excesivo de tallos y hojas, plantas susceptibles al ataque de plagas, y menos tolerantes a la sequía (Bonilla, 1992).

### **3.1.6. Deficiencias de nitrógeno en el cultivo de ají**

La carencia de N se manifiesta por un amarillamiento de las hojas maduras, plantas menos vigorosas, plantas de menor altura, la carencia de este nutriente en la fase de floración provoca una caída y aborto de las flores (Guenkov, 1974).



Es difícil identificar los síntomas de la deficiencia de N, sin embargo, cuando la deficiencia es grave, la planta se vuelve amarillenta, verdosa y se quema en los bordes de las hojas, provocando una defoliación de la planta. Una deficiencia moderada reduce el vigor de la planta y provoca una acumulación de carbohidratos de reserva en la planta (Guenkov, 1974).

La carencia de nitrógeno apenas se manifiesta en la planta, sólo se observa cuando es grave. Sin embargo, una deficiencia provoca frutos con mala coloración, frutos mal formados, y también provoca una falta de uniformidad en el crecimiento (Guenkov, 1974).

### **3.1.7. Exceso de nitrógeno en el cultivo del ají**

El exceso de N, retrasa la maduración de los frutos, la planta se envicia en perjuicio de la fructificación, asimismo las plantas son susceptibles al ataque de las plagas y son menos tolerantes a factores bióticos como la sequía (González, 2001).

El exceso de N, provoca desequilibrios en la planta, siendo el color verde oscuro de las plantas el primer síntoma, el crecimiento del brote terminal es excesivo; se puede observar una decoloración blanca debido a la secreción de aminoácidos a través de los márgenes de las hojas y, eventualmente, necrosis del tejido. El exceso de N también genera

desórdenes fisiológicos, promueve el crecimiento excesivo y reduce la acumulación de carbohidratos (González, 2001).

### **3.3. Ácidos húmicos**

Los ácidos húmicos, son moléculas de alto peso molecular con una gran capacidad de intercambio catiónico (300 a 500 meq/100 g), que viene dada por grupos funcionales carboxílicos, hidroxilos y metoxilos, cuyos hidrógenos son susceptibles de reacciones de sustitución y cuyos oxígenos forman puentes de hidrógeno no susceptibles. El contenido de sus grupos funcionales es decisivo para definir la capacidad de intercambio catiónico (Proferfol, 2000).

Proferfol (2000) sostiene que los ácidos húmicos se derivan de un mineral llamado leonardita y pueden ser utilizados en cualquier programa de fertilización. Define la leonardita como aquellos carbones de calidad media y alta, que por circunstancias geológicas, han estado expuestos a la oxidación y degradación durante millones de años, y como consecuencia toda su materia orgánica se ha transformado en humus y principalmente en ácidos húmicos y en menor medida en ácidos fúlvicos.

En su estado natural, los ácidos húmicos son sustancias que están íntimamente unidas entre sí y a otros compuestos orgánicos como carbohidratos, proteínas, etc. Es difícil determinar la función de los ácidos

húmicos, ya que presentan diferentes fracciones poliméricas que varían en su composición (Martínez, 2000). Los ácidos húmicos contienen polímeros que son grupos funcionales que intervienen en la capacidad de intercambio de las reacciones, aumentando la CIC del suelo o sustrato (Martínez, 2000).

Existe una relación entre los ácidos húmicos y las arcillas del suelo, estabilizando los agregados del suelo. Asimismo, los ácidos húmicos desempeñan un papel importante en la disponibilidad de micronutrientes metálicos como el Fe, Mn, Zn y Cu, y también mejoran la absorción de macronutrientes como el P, K, N, Ca y Mg (Martínez, 2000).

La fotosíntesis y la respiración son los dos procesos bioquímicos de las plantas estimulados por los ácidos húmicos, el contenido de clorofila se incrementa reflejándose en un incremento del rendimiento y la calidad de los cultivos (Yufero y Carrasco, 2003).

### **3.3.1. Beneficios generales de los ácidos húmicos**

La importancia de los ácidos húmicos en el suelo es que evitan la compactación y aumentan la capacidad de absorción de nutrientes de la planta. Además, aumentan la capacidad del suelo para retener agua (Landeros, 1993).

### **3.3.2. Efectos sobre los suelos**

Los ácidos húmicos forman agregados suelos arcillosos pesados mejorando su estructura y aireación. Esto permite que las raíces penetren fácilmente y absorban el agua y los nutrientes en mayor cantidad (Landeros, 1993).

En suelo arenoso, los ácidos húmicos ligan los granos de arena, mejoran su estructura y aumentan la capacidad de retención de agua. La CIC aumenta evitando la pérdida de nutrientes, especialmente los nitratos, que son altamente móviles y lixiviados por el agua de riego. Los nutrientes se almacenan y las plantas pueden absorberlos con agua. (Landeros, 1993).

Los ácidos húmicos neutralizan los suelos ácidos debido a su alto poder amortiguador reduciendo el estrés causado por la acidez del suelo a las raíces. El Al y los metales pesados elementos tóxicos perjudiciales para las plantas son inmovilizados por los ácidos húmicos. De este modo, se incrementa la disponibilidad de fósforo liberado por el Al (Landeros, 1993).

Los ácidos húmicos aumentan la capacidad de retención de agua en los suelos secos. Durante los periodos de sequía tienen más agua

disponible para las plantas, evitando el estrés hídrico y la pérdida de agua por escorrentía, percolación e infiltración (Landeros, 1993).

Los ácidos húmicos liberan sales de Ca y Mg debido a su alta CIC, forman quelatos que atrapan a los cationes evitando su fijación en el coloide, también reduce la presión osmótica en la zona de la raíz (Landeros, 1993).

### **3.3.3. Efecto sobre las plantas**

Las semillas tratadas con humato, estimula las actividades metabólicas, las membranas celulares, incrementando el porcentaje de germinación (Stevenson, 1982).

Los ácidos húmicos incrementan la absorción de nutrientes por las raíces debido a su alta CIC incrementando el rendimiento en un 30 %. Estimulan el proceso fotosintético reflejándose en un incremento del crecimiento de las plantas. Asimismo, el contenido de azúcares y vitaminas en las células aumenta. Los ácidos húmicos aumentan la acumulación de materia seca en los frutos, mejorando su conservación y sabor. El Ca, elemento componente de la membrana celular, es transportado a la zona radicular debido a la formación de complejos quelatados aumentando su disponibilidad para las plantas (Stevenson, 1982).

Los ácidos húmicos confieren resistencia a las plantas contra los ataques de plagas y aumentan la actividad microbiana del suelo (micorrizas, microorganismos y hongos antagonistas), produciendo un equilibrio biológico en la zona radicular de las plantas. Los ácidos húmicos aumentan el rendimiento tanto cuantitativa como cualitativamente (Stevenson, 1982).

Los ácidos húmicos mejoran la estructura del suelo, formando agregados más estables (Tisdale y Nelson, 1966). En los suelos arenosos aumentan la fuerza de cohesión, mientras que en suelos arcillosos la disminuyen. También aumentan la capacidad del suelo para retener la humedad, regular y mejorar la infiltración del agua, reducir la escorrentía y evitar la erosión del suelo (Bollo, 1999).

La acción quelante de los ácidos húmicos aumenta la capacidad amortiguadora del suelo y reduce la deficiencia de nutrientes. Mayor disponibilidad de oligoelementos como hierro, cobre y zinc. Las fuentes orgánicas proporcionan grandes cantidades de nutrientes y proporcionan cantidades significativas de carbono para aumentar las poblaciones microbianas del suelo (Landeros 1993).

#### **3.3.4. Época de fertilización y aplicación de ácidos húmicos**

El momento de la fertilización es el siguiente: 20 días después del trasplante se realiza la primera fertilización, que corresponde a 1/3 de nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio. La siguiente fracción de nitrógeno (1/3) se aplica 30 días después de la primera fertilización, y finalmente la última fracción de nitrógeno 90 días después del trasplante (Robles, 1994).

Respecto a la fertilización por vía sistema, las condiciones cambian, el primer fertirriego se realiza a los 15 días de instalado el cultivo en el campo, luego se divide la dosis asignada por hectárea en los tiempos que se realizará el fertirriego, se recomienda cada 2 días, por lo que semana a semana se incrementa la dosis llegando a su máximo en floración y cuajado de frutos respectivamente, el fertirriego debe realizarse unas 12 semanas (Piedrahita, 2005).

La aplicación de los productos de ácidos húmicos se hace por vía suelo, por sistema en algunas ocasiones por vía foliar, por sistema cada mes durante el periodo vegetativo y por suelo al inicio del cultivo, dividido en cuatro oportunidades, casi junto con la fertilización (Gómez, 1996).

### 3.3. Antecedentes

Peña (2007), experimentando el efecto del diferenciado nivel de fertilización nitrogenada y la aplicación de microelementos en el ají páprika obtuvo un máximo rendimiento de 26,22 t ha<sup>-1</sup> con 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, el incremento fue 14,5 % más que el testigo.

Lay (2007), en su estudio aplicó cuatro niveles de nitrógeno y un testigo no fertilizado en ají amarillo bajo riego por goteo encontró diferencias altamente significativas en la mayoría de las variables. El mayor rendimiento 29,070 t ha<sup>-1</sup> lo obtuvo con 220 kg ha<sup>-1</sup> de N, el incremento fue 49,6 % más que el control.

Gavilán (2002), estudio la aplicación de tres niveles crecientes de nitrógeno y dos formas de aplicación de ácidos húmicos al suelo en pimiento cultivar Candente, obtuvo un rendimiento comercial de 70 t ha<sup>-1</sup> se con 240 kg ha<sup>-1</sup> de N y 20 l ha<sup>-1</sup> de ácidos húmicos aplicados al suelo, siendo el incremento del 16,5 % en comparación con el testigo.

Casas (2002) indica que en cuanto a la fertilización, las dosis dependerán del grado de fertilidad natural del suelo y de la densidad de plantación. La dosificación se puede cambiar según las necesidades de la planta; en aj páprika varía de 200 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, de 100 a 120 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de 200 a 250 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O.



Alemán y Jiménez (2006), en su trabajo de investigación con el objetivo de encontrar la mejor fuente de nitrógeno, y la dosis optima de productos de ácidos húmicos y determinar la dosis que tiene mejor efecto y la interacción sobre el rendimiento de pimiento morrón var. Mano de piedra, las dosis de 0; 40; 80; 120 y 160; kg ha<sup>-1</sup> de N, y las dosis de ácidos húmicos 5; 10; 15; 20 y 25 l ha<sup>-1</sup>, concluyeron que la 160 kg ha<sup>-1</sup> de N y 20 l ha<sup>-1</sup> de ácidos húmicos lograron el mayor rendimiento con 60 t ha<sup>-1</sup> y el que presentó mejor rentabilidad económica.

Chambilla (2004), evaluó la fertilización con nitrógeno y fósforo con base en el rendimiento de dos cultivares de páprika en condiciones del valle del Caplina. Las dosis de nitrógeno utilizadas fue 100; 200 y 300 kg ha<sup>-1</sup>; concluyó que la dosis óptima de nitrógeno fue 234,2 kg que permitió obtener 27,5 t ha<sup>-1</sup> de fruto fresco.

Parihuana (2000) estudió el comportamiento de dos cultivares de ají paprika ‘Papriking’ y ‘Papriqueen’ con cuatro niveles de nitrógeno en condiciones de Bella Unión, Arequipa. Los niveles de nitrógeno fueron 0; 100; 200 y 300 kg ha<sup>-1</sup>. Concluyo que el cultivar Papriking obtuvo los rendimientos más altos con 297,14 kg ha<sup>-1</sup> de N, que corresponde a 24,62 t ha<sup>-1</sup> en estado fresco y 4,9 t ha<sup>-1</sup> en seco con un 10 % de humedad.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Tipo de investigación**

Experimental

#### **4.2. Población y muestra**

La muestra consistió en plantas de pimiento variedad Papriqueen de cada unidad experimental.

#### **4.3. Ubicación del experimento**

El trabajo se realizó en el CEA III “Los Pichones” (17° 39’ 30” S; 70° 14’ 22” W y 560 msnm) de propiedad de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, departamento de Tacna.

#### **4.4. Historial de la parcela experimental**

Se sembraron cereales en la campaña 2010/2011 y tomates en la campaña 2012.

#### 4.5. Análisis físico-químico del suelo

Las propiedades fisicoquímicas del suelo experimental, se determinaron mediante un análisis de caracterización de suelos en el laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agropecuaria Illpa del INIA Puno, cuyos resultados se reportan en la tabla 1.

**Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico del suelo experimental del CEA III, los “Pichones”**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Arena	60 %
Arcilla	16 %
Limo	21 %
Clase Textural	(FA) Franco Arenoso
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
CaCO <sub>3</sub>	0,00
CIC	20,00 meq/100 g
CE.	0,315 mS/cm
pH	5,90
Materia Orgánica (MO)	0,92 %
Nitrógeno (N)	0,05 %
Fósforo (P)	41,09 ppm
Potasio (K)	1315,10 ppm
<b>CATIONES CAMBIABLES</b>	<b>RESULTADOS (meq/100 g)</b>
Ca <sup>2+</sup>	7,40
Mg <sup>2+</sup>	3,20
Na <sup>+</sup>	1,90
K <sup>+</sup>	6,72

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Agraria Illpa, Puno-2012.

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de suelo de la parcela experimental, cuya clase textural es franco-arenoso, siendo ideal para el cultivo del ají páprika, como lo señala Orellana (2000), también menciona que los *Capsicum* se desarrollan bien en suelos sueltos y arenosos (no

arcillosos, ni pesados), profundos, fértiles, con alto contenido de materia orgánica y bien drenados. Ya que estas especies tienen una raíz pivotante de hasta 50 cm de profundidad (Ibar y Juscafresa ,1987).

El pH del suelo es de 5,9, que es ligeramente ácido y está dentro del rango normal para los cultivos. Zapata (1992) señaló que el ají páprika es una hortaliza moderadamente tolerante a suelos ácidos y el pH óptimo para esta especie está entre 6,5 y 7. Sin embargo, también crece bien en suelos arenosos con pH de 6-7,8.

El suelo tiene una conductividad elétrica (CE) de 0,315 mS/cm y está clasificado como no salino. Valadez (1994), señala que el ají puede tolerar hasta 4 mS/cm, se puede observar que el suelo experimental está dentro de lo requerido por el cultivo. Además, indica que bajo condiciones favorables y suelos con CIC altos de 15 a 25 meq/100 se obtienen buenos rendimientos, el suelo donde se llevó a cabo este estudio presentó una CIC de 20,00 meq/100 g. por otro lado, Rodríguez (1992) indica que el ají paprika no tolera la salinidad, la planta no crece y produce frutos pequeños no comerciables en suelos salinos.

El suelo presentó 0,92 % de MO, siendo bajo. Zapata (1992) señala que la planta de aj paprika requiere más del 2 % de materia orgánica en el suelo.

El contenido de fósforo disponible en suelo fue de 41,09 ppm, considerado alto según Rodríguez (1992). En cuanto al contenido de potasio fue 1315,10 ppm considerándose muy alto, según Soquimich (2001).

Con respecto a los cationes cambiabiles fue 7,40 meq/100g  $\text{Ca}^{2+}$ , el 3,20 meq/100g de  $\text{Mg}^{2+}$  y 6,72 meq/100g de  $\text{K}^+$ . Según Bascones (2005) hay un antagonismo entre el  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , en este caso no está presente ya que este antagonismo ocurre en una relación  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  mayor de 10. El antagonismo entre el  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , se presenta cuando la relación  $\text{K}^+/\text{Mg}^{2+}$  es superior a 3, ya que el potasio bloquea al magnesio (Bascones, 2005).

#### **4.6. Condiciones meteorológicas**

La tabla 2, se muestra los registros de datos meteorológicos durante el periodo de estudio de la investigación. Teniendo en cuenta que los *Capsicum* provienen de climas templados y cálidos, se desarrollan bien a 25 °C, así lo indica Domínguez (1992). Las temperaturas diurnas óptimas para esta especie oscila entre 23 a 25 °C y las nocturnas de 18 a 20 °C (Thompson y Kelly, 1957). La temperatura óptima para el crecimiento fluctúa entre los 21 a 26,5 °C. Por otro lado, las mejores cosechas se obtienen a temperaturas entre 18 y 27 °C; temperaturas superiores a 32

°C provocan que las flores se marchiten y caigan, asimismo ocasiona una deformación de frutos(Reátegui, 1993).

**Tabla 2. Datos meteorológicos registrados desde octubre 2012 hasta marzo 2013**

Meses	Temperatura (°C)			Heliofanía (h/s)	Evapotranspiración del tanque tipo A (mm)	HR. Media (%)
	Máx.	Mín.	Med.			
Octubre	22,0	11,0	16,0	8,0	3,9	70
Noviembre	24,0	13,0	18,0	9,0	4,7	78
Diciembre	25,0	14,0	19,0	9,5	5,0	75
Enero	27,0	15,0	21,0	8,0	5,2	73
Febrero	28,0	16,0	22,0	7,0	4,8	65
Marzo	26,0	15,0	20,0	9,5	4,6	70

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann, Tacna, 2013,

El ají páprika desarrolla bien en humedades relativas entre 50 a 70 %, humedades relativas superiores dificultan la polinización y favorecen el desarrollo de enfermedades foliares. Valadez (1994) menciona que, la presencia de altas temperaturas y baja humedad relativa hace que las flores y los frutos recién formados se caigan.

Zapata (1992) indica que la planta de ají paprika es exigente en luminosidad (8 a 10 horas luz), especialmente en etapa de floración, días nublados durante esta etapa la floración se reduce, las flores que abren son débiles. También, indica que los entrenudos se alargan cuando se tiene una baja luminosidad.

#### 4.7. Factores en estudio

##### ***Factor A: Niveles de ácidos húmicos (l ha<sup>-1</sup>)***

$$a_1 = 0 \text{ l ha}^{-1}$$

$$a_2 = 4 \text{ l ha}^{-1}$$

$$a_3 = 8 \text{ l ha}^{-1}$$

$$a_4 = 16 \text{ l ha}^{-1}$$

##### ***Factor B: Niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)***

$$n_1 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$n_2 = 120 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$n_3 = 240 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$n_4 = 360 \text{ kg ha}^{-1}$$

De la combinación de los factores se obtienen un total de 16 tratamientos como se observa en la tabla 3.

**Tabla 3. Combinación de tratamiento factorial de los factores en estudio**

Variables		Combinación	Tratamientos
Niveles de ácidos húmicos	Niveles de nitrógeno		
a <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> n <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>
	n <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> n <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>
	n <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> n <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>
	n <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> n <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>
a <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> n <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>
	n <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> n <sub>2</sub>	T <sub>6</sub>
	n <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> n <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
	n <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> n <sub>4</sub>	T <sub>8</sub>
a <sub>3</sub>	n <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> n <sub>1</sub>	T <sub>9</sub>
	n <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> n <sub>2</sub>	T <sub>10</sub>
	n <sub>3</sub>	a <sub>3</sub> n <sub>3</sub>	T <sub>11</sub>
	n <sub>4</sub>	a <sub>3</sub> n <sub>4</sub>	T <sub>12</sub>
a <sub>4</sub>	n <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> n <sub>1</sub>	T <sub>13</sub>
	n <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> n <sub>2</sub>	T <sub>14</sub>
	n <sub>3</sub>	a <sub>4</sub> n <sub>3</sub>	T <sub>15</sub>
	n <sub>4</sub>	a <sub>4</sub> n <sub>4</sub>	T <sub>16</sub>

Fuente: Elaboración propia

## 4.8. Materiales experimentales en estudio

### 4.8.1. Cultivar Papriqueen

Los frutos de Papriqueen presentan paredes delgadas a medias, son ligeramente de menor longitud que Papriking, pero de hombros más ancho; el tiempo de secado es mayor, en general presenta una buena capacidad para el secado, los frutos son aplanados, la fructificación es continua, tiene un buen follaje. Los frutos presentan niveles de color de 200/300 unidades ASTA, el color es una característica que varía genéticamente (Petoseed, 1990). La planta es vigorosa y rustica, la



floración es larga en el tiempo por eso las cosechas son continuas, a los 90 días se realiza la primera cosecha. Las plantas de este cultivar son más grandes que el cultivar Papriking, es por eso que las densidades de siembra son menores. El fruto es dulce con bajo contenido de pungencia, con una longitud de 19 cm por 1,5 a 2,5 cm de diámetro, presenta altos rendimientos y frutos de buena calidad (Petoseed, 1990),

#### **4.8.2. Fertilizante y abono orgánico**

##### ***Urea (CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)***

La Urea es una molécula orgánica sintetizada a partir de compuestos inorgánicos. Es el fertilizante más concentrado con 46 % de N, el nitrógeno contenido en la urea es en forma amídica. Es el fertilizante más barato por unidad de nitrógeno. Debido a su alta solubilidad (alrededor de 1000 g/l 20 °C) puede ser aplicada vía sistema de riego.

La urea necesita ser transformada para ser absorbida por las plantas; después de ser aplicada en el suelo es transformada por la enzima ureasa que se encuentra en grandes cantidades en el suelo. La ureasa transforma la urea a carbonato de amonio y luego en amonio que es la forma que la planta absorbe. Sin embargo, el amonio absorbido en grandes cantidades es tóxico para las plantas; es por esto que este debe ser transformado a la forma nítrica (nitrato) por acción de los

microorganismos. Las plantas absorben o tienen preferencia por el  $\text{NO}_3^-$  (Simpson, 1991).

### ***Acido húmico (Humiagro)***

Es un abono orgánico constituido de ácidos Húmicos, que mediante procesos químicos homogéneos garantizan la entrega de manera regulada los nutrientes a la planta, evitando perdidas por lixiviación en épocas de lluvia. Tiene acción benéfica directa en el cultivo y prolongada en el suelo, que reacciona favorablemente por su alta solubilidad haciendo disponibilidad para la nutrición permanente y balanceada del cultivo (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

En el suelo incrementa la absorción y retención de agua, la aireación y permeabilidad. Ejerce una acción favorable sobre la estructura agrupando las partículas en agregados de tamaño medio mejorando las características físicas y en consecuencia reduciendo la erosión de los suelos (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

Retiene los fertilizantes minerales entregándolos paulatinamente a la raíz cuando la planta los necesita. Incrementa el porcentaje de nitrógeno en el suelo al aumentar la micro fauna fijadora de nitrógeno atmosférico. Neutraliza suelos ácidos debido a la reacción buffer de los ácidos húmicos, mejorando la capacidad de intercambio de iones y evitando el

bloqueo de los elementos minerales, manteniéndolos disponibles para una correcta nutrición de la planta (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

Facilita la absorción de nutrientes, por su efecto en la permeabilidad celular. Tiene efecto bioestimulador al acelerar la división celular, la germinación de semillas y el desarrollo de la raíz. Aumenta el contenido vitamínico de la planta lo que permite aumentar la eficiencia fotosintética, mientras que en el suelo incrementa la cantidad de organismos benéficos y en general ayuda a la planta a soportar problemas de estrés por sobredosis de químicos, herbicidas, heladas, sequías, etc. Todos estos beneficios aseguran el desarrollo integral de la planta, mejorando la eficiencia de los fertilizantes químicos, y a la vez protegiendo el suelo y el medio ambiente, lo que garantiza aumentar la productividad y rentabilidad de los cultivos (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

La aplicación de fertilizantes químicos a un suelo determinado, no es suficiente para obtener el mejor rendimiento y aprovechamiento por parte del cultivo, sino que es necesario tenerlo disponible cuando la planta los requiere, Lo que se logra con la aplicación de materia orgánica humificada de alta capacidad de intercambio iónico (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

**Tabla 4. Composición de Humiagro**

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>
K soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	35,0 g/L
Ca (CaO)	4,0 g/L
Mg (MgO)	0,2 g/L
Hierro (Fe)	0,7 g/L
Zinc (Zn)	0,6 g/L
Carbono total del extracto húmico (CTEH)	150,0 g/L
Carbono de ácidos húmicos (CAH)	120,0 g/L
Carbono de ácidos fúlvicos (CAF)	30,0 g/L

Fuente: AGROFERCOL, 2000

#### **4.9. Variables respuesta**

##### **4.9.1. Altura de planta (cm)**

La altura de las plantas se midió desde la base del tallo hasta la parte superior del brote terminal y se seleccionaron al azar 10 plantas por unidad experimental.

##### **4.9.2. Número de frutos por planta**

Se contaron todos los frutos cosechados por planta para lo cual se seleccionaron al azar 10 plantas por unidad experimental.

##### **4.9.3. Peso de fruto fresco por planta (g)**

El peso de fruto fresco por planta se realizó después de cada cosecha, consistió en pesar todos los frutos cosechados por planta utilizando una

balanza digital, se seleccionaron 10 plantas al azar por unidad experimental.

#### **4.9.4. Peso de fruto seco por planta (g)**

Para determinar esta variable, los frutos frescos pesados por planta se secaron al ambiente y luego se procedió a pesarlos obteniendo el peso seco de frutos por planta.

#### **4.9.5. Longitud de fruto (cm)**

Esta variable se determinó midiendo la longitud del fruto desde la inserción con el pedúnculo hasta la parte apical, seleccionándose al azar 10 frutos de cada unidad experimental.

#### **4.9.6. Diámetro de fruto (cm)**

Se midieron los frutos individual y transversalmente en la parte media y más ancha, y se seleccionaron al azar 10 frutos de cada unidad experimental, esta medición se realizó en la cosecha.

#### **4.9.7. Rendimiento de fruto fresco (t ha<sup>-1</sup>)**

El rendimiento de fruto fresco se determinó pesando todos los frutos cosechados en cada unidad experimental, y mediante una fórmula matemática se elevó a hectárea expresándose en toneladas.

#### 4.9.8. Rendimiento de fruto seco (t ha<sup>-1</sup>)

Los frutos cosechados por unidad experimental se secaron a temperatura ambiente y luego se procedió a su pesaje y elevación por hectárea para obtener el peso de los frutos secos por hectárea.

#### 4.10. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio en un factorial 4 x 4 con cuatro repeticiones, siendo el primer factor niveles de ácido húmico, y el segundo niveles de nitrógeno; cuyo el modelo estadístico lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (A\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\mu$  = es el verdadero efecto medio

$\alpha_i$  = es el verdadero efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor A

$\beta_j$  = es el verdadero efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B

$(A\beta)_{ij}$  = es el verdadero efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel del factor A con el  $j$ -ésimo nivel del factor B

$\varepsilon_{ijk}$  = es el efecto verdadero de la  $k$ -ésima unidad experimental sometida a la  $ij$ -ésima combinación de tratamiento (Vásquez, 1990).

#### **4.11. Características del campo experimental**

##### ***Parcela experimental***

Largo : 24 m  
Ancho : 24 m  
Área : 576 m<sup>2</sup>

##### ***Unidad experimental:***

Largo : 6,0 m  
Ancho : 1,5 m  
Área : 9 m<sup>2</sup>

Número de surcos en la parcela experimental : 16  
Número de plantas por surco : 40  
Distancia entre surcos : 1,50 m  
Distancia entre plantas : 0,40 m

#### 4.12. Aleatorización y distribución de tratamientos

T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>6</sub>
T <sub>15</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>5</sub>
T <sub>13</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>10</sub>
T <sub>16</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>11</sub>

Figura 1. Aleatorización de los tratamientos en la parcela experimental

#### 4.13. Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un análisis de la varianza mediante la prueba F con niveles de significación de 0,01 y 0,05; y se realizó un análisis de regresión para determinar la tendencia, encontrando la función de respuesta para determinar el nivel óptimo de cada factor estudiado.

#### 4.14. Manejo del experimento

##### 4.14.1. Preparación del terreno

El terreno para el experimento se preparó a partir del mes de octubre del 2012, realizando las siguientes labores: Se realizó el limpiado de malezas y retiro de todos los restos del cultivo anterior, luego se procedió a retirar las mangueras de riego de toda la parcela experimental, para así



reponerlas con mangueras nuevas. En forma manual se removió el suelo del campo experimental, acompañado del motocultor, luego se empezó a nivelar y hacer las líneas respectivas donde se instaló la manguera, se incorporó 15 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica, luego del tendido de mangueras se hizo el riego respectivo.

#### **4.14.2. Siembra en almácigo**

La siembra en el almácigo se utilizaron bandejas, se realizó el mes de octubre del 2012, en 7 bandejas, cuya preparación del sustrato utilizado fue humus a razón de 10 kilos por m<sup>2</sup>. Se utilizó 120 g de semilla, desinfectada con Benomilo (Benlate).

#### **4.14.3. Trasplante**

Se realizó el mes de noviembre del 2012, utilizando plántulas de las bandejas seleccionadas con buen vigor, buena uniformidad, 17 cm de tamaño, descartando las plantas indeseables,

#### **4.14.4. Riego**

El riego utilizado fue por goteo con cintas cuyos emisores estaban separados a 20 cm. El riego se realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo. Al inicio el riego se realizó interdiario debido a que la planta requiere más agua en las primeras etapas; luego los riegos se realizaron

cada día, siendo más constante en la etapa de fructificación, los *Capsicum* requieren bastante agua.

#### **4.14.5. Fertilización**

La urea y ácidos húmicos, se aplicaron conjuntamente teniendo en cuenta los niveles de tratamiento designados en este experimento y se definieron según la fenología del cultivo.

La fertilización nitrogenada utilizando como fuente urea (46 % de N), se realizó en cuatro oportunidades: la primera fertilización 21 días después del trasplante (DDT); la segunda fertilización a los 45 DDT; la tercera fertilización a los 70 DDT, la cuarta y última fertilización a los 95 DDT. La aplicación de los ácidos húmicos se realizó en tres momentos: la primera aplicación a los 21 DDT; la segunda y tercera aplicación se realizó a los 45 y 70 DDT la fuente utilizada fue Humiagro.

#### **4.14.6. Control de plagas y enfermedades**

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es transmisor potencial de numerosos de virus en las especies hortícolas; para controlar su incidencia se utilizó de trampas pegantes de color amarillo y para contrarrestar se aplicó *Imidacloprid* (Lancer) a razón de 20 ml/mochila de 20 litros de agua.

Trips (*Frankliniella occidentalis*) el daño directo que produce esta plaga es en las flores impidiendo su cuajado, además que es vector de virus del bronceado del tomate, su control se realizó con aspersiones foliares utilizando: *Acetamiprid* 20% a una dosis de 0,1 kg ha<sup>-1</sup> alternando con *Clorpirifos* a 500 ml/cil.

Acaro hialino (*Poliphagotarsonemus latus*) es uno de los principales insectos que atacan a los *Capsicum*, dañando los brotes y a los frutos; se controló con *Abamectina* con dosis de 20 ml/mochila de 20 litros.

Gusano perforador de los frutos (*Heliothis virescens*), que es la principal plaga que causa daño económico, se utilizó *Methomyl* a razón de 200 g /cil.

#### **4.14.7. Cosecha**

La cosecha se realizó cuando los frutos obtuvieron un color intenso y estaban deshidratados y flácidos, y cuando la parte apical del fruto estaba ligeramente arrugada, la cosecha se realizó manualmente, la recolección de los frutos maduros se hizo por tratamiento para la respectiva evaluación final. Los frutos cosechados se extendieron al aire libre para su respectiva deshidratación y así cuando estuvo seco se procedió a evaluar y así obtener el rendimiento final.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Rendimiento de fruto fresco (t ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 5. Análisis de varianza de rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’**

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	Sig
A: Ácidos húmicos	3	283,88	94,63	68,42	**
B: Niveles de nitrógeno	3	57,90	19,30	13,96	**
Interacción AxB	9	71,06	7,90	5,71	**
Error experimental	48	66,39	1,38		
Total	63	479,22			

CV: 4,94%                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5 muestra los resultados del análisis de varianza para el rendimiento total de fruto fresco, se observa que el factor niveles de ácidos húmicos resultó altamente significativo. Asimismo el factor niveles de nitrógeno presentó diferencias estadísticas altamente significativas. La interacción AxB presentó efectos altamente significativos, por lo que se asume que hubo una participación directa de ambos factores en estudio, que interactúan entre sí influyendo sobre el rendimiento. El coeficiente de

variación fue de 4,94 %; es preciso continuar con el análisis a nivel de la interacción para determinar la función respuesta.

**Tabla 6. Análisis de regresión de rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’**

<b>F de V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Sig.</b>
Regresión	5	360,781	72,156	35,3340	**
Error	58	118,443	2,042		
Total	63	479,224			
R <sup>2</sup> = 75,28		** Alta significación			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión del rendimiento de frutos secos del ají páprika ‘Papriqueen’ se muestran en la tabla 6, teniendo alta significación estadística, por lo que el modelo seleccionado es correcto.

**Tabla 7. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión para el rendimiento de fruto fresco ‘Papriqueen’**

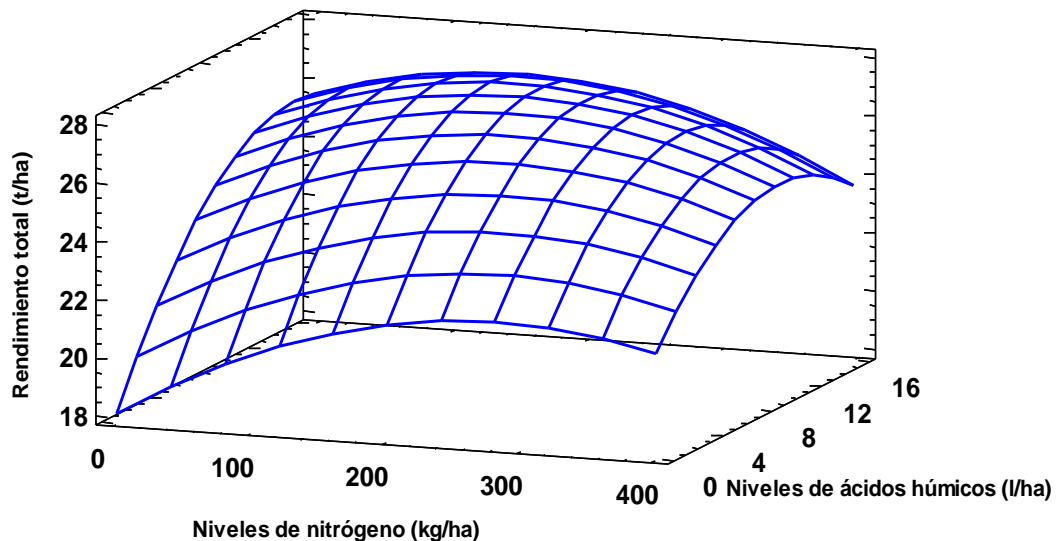
<b>Predictor</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>SE de coeficientes</b>	<b>Tc</b>	<b>Sig.</b>
A I	1,0579	0,115946	9,1242	**
A c	-0,03663	0,006298	-5,8160	**
B I	0,0284	0,004919	5,7735	**
B c	-0,0001	0,000012	-4,0482	**
A I B I	-0,000816	0,000225	-3,6296	**

Fuente: Elaboración propia,

La tabla 7, muestra los resultados de la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión observándose alta significación estadística estableciéndose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 18,0075 + 1,0579A - 0,0366A^2 + 0,0284 B - 0,000005B^2 - 0,0008AB$$

Derivando la ecuación se obtiene los niveles óptimos para los factores, siendo 14,43 l ha<sup>-1</sup> para el ácido húmico y de 274,64 kg ha<sup>-1</sup> para el nitrógeno, estimándose un rendimiento de 26,42 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Interacción de niveles de ácidos húmicos (l ha<sup>-1</sup>) x niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>) para el rendimiento de fruto en fresco (t ha<sup>-1</sup>)

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento obtenido en este estudio está dentro del rango de este cultivar, por lo que se puede decir que es bueno, según lo reportado por (Petossed, 1992), en su investigación, sostiene que el rendimiento del ají paprika oscila entre 20 y 30 t ha<sup>-1</sup> ha en promedio para Chile, estos datos son para cultivares como el Papriqueen y el Papriking, además sostiene que el aumento del rendimiento está en función del manejo y del paquete

tecnológico utilizado. En cuanto a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, el rendimiento de frutos secos se encuentra dentro del rango normal de este cultivar. Las dosis de N determinadas en este estudio estuvieron dentro del rango recomendado por Casas (2002), quien indicó que el ají páprika requiere de 200 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante nitrogenado. Por lo tanto, la cantidad de ácido húmico (Humiagro) para el cultivar Papriqueen es de 14,43 l ha<sup>-1</sup> y con una aplicación de 274,64 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno para 26,42 t ha<sup>-1</sup>, siendo inferior a lo reportado por Falcón (2010), evaluó la fertilización nitrogenada y aplicación de ácido húmico en el rendimiento de aji paprika cv. Papriqueen, determinando 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 18 l ha<sup>-1</sup> de ácido húmico, estimando un rendimiento de 25 t ha<sup>-1</sup>, esto se debió a las diferencias en las condiciones ambientales, ya que según Reátegui (1993), uno de los factores de producción, es la temperatura, la cual es importante para el crecimiento, fructificación y maduración, y las temperaturas óptimas oscilan entre 18 y 27 °C. Según el informe del SENAHMI-Tacna, en los últimos tres meses de desarrollo del cultivo, las temperaturas oscilaron entre 15,4 y 26,7 ° C, lo cual fue favorable para el cultivo.

Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Peña (2007), que en su estudio aplicación de nitrógeno y microelementos en el ‘Papriqueen’ obtuvo un rendimiento máximo de 26,22 t ha<sup>-1</sup> con 240 kg ha<sup>-1</sup> de

nitrógeno, el incremento fue de 14,5 % con respecto al testigo, esto es un gran precedente de que la fertilización nitrogenada aumenta los rendimientos como lo indica Blak (1975), quien señala que el nitrógeno es el nutriente más limitante del crecimiento y la producción. Stevenson (1982) indica que la aplicación de ácidos húmicos aumenta la calidad y cantidad de los rendimientos, ya que una de sus funciones es aumentar la CIC y por ende una mayor absorción de nutrientes. Investigaciones en Argentina recomiendan 250 ;100 y 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, y un buen manejo agronómico, para obtener rendimientos 25,5 t ha<sup>-1</sup> (Galmanirini, 2000).

## 5.2. Rendimiento total de fruto seco(t ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 8. Análisis de varianza de rendimiento de fruto seco 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	26,782	8,927	43,49	**
B: Niveles de nitrógeno	3	23,819	7,939	38,68	**
Interacción AxB	9	6,667	0,740	3,62	**
Error experimental	48	9,852	0,205		
Total	63	67,122			

CV = 8,74 %                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8, presenta los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de frutos secos del ají páprika 'Papriqueen'; indica que el



factor niveles de ácido húmico es altamente significativo. El factor niveles de nitrógeno también resultó altamente significativo; la interacción resultó con alta significación estadística. El coeficiente de variación es 8,74 %.

**Tabla 9. Análisis de varianza de regresión para el rendimiento total de fruto seco 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig
Regresión	5	50,9771	10,1954	36,62	**
Error	58	16,1457	0,2783		
Total	63	67,1228			

R<sup>2</sup> = 75,95%                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 muestra los resultados del análisis de regresión del rendimiento de fruto seco del ají páprika 'Papriqueen', mostrando alta significación estadística. Por tanto, el modelo propuesto es adecuado para comprender el comportamiento de la variable respuesta.

**Tabla 10. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de rendimiento total de fruto seco 'Papriqueen'**

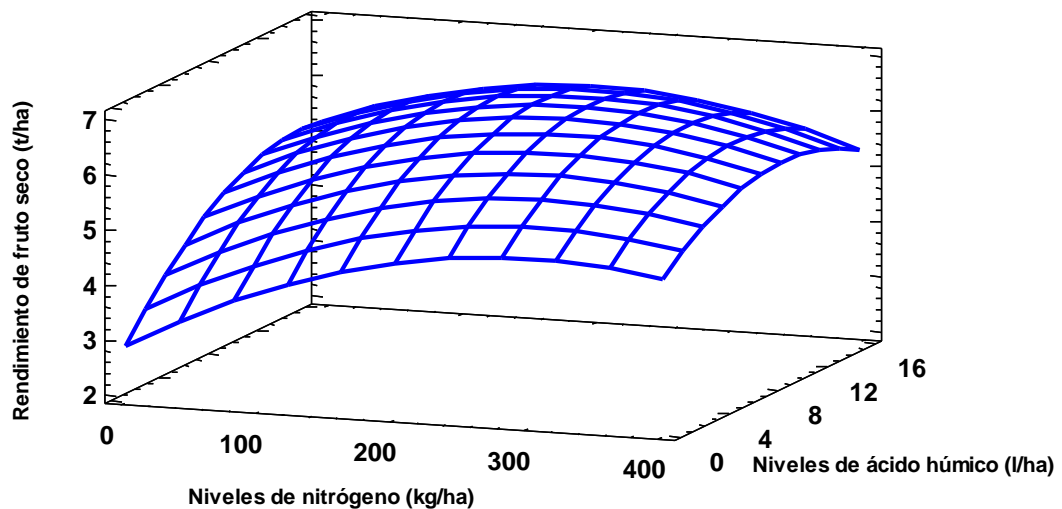
Predictor	Coeficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A I	0,33325	0,04281	7,78	**
A c	-0,01154	0,00233	-4,96	**
B I	0,01359	0,00182	7,48	**
B c	-0,00002248	0,00000458	-4,91	**
A I B I	-0,00027068	0,00008309	-3,26	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión (tabla 10), fue altamente significativa, por consiguiente se estableció la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 2,8507 + 0,332A - 0,01154A^2 + 0,1359B - 0,0000225B^2 - 0,00027AB$$

De la ecuación anterior, se obtiene los niveles óptimos de 12 l ha<sup>-1</sup> para ácido húmico y 232 kg ha<sup>-1</sup> para el nitrógeno, con lo que se estima un rendimiento de 6,35 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.** Interacción de niveles de ácidos húmicos (l ha<sup>-1</sup>) x niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>) para el rendimiento de fruto en seco (t ha<sup>-1</sup>)

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos pueden considerarse aceptables porque el nitrógeno y el ácido húmico juegan un papel importante en el incremento del rendimiento. Estos resultados son similares en parte al compararlos

con los obtenidos por Alemán y Jiménez (2006), quienes en su trabajo de investigación para encontrar la dosis adecuada, la mejor fuente de nitrógeno y los niveles de ácidos húmicos, para determinar la dosis que tiene mayor efecto y las respectivas interacciones, concluyen que con 240 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (nitrato de amonio) y 20 l ha<sup>-1</sup> de ácidos húmicos, se obtuvieron 27,80 t ha<sup>-1</sup> y 6,10 t ha<sup>-1</sup> de frutos secos de Papriking; se supone que la aplicación de ambos permite mejorar los rendimientos, ya que el nitrógeno juega un importante papel fisiológico y los ácidos húmicos pueden contribuir a la productividad, por su capacidad de elevar la CIC del suelo y mejorar la absorción de nutrientes.

Sin embargo, Stevenson (1982) sostiene que los ácidos húmicos influyen positivamente en la absorción de nutrientes por las raíces, debido a que la capacidad de intercambio de cationes aumenta, en consecuencia el rendimiento se incrementa. Stevenson (1982) afirma que los ácidos húmicos, al aumentar la capacidad de intercambio de cationes del suelo, esto significa que hay una mayor absorción de macronutrientes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, este último en particular, hace que los frutos sean más suculentos y aumenta la cantidad de semillas y la coloración, esto aumenta el peso del fruto deshidratado cuando se seca.

En cuanto a la influencia del nitrógeno y los ácidos húmicos; en el trabajo realizado por Gavilán (2002), ensayando tres niveles crecientes de nitrógeno y dos niveles de ácidos húmicos en el pimiento var. Candente, encontró que el mayor rendimiento comercial fue de 70 t ha<sup>-1</sup> con 240 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 20 l ha<sup>-1</sup> de ácido húmico aplicados al suelo, incrementando el rendimiento en 16,5 %; demostrando así que los ácidos húmicos y el nitrógeno, como en la presente investigación, pueden ser utilizados para mejorar los rendimientos en diversos cultivos hortícolas.

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Parihuana (2000), en su investigación evaluando el comportamiento de dos cultivares de ají páprika con diferentes niveles de nitrógeno obtuvo un rendimiento de 24,62 t ha<sup>-1</sup> en estado fresco y un rendimiento de 4,9 t ha<sup>-1</sup> en estado seco a un nivel de 297,14 kg ha<sup>-1</sup> de N. En la investigación de Falcón (2010) sobre la aplicación de ácidos húmicos y fertilización nitrogenada en el rendimiento de aj paprika el nivel óptimo se estableció en 18 l ha<sup>-1</sup> de ácido húmico y 300 kg ha<sup>-1</sup> de N con lo que obtuvieron un rendimiento de 4,95 t ha<sup>-1</sup> de fruto seco, que es inferior al obtenido en este trabajo que fue 6,35 t ha<sup>-1</sup>. El nitrógeno, de acuerdo a los resultados, tiene participación directa en el rendimiento de fruto fresco y seco, ya que se considera como un elemento que da energía a la planta y eleva los rendimientos, hasta cierto nivel; resultados que se pueden considerar

confirmatorios de lo señalado por los autores e investigadores respecto a la importancia y el papel que juega este importante nutriente en el cultivo del ají paprika y particularmente el cultivar Papriqueen, en las condiciones de la investigación. Estos resultados están dentro de los rangos reportados en otras zonas del país como Villacuri y Pisco, donde se obtienen rendimientos de 5 a 7 t ha<sup>-1</sup> de fruto deshidratado con 12 % de humedad (FONAGRO, 1995).

### 5.3. Peso de fruto fresco por planta (g)

**Tabla 11. Análisis de varianza de peso de fruto fresco por planta 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	6500341,50	2166780,50	156,67	**
B: Niveles de nitrógeno	3	951078,50	217026,17	22,92	**
Interacción AxB	9	1094227,25	121580,81	8,79	**
Error experimental	48	663864,50	13830,51		
Total	63	9209511,75			
CV = 5,26 %	** Alta significación				

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 muestra los resultados del análisis de varianza del peso de frutos frescos por planta; se observaron diferencias significativas para los factores ácido húmico y nitrógeno; la interacción factorial (AxB) también fue estadísticamente significativa, por lo que estos dos factores son interdependientes. El coeficiente de variación es 5,26 % respectivamente.

**Tabla 12. Análisis de regresión de peso de fruto fresco por planta ‘Papriqueen’**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	5	7294433	1458887	44,18	**
Error	58	1915079	33019		
Total	63	9209512			
R <sup>2</sup> = 79,21		**Alta significación			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de regresión del peso de fruto fresco por planta se muestra en la tabla 12, y se observó un alto grado de significación estadística. Así, el modelo propuesto se consideró adecuado para determinar el comportamiento de la variable de respuesta.

**Tabla 13. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de peso de fruto fresco por planta ‘Papriqueen’**

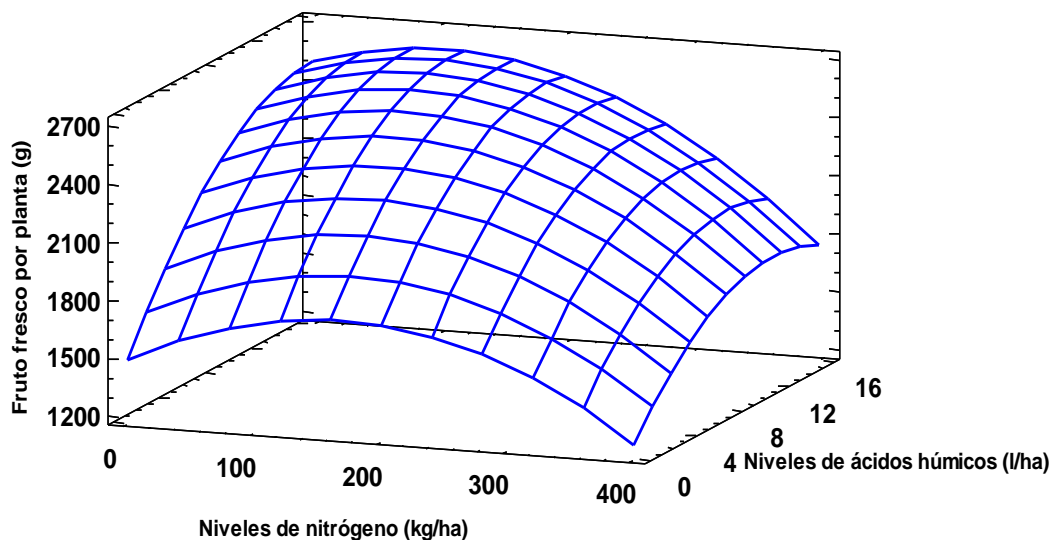
Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A I	129,18	14,7432	8,7622	**
A c	-4,03	0,8008	-5,0351	**
B I	3,38	0,6255	5,3978	**
B c	-0,01	0,0016	-3,8991	**
A I B I	-0,08	0,0286	-2,6922	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión del peso de fruto fresco por planta (tabla 13), fue altamente significativo por lo que, se estableció la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 1476,28 + 129,18A - 4,03A^2 + 3,38B - 0,01B^2 - 0,08AB$$

Derivando la función precedente se determinaron los niveles óptimos para el ácido húmico y nitrógeno, obteniendo  $16,00 \text{ l ha}^{-1}$  y  $268,22 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, con la que se estima un promedio de fruto fresco por planta de  $2\ 643,31 \text{ g}$ .



**Figura 4.** Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $\text{l ha}^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para peso de fruto fresco por planta (g)

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados, estos son superiores al obtenido por Falcón (2010), en su trabajo sobre rendimiento de ají páprika con fertilización nitrogenada y aplicación de ácidos húmicos, obtuvo un peso de fruto estimado de  $2,2 \text{ kg por planta}$ ; esta diferencia según Karadina (1995), sostiene que el cultivar Papriqueen presenta el pericarpio más grueso, que tiene  $2,50 \text{ mm}$  de espesor, lo cual es muy importante en el rendimiento de fruto seco. Además, señala que una buena fertilización

con fósforo y potasio, más la aplicación de algún producto orgánico, estaríamos teniendo frutos con bastante semilla y peso, lo que se manifiesta en el siguiente trabajo. Los resultados ponen en evidencia la importancia de la fertilización nitrogenada. Padilla (2000) sostiene que las plantas demandan altas cantidades de nitrógeno para un buen crecimiento y desarrollo. Bonilla (1992) demostró que niveles bajos de nitrógeno al inicio de la floración, retrasa la antesis y produce frutos pequeños disminuyendo el rendimiento.

#### 5.4. Peso de fruto seco por planta (g)

**Tabla 14. Análisis de varianza de peso de fruto seco por planta 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	272 490,1719	90 830,0573	142,13	**
B: Niveles de nitrógeno	3	84 862,1719	28 287,3906	44,26	**
Interacción AxB	9	58 227,0156	6 469,6684	10,12	**
Error experimental	48	30 675,2500	639,0677		
Total	63	446 254,6094			
CV = 8,07 %		** Alta significación			

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza del peso de frutos secos (tabla 14) mostró diferencias estadísticas para los factores niveles de ácido húmico y niveles de nitrógeno, de igual manera la interacción mostró alta significación estadística con un coeficiente de variación de 8,07 %.



**Tabla 15. Análisis de regresión de peso de fruto seco por planta ‘Papriqueen’**

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	5	367419	73484	54,06	**
Error	58	78835	1359,23208		
Total	63	446255			
$R^2 = 82,33\%$		** Alta significación			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de regresión para el peso de frutos secos por planta del cultivar Papriqueen, se presentan en la tabla 15, y muestra una alta significación estadística. Por lo tanto, el modelo planteado se considera adecuado para determinar el comportamiento de la variable.

**Tabla 16. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de peso de fruto seco por planta ‘Papriqueen’**

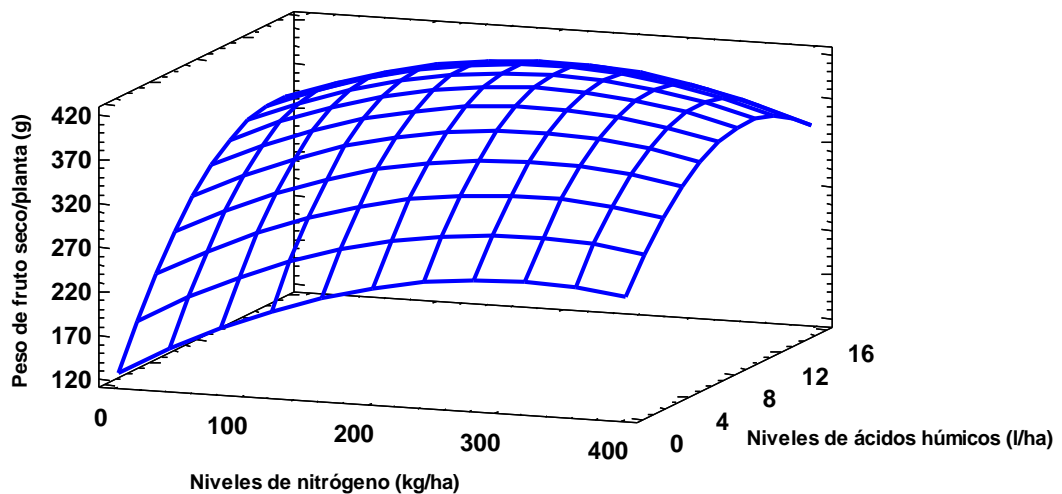
Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A I	32,98927	2,99130	11,03	**
A c	-1,22319	0,16247	-7,53	**
B I	0,84114	0,12691	6,63	**
B c	-0,00132	0,00032003	-4,13	**
A I B I	-0,01936	0,00581	-3,33	**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, se presentan en la tabla 16, y muestran una alta significación estadística. Por consiguiente, función de respuesta es:

$$\hat{Y} = 124,233 + 32,939A - 1,2232A^2 + 0,841B + 0,00132B^2 - 0,1936AB$$

A partir de la ecuación obtenida, se determinó los niveles óptimos para los factores; siendo 12,00 l ha<sup>-1</sup> ácidos húmicos y 233,26 kg de nitrógeno, obteniéndose un peso de 414,21 g de frutos secos por planta.



**Figura 5.** Interacción de niveles de ácido húmico (l ha<sup>-1</sup>) x niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>) para peso de fruto seco por planta (g)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados hallados son aceptables, y podría deberse al importante rol que se les asigna a los ácidos húmicos y al nitrógeno en el crecimiento y desarrollo del cultivo. También son similares a los resultados obtenidos por Falcón (2010), en su trabajo sobre la fertilización nitrogenada y aplicación de ácidos húmicos en el ají páprika, obtuvo un peso de 420 g de fruto seco por planta, resultados que concuerdan con la bibliografía. Karadina (1995) señala que con una adecuada fertilización nitrogenada y

demás fertilizantes hace que el pericarpio sea un poco más grueso, así mismo, la cantidad de semilla sea mayor, esto conlleva a un mayor rendimiento de fruto seco. La participación del nitrógeno en el crecimiento y la producción demuestran su importancia en la agricultura.

### 5.5. Diámetro de fruto (cm)

El análisis de varianza del diámetro del fruto del cultivar Papriqueen' (tabla 17); mostró una alta significación estadística para los factores niveles de ácidos húmicos y niveles de nitrógeno. Por el contrario, la interacción de los factores (AxB) no fue significativa, lo que quiere decir que los factores son independientes. El coeficiente de variación fue 10,39 % respectivamente.

**Tabla 17. Análisis de varianza de diámetro de fruto 'Papriqueen'**

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	3,762	1,254	11,588	**
B: Niveles de nitrógeno	3	1,316	0,439	4,055	**
Interacción AxB	9	0,990	0,110	1,017	NS
Error experimental	48	5,194	0,108		
Total	63	11,263			
CV = 10,39 %	** Alta significación		NS :No significativo		

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de regresión del diámetro de frutos del cultivar Papriqueen se presentan en la tabla 18, indicando una alta significación estadística. Esto demuestra que el modelo propuesto es apropiado para determinar la respuesta de dicha variable.

**Tabla 18. Análisis de regresión de diámetro de fruto ‘Papriqueen’ para el factor ácido húmico**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	2	3,7332	1,86662	15,12	**
Error	61	7,5298	0,12344		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>11,2630</b>			
<b>R<sup>2</sup> = 33,1%</b>	<b>** Alta significación</b>				

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19 muestra la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión del diámetro polar de fruto del cultivar Papriqueen, se observó significación estadística. Por consiguiente, se encontró la siguiente función de respuesta:

**Tabla 19. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión del diámetro de fruto para el factor ácidos húmicos**

Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A l	0,10002	0,025094	3,9857	**
A c	-0,00384	0,001454	-2,6372	**

Fuente: Elaboración propia

$$\hat{Y} = 2,732 + 0,10002A - 0,00384A^2$$

La derivación de la ecuación anterior arrojó un nivel óptimo para el factor ácido húmico de 13,02 l ha<sup>-1</sup>, obteniéndose un diámetro de fruto máximo de 3,38 cm.

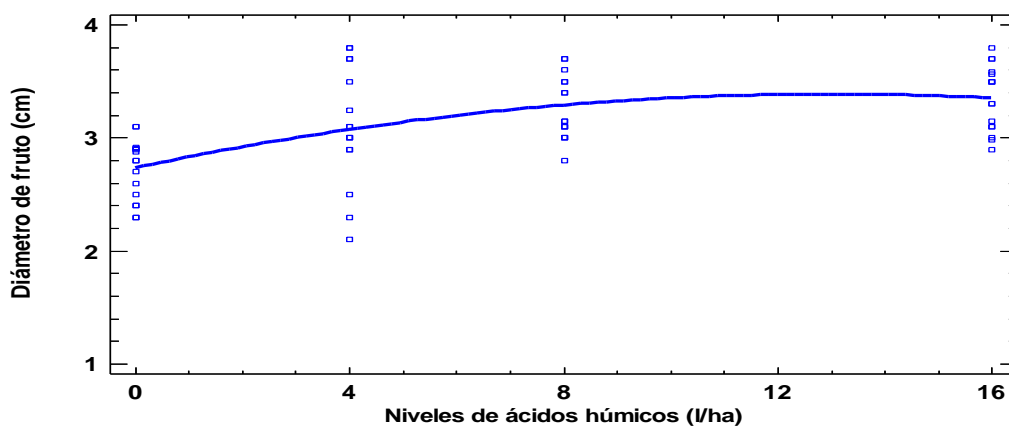


Figura 6. Respuesta cuadrática del diámetro de fruto (cm) para la variable niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ )

Fuente: Elaboración propia,

Los resultados obtenidos en la presente investigación, son similares al trabajo realizado por Falcón (2010), quien reportó un diámetro de frutos de 3,20 cm. Por lo tanto, el papel de los ácidos húmicos es evidente cuando se realiza una fertilización orgánica.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, ponen en evidencia lo manifestado por Petossed (1992), que los frutos del cultivar Papriqueen tienen hombros anchos, que oscila de 2 a 2,5 cm de diámetro polar. Por otro lado, Karadina (1995) sostiene que en Chile los diámetros reportados superan los 3,6 cm, al respecto conviene decir que los resultados obtenidos para esta variable se encuentra en el rango promedio.

**Tabla 20. Análisis de regresión de diámetro de fruto (cm) para niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)**

F, V,	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	1	0,9924	0,9923	5,99	**
Error	62	10,2706	0,1656		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>11,2630</b>			

R<sup>2</sup> = 8,8%                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20 muestra los resultados obtenidos del análisis de regresión del diámetro de fruto respecto a los niveles de nitrógeno, donde se observó una alta significación estadística. Por lo tanto, el modelo propuesto es apropiado para comprender el comportamiento de la variable.

**Tabla 21. Prueba de significación de coeficientes de regresión de diámetro de fruto (cm), para niveles de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)**

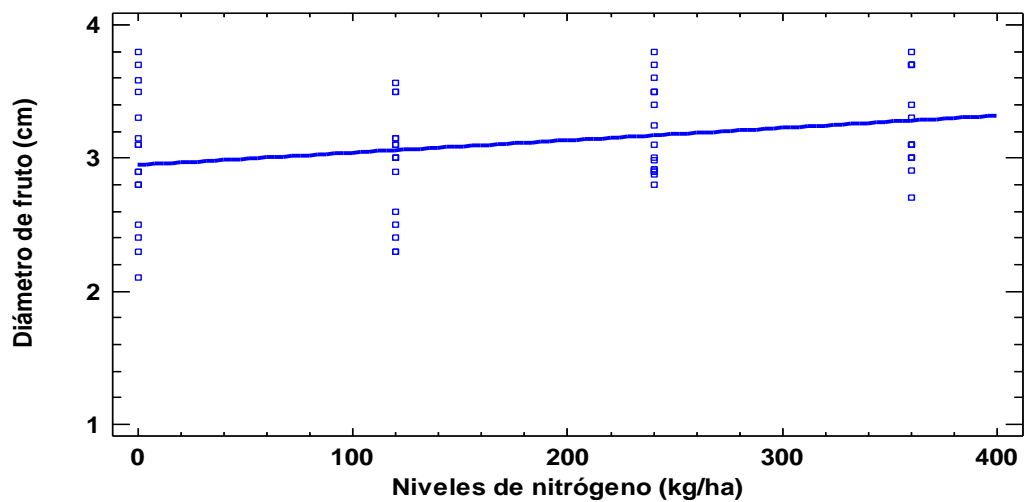
Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
B I	0,00093	0,0003075	3,0179	**

Fuente: Elaboración propia,

La tabla 21 muestra los resultados de la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión del diámetro polar del fruto, con respecto a los niveles de nitrógeno son estadísticamente significativos. Por lo tanto, se establece la siguiente función de respuesta.

$$\hat{Y} = 2,943 + 0,1000928B$$

La ecuación indica que por cada kilogramo de nitrógeno añadido, el diámetro del fruto aumenta en 0,000928 cm.



**Figura 7.** Respuesta lineal del diámetro de fruto (cm) para la variable niveles de nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Fuente: Elaboración propia

La respuesta del diámetro de frutos a los niveles de nitrógeno fue lineal. Lo cual significa que, al seguir incrementando la dosis de nitrógeno en diámetro aumentará existiendo una relación directa positiva. Sin embargo, en la práctica se ajusta a las características del cultivar, es decir que un exceso de nitrógeno causa alargamiento del ciclo del cultivo, envejecimiento de la planta; por esta razón, es necesario seguir investigando para encontrar un nivel óptimo para el nitrógeno, ya que el rol de la fertilización nitrogenada es esencial en la producción agrícola.

## 5.6. Longitud de fruto (cm)

**Tabla 22. Análisis de varianza de longitud de fruto 'Papriqueen'**

<b>F. de V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Sig.</b>
A: Ácidos húmicos	3	28,41	9,47	11,32	**
B: Niveles de nitrógeno	3	85,80	28,60	34,19	**
Interacción A x B	9	33,62	3,74	4,47	**
Error experimental	48	40,15	0,84		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>187,97</b>			

CV = 5,69 %                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 22 presenta los resultados del análisis de varianza de la longitud de los frutos, que muestra que los factores niveles de ácido húmico y niveles de nitrógeno mostraron fuertes diferencias estadísticas. Del mismo modo, la interacción de los factores (AxB) mostró una alta significación estadística. Por lo tanto, los factores son dependientes e interactúan entre sí; el coeficiente de variación fue de 5,69 %.

**Tabla 23. Análisis de regresión de longitud de fruto 'Papriqueen'**

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Sig.</b>
Regresión	5	117,127	7,5714	19,76	**
Error	58	70,847	1,2215		
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>187,973</b>			

R<sup>2</sup> = 62,31                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia



La tabla 23 muestra los resultados del análisis de regresión para la longitud de fruto, resultando estadística significativa. Por lo tanto, el modelo es válido para conocer la respuesta de la variable.

**Tabla 24. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión para la longitud de fruto ‘Papriqueen’**

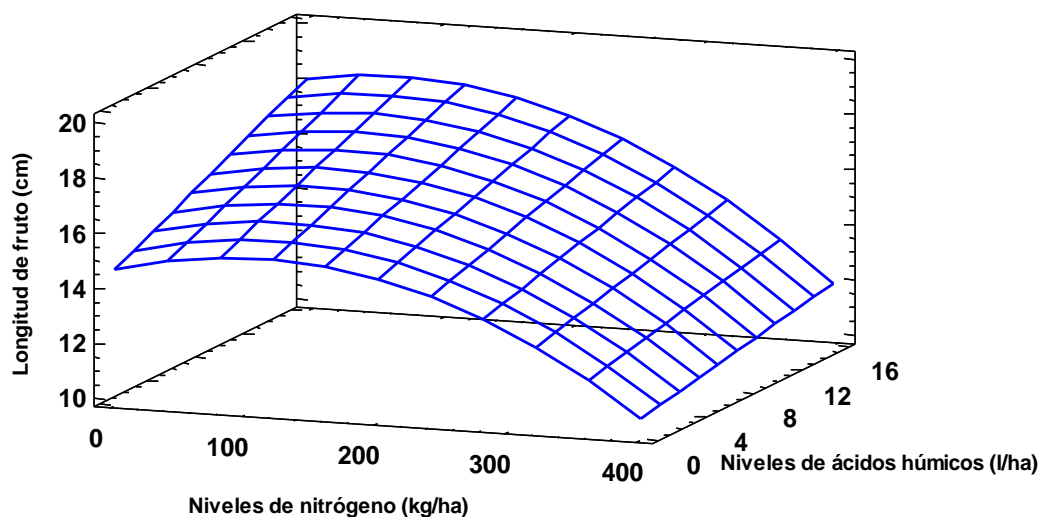
Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A l	0,2233	0,08967	2,4897	**
A e	-0,0033	0,0048	-0,6819	**
B l	-0,0133	0,0038	-3,4867	**
B e	0,0001	0,000010	6,1572	**
A l B l	-0,0003	0,000174	-1,8209	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de la longitud de los frutos del cultivar Papriqueen se muestran en la tabla 24, indicando alta significancia estadística, resultando en la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 14,5798 + 0,223A - 0,0033A^2 - 0,0133B + 0,000059B^2 - 0,000316AB$$

Al derivar la función encontrada, se obtiene, un nivel óptimo 13,56 l ha<sup>-1</sup> para el factor ácidos húmicos y 114,96 kg ha<sup>-1</sup> para el factor nitrógeno, con la que se estima un promedio de 16,36 cm de longitud de fruto.



**Figura 8.** Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para longitud de fruto (cm)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por Chambilla (2004), quien evaluó niveles de nitrógeno y fósforo en dos cultivares de páprika en el valle del Caplina, y obtuvo frutos de 15 cm de longitud con  $233\ kg\ ha^{-1}$  de nitrógeno. Estos resultados son mejores que los obtenidos por Parihuana (2000) quien evaluó dosis de N en dos cultivares de paprika en Bella Unión, Arequipa; obtuvo frutos de 12,71 cm de longitud con  $200\ kg\ ha^{-1}$  de nitrógeno para el cultivar Papriqueen. Por el contrario, los resultados encontrados fueron similares a los reportados por Falcón (2010), en su estudio sobre fertilización nitrogenada y aplicación de ácidos húmicos en ají páprika, quien obtuvo frutos de 17 cm de longitud para el cultivar Papriqueen.

## 5.7. Número de frutos por planta

**Tabla 25. Análisis de varianza de número de frutos por planta ‘Papriqueen’**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	643,67	214,66	155,20	**
B: Niveles de nitrógeno	3	62,48	20,83	15,06	**
Interacción A x B	9	126,26	14,03	10,14	**
Error experimental	48	66,39	1,38		
Total	63	899,09			

CV = 3,39 %                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25, muestra el análisis de varianza para el número de frutos por planta. Se observó que los factores niveles de ácido húmico y nitrógeno presentaron diferencias estadísticas altamente significativas. De la misma manera, la interacción entre los factores (AxB) es significativa. Por lo tanto, ambos factores son dependientes con un coeficiente de variación de 3,39 %.

**Tabla 26. Análisis de regresión de número de frutos por planta ‘Papriqueen’**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	5	685,261	137,052	37,17	**
Error	58	213,834	3,687		
Total	63	899,094			

R<sup>2</sup> = 76,22                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26, muestra los resultados del análisis de regresión para el número de frutos por planta, indicando que existe alta significación estadística. Lo que nos indica que el modelo propuesto es apropiado para determinar el comportamiento de la variable.

**Tabla 27. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de número de frutos/planta ‘Papriqueen’**

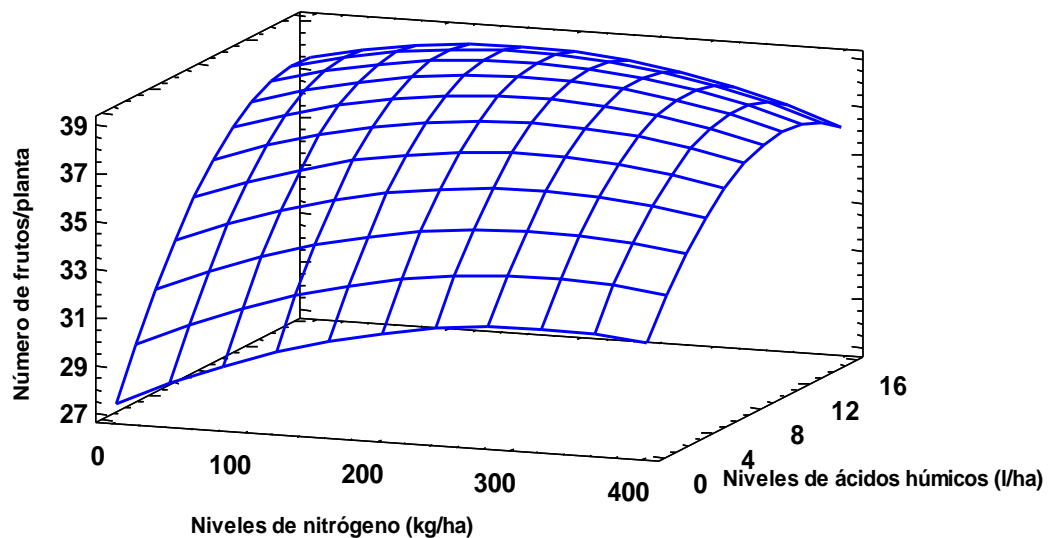
Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A I	1,3839	0,1557	8,8834	**
A c	-0,0462	0,008462	-5,4617	**
B I	0,0268	0,006609	4,0511	**
B c	-0,415	0,000017	-2,4921	**
A I B I	0,0009	0,000302	-2,8194	**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las hipótesis de los coeficientes de regresión para el número de frutos/planta se presentan en la tabla 27, donde se observó alta significación estadística, estableciéndose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 27,305 + 1,384A - 0,0462A^2 + 0,0268B - 0,0000415B^2 - 0,000852AB$$

Al derivarla la función encontrada, se obtiene, los niveles óptimos para los factores. Siendo 14,96 l ha<sup>-1</sup> para el factor ácidos húmicos y 312,05 kg ha<sup>-1</sup> para el factor nitrógeno, estimándose un promedio de 38 frutos por planta.



**Figura 9.** Interacción de niveles de ácidos húmicos x niveles de nitrógeno para número de frutos por planta

Fuente: Elaboración propia

Los resultados alcanzados en este estudio indicaron que  $14,96 \text{ l ha}^{-1}$  de ácido húmico y  $312,05 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno produjeron 38 frutos por planta en promedio. Estos resultados, son superiores a los reportados por Chambilla (2004), que obtuvo 31 frutos por planta con  $232,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno; esta diferencia podría deberse a los ácidos húmicos, ya que habrían permitido un proceso de fecundación más eficiente. Sin embargo, nuestros resultados se asemejan a los obtenidos por Parihuana (2000), quien trabajó con dos cultivares, uno de ellos fue Papriqueen, obteniendo 40 frutos/planta con  $285,35 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno.

Los resultados obtenidos están relacionados con los reportados por Zapata (1992), quien argumentó que el ají páprika es demandante de luz en la fase de floración, ya que ésta disminuye y las flores son más débiles con poca luz. Además, los frutos tienen un color más intenso.

De lo anterior y contrastando con los datos de SENAHMI, se reportó de 7 a 9 horas luz en promedio durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, factor que también pudo haber favorecido el desarrollo y número frutos; no se presentó mucha variación en la temperatura en el momento del cuajado del fruto.

Con todo y lo anterior, se demuestra que la fertilización nitrogenada es esencial para el crecimiento y desarrollo, el rendimiento; conjuntamente con aplicaciones de ácidos húmicos, tal como sostiene Stevenson (1982), que los ácidos húmicos aumentan el contenido de materia seca en la fruta, mejora el sabor, aumenta los pigmentos, evita los abortos de frutos.

La aplicación de fertilizantes químicos al suelo, no es suficiente para obtener el mejor rendimiento y aprovechamiento por parte del cultivo. Lo recomendable es aplicación de materia orgánica humificada de alta capacidad de intercambio iónico, así como los ácidos húmicos (Diccionario de especialidades agroquímicas, 2011).

## 5.8. Altura de la planta (cm)

**Tabla 28. Análisis de varianza de altura de planta 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Sig.
A: Ácidos húmicos	3	833,41	277,80	200,86	**
B: Niveles de nitrógeno	3	66,92	22,31	16,13	**
Interacción AxB	9	153,69	17,08	12,35	**
Error experimental	48	66,39	1,38		
Total	63	1120,41			

CV = 1,47 %                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28 muestra el análisis de varianza de la altura de planta del cultivar Papriqueen, que indica que los factores niveles de ácido húmico y niveles nitrógeno son altamente significativos; también hay diferencias significativas con respecto a la interacción de los factores AxB; siendo el coeficiente de variación 1,47 % respectivamente.

**Tabla 29. Análisis de regresión de altura de planta 'Papriqueen'**

F. de V.	GL	SC	CM	FC	Sig.
Regresión	5	865,50	173,100	39,38	**
Error	58	254,91	4,395		
Total	63	1120,41			

R<sup>2</sup> = 77,25                      \*\* Alta significación

Fuente: Elaboración propia

El análisis regresión de la altura de planta se muestra en la tabla 29, resultando con alta significación estadística. Por lo tanto, el modelo utilizado se considera apropiado.

**Tabla 30. Prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión de altura de planta**

Predictor	Coefficientes	SE de coeficientes	Tc	Sig.
A I	1,5504	0,1700	9,1150	**
A c	-0,0518	0,009239	-0,6050	**
B I	0,0262	0,007216	3,6340	**
B c	-0,373	0,000018	-2,0487	**
A I B I	0,000905	0,000330	-2,7413	**

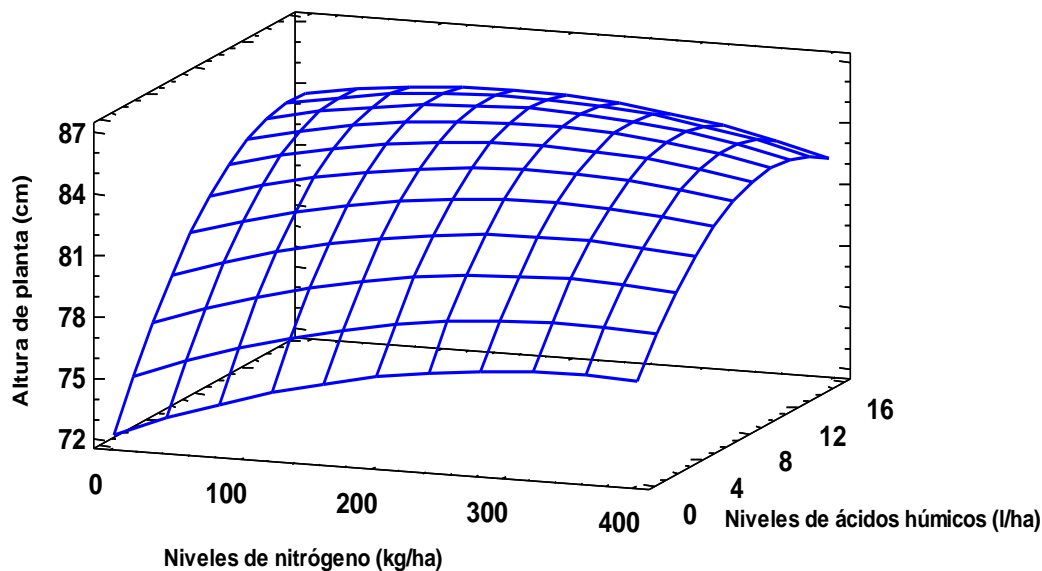
Fuente: Elaboración propia

Las hipótesis de los coeficientes de regresión para la altura de planta del cultivar Papriqueen se muestran en la tabla 30, indicando que los componentes lineal y cuadrático son altamente significativos. Por consiguiente, la función es la siguiente:

$$\hat{Y} = 72,11 + 1,55A - 0,052A^2 + 0,0262B - 0,000037B^2 - 0,000905AB$$

Al derivarla la ecuación anterior, se determinó los niveles óptimos para los factores. Obteniéndose 13,98 l ha<sup>-1</sup> un para el factor ácidos húmicos y 339,55 kg ha<sup>-1</sup> para el factor nitrógeno, estimándose una altura de planta promedio de 83,72 cm.





**Figura 10.** Interacción de niveles de ácidos húmicos ( $l\ ha^{-1}$ ) x niveles de nitrógeno ( $kg\ ha^{-1}$ ) para altura de planta (cm)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la presente investigación están dentro de los rangos normales, donde se estima una altura de planta promedio de 83,72 cm. Petossed (1995), señala que la altura promedio para este cultivar oscila entre 70 a 80 cm. Del mismo modo, Robles (1999) indica que la altura de planta promedio es de 80 cm, lo cual nuestro resultado obtenido pone en manifiesto las características del cultivar, respecto a la altura. Estos resultados son respaldados por la bibliografía. Peña (1975), indica que las hortalizas necesitan altas dosis de fertilizante, gran cantidad de nitrógeno, pero no en exceso, puesto que por la ley de los rendimientos decrecientes puede bajar también los rendimientos. Asimismo, Demolon (1966),

manifiesta que el que nitrógeno es determinante para el crecimiento y las plantas demandan altas cantidades de este nutriente, obteniéndose un aumento relativo en el rendimiento.

Por otro lado, Clark y Roswell (1981) argumentaron que todas las enmiendas de nutrientes aplicadas al suelo deben ser aplicadas en la cantidad, el momento, la fuente y el lugar correctos para que haya una respuesta favorable del cultivo, el nitrógeno incrementa los rendimiento y la productividad, la disponibilidad de este elemento depende de las características físicas y químicas del suelo, una de las cuales es la CIC, así como del agua, que es fundamental. Por otro lado, los ácidos húmicos elevan la CIC del suelo, y todo ello para una buena absorción de nutrientes por parte del cultivo, lo que se evidenció en el siguiente experimento.

Los resultados de la presente investigación corroboran la importancia de complementar los abonos orgánicos, en este caso los ácidos húmicos, con la clásica fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, ya que el nitrógeno es un elemento que confiere su potencial al crecimiento y al rendimiento, mientras que el fósforo es un elemento de energía y el potasio es un elemento de calidad.

## CONCLUSIONES

1. En cuanto al rendimiento en fresco del pimiento cultivar Papriqueen, se obtuvieron 26,42 t ha<sup>-1</sup> con 14,43 l ha<sup>-1</sup> de ácido húmico y 274,64 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.
2. El mayor rendimiento de frutos secos fue de 6,35 t ha<sup>-1</sup>, con un nivel de 232 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 12 l ha<sup>-1</sup> de ácidos húmicos.
3. Los niveles de ácido húmico y de nitrógeno influyeron positivamente en la expresión de las variables longitud del fruto, diámetro del fruto, peso fresco y seco del fruto, número de frutos/planta y la altura de la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Para una mejor visualización de los efectos de los niveles de ácido húmico en este cultivo, se recomienda trabajar en condiciones controladas.
2. Continuar los ensayos con los tratamientos utilizados en este trabajo, con otras especies de *Capsicum*, para conocer sus rendimientos.
3. Para validar los resultados obtenidos se recomienda repetir el presente trabajo de investigación en otras zonas productoras de ají paprika.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnon, I. (1972). *Crop Production in Dry Regions*. Leonard Hill Books.  
London II. Inglaterra.

Alemán, A y Jiménez, L. (2006). *Efecto de dos fuentes y cinco dosis de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de pimiento morrón (Capsicum annum) var. Mano de piedra en Tumbes*. Universidad Nacional de Tumbes. 180 pp.

American Spice Trade Association (ASTA). (1986). *Official Analytical Methods*. Segunda edición.

Anu, A. y Peter, K. (2000). *The chemistry of paprika. Capsicum and eggplant newsletter*. Vol. 19 200 pp.

Alemán, A y Jiménez, L. (2006). *Efecto de dos fuentes y cinco dosis de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de pimiento (Capsicum annum) var. Jaranda en Tumbes*. Universidad Nacional de Tumbes. 178 pp.

Bascones, E. (2005). *Análisis de suelo y consejo de abonado*. Excma. INEA - España. 35 pp. México. 445 – 446 pp.

- Bakers, A., & H. Mills. (1980). Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. *Horticultural Reviews*, 2:395-421.
- Bennett, W. F. (1994). *Nutrient Deficiencias and Toxicities in Crop Plants*. Edited by Collage Soil Science. 115 pp: 73 -86.
- Bollo, E. (1999). *Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje*. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. España. 100 pp.
- Bonilla, L. (1992). *Cultivo de pimiento*. Fundación del desarrollo agropecuario Inc. Serie Cultivos. Boletín Técnico N°16. Santo Domingo Republica Dominicana. 28 p.
- Bosland, P. W. (1996). *Capsicum: Innovative uses of an ancient crop*. Progress in new crops. 487 pp.
- Carlson, P. S. (1980). *The biology of crop productivity*. Academic Press. London. New York. And Francisco.
- Casas, A. (2002). *Situación de la producción de hortalizas a nivel nacional*. Departamento de Horticultura. UNALM. 19 pp.
- CIED. (1996). *Primer curso de producción de páprika para exportación*. La Yarada –Tacna. 10 p.

- Costa, J., y Soriano, M. C. (1979). *Pimiento pimentonero. Selección y mejora*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid. Vol. 27.180 pp.
- Chepote, J. (2000). Consideraciones en el manejo del cultivo de páprika. Compendio manejo integral el cultivo de páprika. Arequipa-Perú. 52 pp.
- Christensen, P., Kasimatis, A., & Jensen, F. (1978). *Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley*. University of California.
- Clark, Fe., & T, Rosswall. (1981). *Terrestrial Nitrogen Cycles. Processes, Ecosystems Strategies and Management Impact*. Stockholm. 350 pp.
- Domínguez, A. (1992). *Fertirrigación en Capsicum annum L.* Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 217 p.
- Domínguez, S. (2002). *Requerimientos hídricos y transporte de soluto en la zona radicular del cultivo de pimiento*. Pampa de Villacur. Tesis UNALM. 98 p.
- De la cruz, J., Santamaría, F., y Aviles, W. (2004). *Efecto del sombreado sobre el comportamiento de chile (Capsicum annum L.) en suelos*

*pedregosos de Yucatán*. Primera Convención mundial del Chile. Guanajuato, México. Pág. 211-217.

Demolon, A. (1966). *El crecimiento de los vegetales cultivados*. Ed. Omega. Barcelona. Tomo I.

Edmond, J., Senn y Andrews, F. (1967). *Principios de Horticultura*. Novena Edición. Editorial Continental. México. 575 pp.

Gavilán, C. (2002). *Efecto de la Fertirrigación nitrogenada y de la aplicación de microelementos en el rendimiento del cultivo de pimiento (Capsicum annum) var. Candente*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Gómez, Z. (1996). *Los abonos orgánicos. En memoria "Curso de abonos y sustratos orgánicos"*. Universidad Nacional de Colombia – Palmira.

Gonzales, A. (2001). *Efecto de la aplicación nitrogenada potásica y de la aplicación de microelementos en el rendimiento del cultivo de pimiento (Capsicum annum), bajo RLAF: goteo*. UNALM Lima-Perú. 200 pp.

Guenkov, G. (1974). *Fundamentos de la Horticultura cubana*. Editorial Organismo. Instituto cubano del libro. La Habana, 335 p.



- Howell, G. S. (2001). *Sustainable grape productivity and the growth – yield relationship: a review*. Am. J. Enol. Vitic. 165 – 174.
- Higa, C. (2001). *Efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de Páprika cv. Sonora*. UNALM Lima-Perú.
- Ibar, L.; Juscafresa. (1987). *“Tomates, pimientos y berenjenas”*. Editorial Aedos, Barcelona; 89 – 90,150 pp.
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). (1983). *Genetic resources of capsicum*. Rome. 49 p.
- Landeros, F. (1993). *Monografía de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos*. Tesis, área de Hortalizas y Flores. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota. Chile. 200 pp.
- Lay, V. A. (2007). *Efecto de fertilización nitrogenada y de la aplicación de hierro, manganeso y zinc al suelo en el rendimiento del cultivo de paprika (Capsicum annum L)*. Tesis, UNALM – Perú -Lima.
- Martínez, F., y Cordone, G. (2000). *Avances en el manejo del azufre: novedades en respuesta y diagnóstico en trigo, soya y maíz*. En jornada de actualización para profesionales. Rosario – Argentina. 50 pp.

Maroto Borrego, J. V. (1995).” *Horticultura herbácea especial*”. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 407 pp.

Mengel, K., y E. Kirkby. (1987). *Principles of plant nutrition*. Cuarta edición. International Potash Institute. Berna. Suiza. 593 p.

Nuez, F. (1996). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes*. Edit. Mundi – Prensa. España. 535 pp.

Orellana Benavides F. (2000). *El cultivo de chile dulce*. Guía técnica. Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal. San Salvador. El Salvador. 80 pp.

Paunaro, J. Bosland. (1999). *Horticultura*. EEA Catamarca, Argentina. 123 pp.

Padilla, W. (2000). *Manual de Recomendaciones de fertilización*. Principales cultivos Hortícolas del Ecuador. Quito – Ecuador. 234 pp.

Plaster, E. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo*. Ed. Paraninfo. España. 380 p.

Peña, R. (1975). *Horticultura y Fruticultura*. Tercera edición. José Montero. España. 200 pp.

Piedrahita, D. (2005). *Comportamiento agronómico y rendimiento de dos híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) sometidos a tres tipos de fertilización en la zona de Vinces*. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil. Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces. Agr. 150 pp.

Pillati, (2000). *El Cultivo de pimiento bajo invernadero*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional del Litoral – Argentina. 255 p.

PROFERFOL. (2000). *Conceptos básicos sobre sustancias húmicas, ácidos húmicos beneficios*. España.

Raij, B. (1991). *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 343 pp.

Ramírez, P. (1993). *Adaptación y efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres cultivares de pimiento páprika en el valle de Tumbes*. UNALM. Perú. 180 pp.

Reátegui, M. (1993). *Efecto de la densidad de siembra en el pimiento (Capsicum annum L.)*. UNALM Lima-Perú. 82 p.

- Rodríguez, J. (1992). *Manual de fertilización*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile. 143 pp.
- Robles, F. (1994). *Ficha técnica para el cultivo de páprika*. Fonagro – Chinchu.
- Silva, C. (1996). *Crecimiento y desarrollo de la planta de pimiento Capsicum annuum L.* Taller de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.
- Somos A. (1984). The páprika. akadmiai kiado, Budapest – Hungría.
- Sobrino, E., Sobrino, V. E. (1989). *Tratado de Horticultura Herbácea – Tomo 1*. Primera Edición, Editorial Aedos – Barcelona, España, 352 pp.
- Stevenson F.J. (1982). *Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions*. Willey Interscience. Nueva York. 180 pp.
- Soquimich. (2001). *Agenda del salitre*. Sociedad química y minera de Chile S.A. Santiago, Chile. 78 pp.
- Tamaro, D. (1960). *Horticultura*. Editorial Gustavo Pili S.A. Barcelona – España. 300 pp.

Tisdale, S. L y W. L. Nelson. (1993). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. UTEHA. México.

Tisdale, S. L., y W. Nelson. (1996). *Soil Fertility on Fertilizers*. Segunda Edición. Macmillan.

Valadez, A. (1994). *Producción de Hortalizas*. Cuarta edición. Editorial Limusa S. A. México 297 pp.

Yufera, E. P., y Carrasco, J. M. (2003). *Química Agrícola I, Suelos y Fertilizantes*. Alambra. Madrid. España. 250 pp.

Zapata, M., Bañon, S., y Cabrera, P. (1992). *El pimiento para pimentón*. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España. 250 pp.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Datos del rendimiento de fruto fresco (t ha<sup>-1</sup>)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	A1B1	17,45	18,45	19,30	19,70	18,73
T2	A1B2	21,89	20,23	22,23	23,15	21,88
T3	A1B3	20,50	20,70	22,10	21,30	21,15
T4	A1B4	21,73	22,30	21,30	20,30	21,41
T5	A2B1	22,30	21,30	20,30	22,69	21,65
T6	A2B2	20,30	21,97	22,30	22,70	21,82
T7	A2B3	22,70	24,70	24,48	25,80	24,42
T8	A2B4	23,85	25,30	24,78	24,30	24,56
T9	A3B1	23,70	22,70	21,80	24,90	23,28
T10	A3B2	27,78	26,74	27,62	25,30	26,86
T11	A3B3	27,12	28,30	26,35	25,70	26,87
T12	A3B4	27,14	26,78	27,00	26,00	26,73
T13	A4B1	26,00	24,00	25,60	27,30	25,73
T14	A4B2	26,12	25,70	26,70	28,30	26,71
T15	A4B3	29,30	26,68	28,30	24,50	27,20
T16	A4B4	24,12	23,14	21,30	24,45	23,25

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Datos del rendimiento fruto seco (t ha<sup>-1</sup>)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
t1	a1b1	3,00	3,20	3,30	3,20	3,18
t2	a1b2	4,50	3,40	4,30	3,62	3,96
t3	a1b3	4,78	4,42	5,25	4,68	4,78
t4	a1b4	4,95	4,90	4,95	4,94	4,94
t5	a2b1	4,75	4,59	4,30	3,70	4,34
t6	a2b2	4,65	4,39	4,72	4,68	4,61
t7	a2b3	4,89	5,00	5,60	6,50	5,50
t8	a2b4	5,80	5,30	5,70	6,29	5,77
t9	a3b1	4,80	4,60	4,49	5,40	4,82
t10	a3b2	5,79	4,98	5,00	6,00	5,44
t11	a3b3	6,91	7,40	6,40	6,98	6,92
t12	a3b4	6,00	6,40	5,00	5,60	5,75
t13	a4b1	5,40	4,10	5,35	5,55	5,10
t14	a4b2	6,40	5,60	5,30	6,45	5,94
t15	a4b3	6,78	6,50	5,94	6,52	6,44
t16	a4b4	5,00	5,40	6,65	5,00	5,51

Fuente: Elaboración propia



### Anexo 3. Datos del peso de fruto fresco por planta (g)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	a1b1	1485,00	1585,00	1670,00	1710,00	1612,50
T2	a1b2	1929,00	1763,00	1963,00	2055,00	1927,50
T3	a1b3	1790,00	1810,00	1950,00	1870,00	1855,00
T4	a1b4	1913,00	1970,00	1870,00	1770,00	1880,75
T5	a2b1	1970,00	1870,00	1770,00	2009,00	1904,75
T6	a2b2	1770,00	1937,00	1970,00	2010,00	1921,75
T7	a2b3	2010,00	2210,00	2188,00	2320,00	2182,00
T8	a2b4	2125,00	2270,00	2218,00	2170,00	2195,75
T9	a3b1	2110,00	2010,00	1920,00	2230,00	2067,50
T10	a3b2	2778,00	2674,00	2762,00	2530,00	2686,00
T11	a3b3	2712,00	2830,00	2635,00	2570,00	2686,75
T12	a3b4	2714,00	2678,00	2700,00	2600,00	2673,00
T13	a4b1	2600,00	2400,00	2560,00	2730,00	2572,50
T14	a4b2	2612,00	2570,00	2670,00	2830,00	2670,50
T15	a4b3	2930,00	2668,00	2830,00	2450,00	2719,50
T16	a4b4	2412,00	2314,00	2130,00	2445,00	2325,25

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4. Datos del peso de fruto seco por planta (g)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	a1b1	140,00	135,00	150,00	145,00	142,50
T2	a1b2	207,00	175,00	195,00	217,00	198,50
T3	a1b3	220,00	210,00	270,00	265,00	241,25
T4	a1b4	243,00	249,00	311,00	290,00	273,25
T5	a2b1	225,00	240,00	260,00	236,00	240,25
T6	a2b2	318,00	255,00	280,00	315,00	292,00
T7	a2b3	260,00	265,00	290,00	360,00	293,75
T8	a2b4	340,00	365,00	380,00	330,00	353,75
T9	a3b1	311,00	345,00	270,00	250,00	294,00
T10	a3b2	384,00	390,00	382,00	370,00	381,50
T11	a3b3	480,00	395,00	480,00	465,00	455,00
T12	a3b4	320,00	480,00	420,00	340,00	390,00
T13	a4b1	320,00	330,00	360,00	360,00	342,50
T14	a4b2	360,00	400,00	345,00	394,00	374,75
T15	a4b3	350,00	410,00	380,00	480,00	405,00
T16	a4b4	350,00	355,00	400,00	470,00	393,75

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5. Datos del diámetro de fruto (cm)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	A1B1	2,80	2,90	2,50	2,40	2,65
T2	A1B2	2,60	2,30	2,40	2,30	2,40
T3	A1B3	2,80	2,88	2,91	2,92	2,88
T4	A1B4	3,10	2,91	3,10	2,70	2,95
T5	A2B1	3,80	3,10	2,10	2,30	2,83
T6	A2B2	2,90	2,50	3,00	3,00	2,85
T7	A2B3	3,70	3,25	3,50	2,90	3,34
T8	A2B4	3,70	3,80	3,00	3,10	3,40
T9	A3B1	3,10	3,50	3,15	2,80	3,14
T10	A3B2	3,00	3,10	3,15	3,10	3,09
T11	A3B3	3,60	3,40	3,00	3,50	3,38
T12	A3B4	3,70	3,40	3,70	3,00	3,45
T13	A4B1	3,58	2,90	3,70	3,30	3,37
T14	A4B2	3,50	3,15	3,50	3,56	3,43
T15	A4B3	2,98	3,50	3,80	3,10	3,35
T16	A4B4	3,70	3,30	3,00	3,10	3,28

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6. Datos de la longitud de fruto (cm)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	a1b1	14,30	15,30	13,80	14,30	14,43
T2	a1b2	14,40	15,00	13,90	13,45	14,19
T3	a1b3	14,90	14,80	13,30	13,50	14,13
T4	a1b4	17,90	16,80	17,30	19,30	17,83
T5	a2b1	17,30	18,40	15,40	14,90	16,50
T6	a2b2	14,30	14,00	13,80	14,90	14,25
T7	a2b3	13,80	13,90	14,80	14,30	14,20
T8	a2b4	17,60	18,90	19,70	17,70	18,48
T9	a3b1	16,30	16,33	15,30	15,60	15,88
T10	a3b2	14,30	14,80	14,39	15,00	14,62
T11	a3b3	16,35	16,50	15,50	16,00	16,09
T12	a3b4	18,30	19,30	17,70	18,00	18,33
T13	a4b1	16,70	16,90	15,80	16,30	16,43
T14	a4b2	17,60	18,30	16,30	15,90	17,03
T15	a4b3	15,30	15,70	18,70	18,80	17,13
T16	a4b4	16,70	16,90	17,90	18,00	17,38

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7. Datos del número de frutos por planta

---

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	a1b1	24,00	23,00	25,00	26,00	24,50
T2	a1b2	25,00	35,00	28,00	37,00	31,25
T3	a1b3	28,00	31,00	29,00	27,00	28,75
T4	a1b4	37,00	30,00	30,00	29,00	31,50
T5	a2b1	19,00	20,00	23,00	32,00	23,50
T6	a2b2	18,00	29,00	30,00	29,00	26,50
T7	a2b3	31,00	32,00	25,00	24,00	28,00
T8	a2b4	38,00	39,00	40,00	42,00	39,75
T9	a3b1	28,00	29,00	23,00	30,00	27,50
T10	a3b2	31,00	32,00	33,00	36,00	33,00
T11	a3b3	40,00	38,00	35,00	39,00	38,00
T12	a3b4	40,00	42,00	38,00	39,00	39,75
T13	a4b1	32,00	31,00	24,00	26,00	28,25
T14	a4b2	38,00	39,00	39,00	40,00	39,00
T15	a4b3	40,00	42,00	40,00	38,00	40,00
T16	a4b4	40,00	38,00	33,00	35,00	36,50

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8. Datos de la altura de planta (cm)

Tratamientos	Combinación	Repeticiones				Promedio
		R1	R2	R3	R4	
T1	a1b1	50,80	50,30	58,90	65,40	56,35
T2	a1b2	60,40	50,40	50,26	50,00	52,77
T3	a1b3	58,90	50,33	50,26	60,80	55,07
T4	a1b4	50,40	50,23	68,90	69,70	59,81
T5	a2b1	70,80	69,80	67,80	55,33	65,93
T6	a2b2	78,90	75,00	69,00	69,00	72,98
T7	a2b3	70,00	78,50	74,60	68,90	73,00
T8	a2b4	71,80	73,50	70,80	69,85	71,49
T9	a3b1	68,90	70,50	65,80	69,70	68,73
T10	a3b2	69,90	78,30	71,50	70,00	72,43
T11	a3b3	72,33	75,60	73,87	69,80	72,90
T12	a3b4	75,44	78,00	75,90	80,00	77,34
T13	a4b1	72,50	80,60	80,60	79,60	78,33
T14	a4b2	78,60	80,00	79,80	80,30	79,68
T15	a4b3	80,60	69,30	85,60	75,90	77,85
T16	a4b4	70,38	80,00	85,60	78,90	78,72

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 9. Panel fotografico



**Fotografía 01:** Evaluación de campo experimental de ají paprika



**Fotografía 02:** Ají Paprika en su punto de cosecha



**Fotografía 03:** Cosecha Ají Paprika.



**Fotografía 04:** Pesaje de Ají Paprika.





**Fotografía 05:** Tendido y secado de ají paprika