

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE AJÍ AMARILLO (*Capsicum baccatum*
L.) Var.PACAE A LA APLICACIÓN DE TRES DÓISIS DE PROMALINA Y
TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, EN EL PROTER – SAMA
DURANTE CAMPAÑA AGRÍCOLA 2011**

TESIS

Presentada por:

Bach. NILTON CURO GALLEGOS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA-PERÚ

2012

“UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA”

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE AJÍ AMARILLO (*Capsicum baccatum*
L.) Var.PACAE A LA APLICACIÓN DE TRES DÓISIS DE PROMALINA Y
TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, EN EL PROTER – SAMA
DURANTE CAMPAÑA AGRÍCOLA 2011**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 26 DE OCTUBRE DEL 2012,
ESTANDO INTEGRADO EL JURADO CALIFICADOR POR:

Presidente


.....

Dr. Quiterio Valencia Mecola

Secretario


.....

Mgr. Virgilio Vildoso Gonzales

Vocal


.....

MSc. Nelly Arévalo Solsol

Asesor


.....

MSc. Magno Robles Tello

DEDICATORIA

A mis padres, por el gran apoyo que dieron durante mis estudios en la universidad y durante todo el periodo de realización del presente trabajo de tesis, a mi esposa y a mis hermanos y hermanas por la constante orientación que me han brindado.

A mis profesores, amigos, compañeros de la universidad y a todas las personas que siempre me dieron palabras de aliento o que de alguna manera colaboraron para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a mi asesor MSc. Magno Robles Tello, por su orientación a encaminar esta investigación.

A mis jurados; Dr. Quiterio Valencia Mecola, Mgr. Virgilio Vildoso Gonzales, MSc. Nelly Arévalo Solsol, por acompañarme durante toda la investigación con sus ideas a concluir este trabajo.

A mis compañeros de estudio y amigos, por el apoyo moral, constante durante la realización del presente trabajo.

Gracias a mis padres, esposa y hermanos porque son el apoyo incondicional ante cualquier proyecto, por estar a mi lado tanto en los buenos como en los malos momentos.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
I. REVISION BIBLIOGRÁFICA	04
1.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE AJÍ	04
1.1.1. Origen	04
1.1.2. Ubicación taxonómica	04
1.1.3. Características morfológicas	05
1.1.4. Suelos	06
1.1.5. Temperatura	06
1.1.6. Fertilización balanceada en el cultivo de ají	07
1.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE AJÍ	08
1.3. TENDENCIAS A NIVEL NACIONAL	10
1.3.1. Producción a nivel nacional	10
1.3.2. Exportación de ají	11
1.4. ASPECTOS GENERALES DE LOS BIOESTIMULANTES	12
1.4.1. Definición	12
1.4.2. Importancia de los bioestimulantes	14
1.4.3. Hormonas de crecimiento	14

1.5.	LOS BIOESTIMULANTES FOLIARES Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN	21
1.5.1.	Beneficios del uso de los bioestimulantes foliares	21
1.5.2.	Formulaciones a base de aminoácidos con nutrientes	22
1.5.3.	Formulaciones de aminoácidos con vitaminas	22
1.5.4.	Formulaciones húmicas	22
1.5.5.	Formulaciones a partir de algas	23
1.6.	MODO DE ACCIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES	24
1.6.1.	Ahorro energético	24
1.6.2.	Suplemento de aminoácidos de alto consumo	24
1.6.3.	Formación de sustancias biológicas activas	25
1.6.4.	Producción de antioxidantes	25
1.6.5.	Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos	25
1.6.6.	Incremento de polifenoles	26
1.7.	DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA	26
1.8.	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	28
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
2.1.	ÁREA DE ESTUDIO	31
2.1.1.	Cultivos anteriores en el campo experimental	31
2.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL	34
2.2.1.	Características del ají amarillo-variedad Pacae	34

2.2.2. Características del fitorregulador promalina	35
2.3. FACTORES DE ESTUDIO	36
2.4. VARIABLE RESPUESTAS	38
2.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	39
2.5.1. Diseño experimental	39
2.5.2. Análisis estadístico	40
2.5.3. Características del campo experimental	41
2.6. ALEATORIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	42
2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	42
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1: Temperaturas críticas para las distintas fases de desarrollo del cultivo de ají	07
Cuadro 2: Departamentos exportadores de ají a nivel nacional	11
Cuadro 3: Análisis físico – químico del suelo experimental (PROTER- Sama, 2011)	32
Cuadro 4: Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo campaña 2011-2012	33
Cuadro 5: Dosis de los tratamientos	36
Cuadro 6: Combinación de factores del experimento	37
Cuadro 7: Análisis de varianza de altura de planta (cm) de ají variedad Pacae	47
Cuadro 8: Prueba de significación de duncan de altura (cm) de planta para el factor distanciamiento	48
Cuadro 9: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto (cm) de ají variedad Pacae	52

Cuadro10: Prueba de significación de duncan diámetro polar para el factor distanciamiento	53
Cuadro 11: Análisis de varianza de longitud del fruto (cm) de ají variedad Pacae	54
Cuadro 12: Prueba de significación de duncan para longitud del fruto (cm) para el factor distanciamiento	55
Cuadro 13: Análisis de varianza de número de frutos por planta de ají variedad Pacae	57
Cuadro 14: Prueba de significación de duncan número de frutos por planta para el factor distanciamiento	59
Cuadro 15: Análisis de varianza de peso unitario (g) de fruto fresco de ají variedad Pacae	62
Cuadro 16: Prueba de significación de duncan peso unitario para el factor distanciamiento	63
Cuadro 17: Análisis de varianza de rendimiento por planta de ají variedad Pacae (kg) en fresco	66
Cuadro 18: Prueba de significación de duncan rendimiento por planta (kg) para el factor distanciamiento	67
Cuadro 19: Análisis de varianza de rendimiento por planta (kg) de ají variedad Pacae en seco	70

Cuadro 20: Prueba de significación de duncan rendimiento por planta en seco para el factor distanciamiento	71
Cuadro 21: Análisis de varianza rendimiento en fresco de ají variedad Pacae (t/ha)	74
Cuadro 22: Prueba de significación de duncan rendimiento en fresco (t/ha) para el factor distanciamiento	75
Cuadro 23: Análisis de varianza de rendimiento en seco (t/ha) de ají variedad Pacae	78
Cuadro 24: Prueba de significación de duncan rendimiento de fruto en seco (t/ha) para el factor distanciamiento	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 1: Campo experimental (distribución de tratamientos)	42
Gráfico 2: Función cuadrática de altura de planta de ají variedad Pacae para el factor promalina en (cm)	49
Gráfico 3: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para altura de planta de ají variedad Pacae en (cm)	51
Gráfico 4: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para la longitud del fruto (cm) de ají variedad Pacae	56
Gráfico 5: Función cuadrática de número de frutos de ají variedad Pacae para el factor promalina	59
Gráfico 6: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para número de frutos por planta de ají variedad Pacae	61
Gráfico 7: Función cuadrática de peso unitario de ají varedad Pacae para el factor promalina	64
Gráfico 8: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para el peso unitario (g) del fruto de ají	

variedad Pacae	65
Gráfico 9: Función cuadrática de rendimiento por planta en fresco (kg) de ají variedad Pacae	68
Gráfico 10: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento por planta en fresco (g) del fruto de ají variedad Pacae	69
Gráfico 11: Función cuadrática de rendimiento por planta en seco (kg) de ají variedad Pacae	72
Gráfico 12: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento por planta en seco (kg) del fruto de ají variedadda Pacae	73
Gráfico 13: Función cuadrática de rendimiento por hectárea en fresco (t/ha)	76
Gráfico 14: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento (t/ha) en fresco del fruto de ají variedad Pacae	77
Gráfico 15: Función cuadrática de rendimiento por planta en seco (t/ha) de ají variedad Pacae	80
Gráfico 16: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento (t/ha) en seco del fruto de ají variedad Pacae	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta

Anexo2: Diámetro polar del fruto

Anexo 3: Longitud del fruto

Anexo 4: Número de frutos por planta

Anexo 5: Peso unitario de frutos frescos

Anexo 6: Rendimiento de frutos frescos por planta (kg)

Anexo 7: Rendimiento de frutos secos por planta (kg)

Anexo 8: Rendimiento de frutos frescos por planta (kg/ha)

Anexo 9: Rendimiento de frutos secos por planta (kg/ha)

Anexo 10: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para altura de planta (cm)

Anexo 11: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para longitud del fruto (cm)

Anexo 12: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para número de frutos por planta

Anexo 13: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para peso unitario de frutos frescos

Anexo 14: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos frescos por planta (kg)

Anexo 15: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos seco por planta (kg)

Anexo 16: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos frescos (t/ha)

Anexo 17: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos secos (t/ha)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el PROYECTO TECNIFICADO DE RIEGO – SAMA, (PROTER - SAMA), ubicado en el distrito de Sama – Inclán, con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L.) a la aplicación del fitorregulador Promalina y tres distanciamientos de siembra. La Promalina se utilizó en las siguientes dosis: 50, 60; y 70 ml por 200 litros de agua y distanciamientos de siembra que fueron 1,5 m entre líneas y 0, 50, 0, 60 y 0, 70 m entre plantas y con densidades por hectárea de 13,333; 11,111 y 9524 plantas/ha. El diseño fue de bloques completos aleatorios con estructura factorial 4 x 3 con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza a una probabilidad α 0,05: 0,01, y para la comparación de medias del factor distanciamiento, se utilizó la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad. Para determinar la dosis óptima del fitorregulador Promalina se utilizó la técnica de polinomios ortogonales ajustando a una función de respuesta.

Los resultados evidenciaron efectos significativos de la dosis de Promalina y de la distancia de siembra en el rendimiento (t/ha) de ají fresco; la dosis óptima fue de 62,04 ml con la que resultó un óptimo de

rendimiento de 36,66 t/ha, siendo la distancia d_1 (0,50 m x 1,5 m) que alcanzó el mayor promedio con 35,21 t/ha.

Para el rendimiento en seco (t/ha) la dosis óptima de Promalina fue de 59,84 ml con la que resultó un óptimo de rendimiento de 5,17 t/ha siendo la distancia d_1 (0,50 m x 1,5 m) alcanzó el mayor promedio con 5,05 t/ha.

Respecto al rendimiento por planta en fresco (kg) la dosis óptima de Promalina fue de 60,24 ml con la que resultó un óptimo de 0,76 kg, el distanciamiento que originó el mayor promedio fue la d_2 (0,60 m x 1,5 m) con 0,71 kg.

Para las variables longitud del fruto y diámetro del fruto no se halló significación estadística para el factor Promalina; sin embargo, para el factor distanciamiento si se halló significación estadística el mayor promedio para longitud y diámetro fue el d_2 (0,60 m x 1,5 m) con 22,38 cm y 3,64 cm respectivamente.

SUMMARY

The present work of investigation carried out in the PROJECT TECNIFICADO OF IRRIGATION - SAMA, (PROTER - SAMA) located in Sama's district - Unclan, with the aim to evaluate the response of the culture of yellow chili (*Capsicum baccatum* L.) to the application of the fitorregulador Promalina and three distancing of sowing. The Promalina was in use in the following doses: 50, 60; and 70 ml for 200 liters of water and distancing of sowing that were 1,5 m between lines and 0, 50, 0, 60 and 0, 70 m between plants and with densities for hectare of 13,333; 11,111 and 9524 you plant / have. The design was of complete random blocks with structure factorial 4 x 3 with 12 treatments and 4 repetitions. For the analysis of information the analysis of variance was used to a probability to 0,05: 0,01, And for the comparison of averages of the factor distancing, Duncan's test was in use to 95 % of reliability. To determine the ideal dose of the fitorregulador Promalina there was in use the technology of orthogonal polynomials fitting to a function of response.

The results demonstrated significant effects of the dose of Promalina and of the distance of sowing in the performance (t/ha) of fresh chili; the ideal dose was of 62,04 ml with the one that turned out to be the

ideal one of performance of 36,66 t/ha, being the distance d1 (050 m x 1,5 m) that reached the major average with 35,21 t/ha.

For the performance in I dry (t/ha) Promalina's ideal dose it was of 59,84 ml with the one that turned out to be the ideal one of performance of 5,17 t/ha being the distance d1 (050 m x 1,5 m) it reached the major average with 5,05 t/ha.

With regard to the performance for plant in fresh (kg) Promalina's ideal dose was of 60,24 ml with the one that turned out to be the ideal one of 0,76 kg, the distancing that originated the major average was it d2 (0,60 m x 1,5 m) with 0,71 kg.

For the variables length of the fruit and diameter of the fruit was not situated statistical significance for the factor Promalina; nevertheless, for the factor distancing if statistical significance was situated the major average for length and diameter was d2 (0,60 m x 1,5 m) with 22,38 cm and 3,64 cm respectively.

INTRODUCCIÓN

La región de Tacna, es considerada una de las principales zonas productoras de ají en el ámbito nacional, El cultivo de ají (*Capsicum baccatum L.*) es considerado entre uno de los rentables en el distrito de Sama - Inclán por su demanda existente en el mercado local y externo.

En la región Tacna durante la campaña agrícola 2010 se sembró un área de 1 061 ha, obteniéndose un rendimiento en fresco de 8 360 kg/ha y 4 555 kg/ha en seco, esto según datos obtenidos de la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura. Asimismo indican que en el distrito de Sama – Inclán, se tiene 627 has de ají con una producción de 4,95 t y un rendimiento de 11,75 kg/ha ají fresco. (MINAG,2010).

Cada agricultor cuenta con ampliaciones en el sector denominado el PROTER (Proyecto Tecnificado de Riego – Sama), produciendo de 60 a 80 quintales por hectárea de ají amarillo, el cual da un promedio de 2 700 kg por temporada, siendo la época de cosecha cada 8 meses y un 1 mes promedio para el secado, antes de comercializarlo.

Uno de los problemas fundamentales que se presenta en la actualidad en la producción de ají amarillo en el PROYECTO TECNIFICADO DE RIEGO – SAMA, (PROTER – SAMA), es el bajo rendimiento que se alcanzan por unidad de superficie y la calidad de los frutos, que hacen que disminuya su valor comercial y por tanto, incida en la economía de los productores, unas veces por no aplicar correctamente la tecnología propia del cultivo y otras por no buscar alternativas para la producción como pueden ser el uso de bioestimulantes y distanciamientos adecuados de siembra.

Asimismo, los sistemas de producción de ají en la región son heterogéneos, debido a la influencia conjunta de los factores agroclimáticos y de manejo tecnológico en cada zona, en nuestro caso se estudiaron la combinación del fitorregulador, Promalina en combinación con diferentes distanciamientos de siembras para ver su influencia en la calidad y rendimiento de ají amarillo en el PROYECTO TECNIFICADO DE RIEGO – SAMA, (PROTER - SAMA).

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la respuesta del cultivo de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L.) var. Pacae, a la aplicación del fitorregulador Promalina y tres distanciamientos de siembra en el PROTER – SAMA, Región Tacna durante la campaña agrícola 2011 - 2012.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la dosis óptima del fitorregulador Promalina en el cultivo de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L.) var. Pacae,
- Determinar el distanciamiento de siembra de mayor efecto sobre el rendimiento del ají amarillo (*Capsicum baccatum* L.) var. Pacae,
- Evaluar el efecto de la interacción distanciamiento de siembra x dosis de Promalina.

HIPÓTESIS GENERAL

- Al menos una dosis de Promalina y distanciamiento de siembra tienen efecto significativo en el rendimiento de fruto del ají amarillo (*Capsicum baccatum* L.) Var. Pacae en condiciones del PROTER – SAMA.

I. REVISIÓN DE BIBLIOGRÁFICA

1.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE AJÍ

1.1.1. Origen

El género *Capsicum*, incluye más o menos 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, correspondiendo a las áreas de Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años, y se habría diseminado a toda América. (Nuez, 1996).

1.1.2. Ubicación taxonómica

Reyno: Vegetal

División: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Orden: Tubiflorales

Familia: Solanáceas

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum baccatum* L. (INIA, 2005).

1.1.3. Características morfológicas

Las características botánicas son las que se describen a continuación:

Planta anual, herbácea, sistema radicular pivotante provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias. Tallo de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en término medio puede variar entre 0.5 – 1.5 m. Cuando la planta alcanza cierta edad los tallos se lignifican ligeramente. Las hojas son glabras (sin pelos), enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo o poco aparente. (Nuez, 1996).

Las flores son de corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. Su fecundación es claramente autógena, la alogamia no superando el 10%. (Nuez, 1996).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo cuando está maduro, insertado pendularmente, de forma y tamaño muy variable. Las semillas, redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud. Se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido. Un gramo puede contener entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de tres a cuatro años. (Nuez, 1996).

1.1.4. Suelos

El cultivo prefiere suelos sueltos (arenosos), con baja conductividad eléctrica, bien aireados y sobre todo con buen drenaje. El pH óptimo varía 6.5 a 7. Excelente respuesta de incorporación de materia orgánica al suelo (30 TM como mínimo) Es muy importante el subsolado previo (si fuese necesario), para facilitar el drenaje y lavado de sales. (Nuez, 1996).

El ají no tolera alta salinidad del suelo, por lo que la calidad del agua a usarse por el sistema de riego deberá permitir mantener libre de sales el bulbo de riego, asegurando un desarrollo normal del cultivo. (Nuez, 1996).

1.1.5. Temperaturas

Se desarrolla favorablemente en climas tropicales y semitropicales a templados. Si durante la floración-fructificación se presenta temperaturas no adecuadas, se producen pocos frutos por planta y los frutos son de mala calidad, chicos, deformes y con manchas causadas por quemaduras del sol. En cuanto a la humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70 %, la humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades. (INIA, 2005).

Cuadro 1: Temperaturas críticas para las distintas fases de desarrollo del cultivo de ají

°C	Siembra	Desarrollo	Diferenciación
	germinación	vegetativo	floral y cuajado
Mínimo	13	15	18 - 20
Óptimo	18,35	25	25
Máximo	40	32	35

Fuente: INIA (2005).

1.1.6. Fertilización balanceada en el cultivo de ají

Bajo las condiciones de los suelos de Costa que son de textura ligera a media, de reacción alcalina, con niveles promedios medios a altos de conductividad eléctrica, pobres en materia orgánica, niveles bajos a medios de fósforo y medio a alto de potasio, un nivel de fertilización promedio estaría en el orden de: 220 – 130 – 250 Kg. de N, P205, K20 y 30 TM como mínimo de materia orgánica por hectárea. (López 1998).

La fuente de nitrógeno en el primer abonamiento podría ser una fuente amoniacal: Urea (46 % N), sulfato de amonio (21 % N) o urea recubierta con azufre (45-0-0-4 % S), sin embargo, para el segundo y tercer abonamiento la fuente ideal de nitrógeno es el Nitrato de amonio

(33,5 % N), por la mayor velocidad de proporcionar el nitrógeno especialmente nítrico cuando el cultivo lo demanda en mayor proporción. (Cáceres, 1980).

1.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE AJÍ

El cultivo de ají se ha hecho universal, estando presente prácticamente en la totalidad de las zonas templadas y cálidas del mundo. (Nuez, 1996).

La importancia económica global se puede observar en el anuario de producción de la FAO (2008), por lo que, es necesario señalar que en estas estadísticas no se separan tipos tales como los pimientos dulce y picante, pimiento para pimentón y de procesado industrial, etc. Las superficies dedicadas al cultivo de los distintos tipos varietales varía considerablemente en cada país, en función de los usos y costumbres, volumen y destino de las exportaciones, etc., dominando en los países africanos y asiáticos los picantes, en los países de la Europa occidental los tipos dulces, en los de Europa oriental tienen gran importancia los de tipo páprika o para pimentón y en América tantos los picantes como los dulces. En cuanto a la productividad, varía considerablemente con el tipo, siendo mucho mayor para los dulces que para los picantes, por lo que las

estadísticas sobre la producción promedio es de escaso valor. (FAO, 2008).

Respecto a la región de Tacna, la segunda actividad productiva después de la minería es la agricultura. Los cultivos más importantes son el olivo de la Yarada, el orégano, el ají y la paprika. En frutas destacan la vid, el higo y la pera. En cantidades menores produce cebolla, tomate, maíz amiláceo, entre otros. La región destaca en la producción del olivo (61,7 % del total nacional), orégano (86 %), cochinilla (18,6 %), ají (13,9 %), y paprika (7,5 %). (MINAG, 2010).

La producción nacional de ají en el año 2010 según Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (MINAG) es de 36 895 t: en la región de Tacna de los ajíes (picantes y no picantes) ha cobrado un interés por ser un producto exportable; en la actualidad, se han incrementado las áreas de cultivo, inclusive han reemplazado a las destinadas a la producción de otros cultivos.

El Perú, a la fecha, se convertido en el país americano de mayor producción, cuyo producto va con destino a España 43 %, EE.UU 36 % y México 17 %. (INIA, 2005).

En el Perú, el cultivo del ají es de gran importancia en los valles de Lima y en algunos valles de Tacna; al igual que en otras regiones el ají es

un cultivo transitorio, el cual se produce para el caso de Tacna, en las zonas de Locumba, Sama, Ite y La Yarada; en donde, la mayor parte de la producción tiene como destino al país de Bolivia. (MINAG, 2010).

Debido a la gran diversidad de especies de ajíes dulces y picantes ha servido para difundir más su cultivo y el consumo y su uso se hace bajo diferentes formas: salsas, conservas, fresco, seco, polvo o como materia prima para la extracción de capsicina en la industria farmacológica y últimamente en la extracción de colorantes empleados en la industria de alimentos o en cosmetología. (Véliz, 1982).

1.3. TENDENCIAS A NIVEL NACIONAL

1.3.1. Producción a nivel nacional

Como indica Perú: Compendio Estadístico (2009), las principales regiones productoras de ají (no incluye ají páprika), quienes poseen mayor producción de ají a nivel nacional son: Lima (4333 t), Tacna (11063 t), La Libertad (11151 t), Ica (3768,49 t) y Arequipa (844,30 t). En cuanto a los volúmenes de producción a nivel nacional en el año 2009 fue de 44,8 mil toneladas y en el 2010 de 46,9 mil toneladas. (MINAG, 2010).

1.3.2. Exportaciones de ají

Respecto a las exportaciones del ají panca, se buscó a través de su partida arancelaria: 0904209000, los demás frutos de los géneros capsicum o pimienta, excepto paprika. Según el cuadro 2, dentro de los principales departamentos exportadores de ají en los años 2008 - 2009.

Cuadro 2: Departamentos exportadores de ají a nivel nacional

Ubicación Geográfica	FOB2009	Peso Neto	FOB2008	Peso Neto	%Var	%Cont 2009
	Mil(US\$)	2009 (Toneladas)	Mil(US\$)	2008 (Toneladas)	2009-2008	
Lima	3,559	1,304	3,175	1,304	12%	32%
Lambayeque	2,111	1,763	3,035	1,763	-30%	19%
Piura	1,820	788	1,157	788	57%	16%
Arequipa	1,698	1,318	1,439	1,318	18%	15%
Ica	804	809	1,874	809	-57%	7%
La Libertad	702	280	213	280	230%	6%
Callao	479	165	213	165	125%	4%
Ancash	41	2	1	2	4000%	0%
Cusco	3	0	0	0	--	0%
Tacna	0	5	8	5	-100%	0%
TOTAL	11,216	6,434	11,116	6,434	1%	100%

Fuente: SUNAT citado por sicex.gob.pe (2009).

1.4. ASPECTO GENERALES DE LOS BIOESTIMULANTES

1.4.1. Definición

Los bioestimulantes como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales. Además indican que los bioestimulantes son fitorreguladores que contienen además de hormonas, fracciones metabólicas activas, así como micronutrientes indispensables en la activación de enzimas. Este tipo de compuestos, bioquímicamente balanceados, nos brindan la posibilidad de actuar sobre los rendimientos de los cultivos, ya que el rendimiento es el resultado final de todos los procesos del desarrollo y los componentes de estos bioestimulantes, influyen directamente sobre los mismos. (Bietti y Orlando, 2003).

Los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento. (Rojas y Ramírez, 1987).

Existen bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadoras de las proteínas y enzimas. (bietti y orlando 2003).

El uso de los bioestimulantes se incrementa gradualmente en la agricultura nacional, al punto que en la actualidad su aplicación se ha hecho frecuente y casi imprescindible en muchos huertos frutales, así también en el cultivo de hortalizas. (Rojas y Ramírez 1987).

Los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales Russo y Berlyn (1990) los definen como productos no nutricionales que puedan reducir el uso de fertilizantes y aumentar la producción y a resistencia al stress causado por la temperatura y déficit hídrico. (Russo y Berlyn, 1990).

El desarrollo vegetal, tanto en el aspecto de crecimiento como en la diferenciación de órganos; se encuentra regulado por la acción de sustancias químicas llamadas hormonas que activan o reprimen determinados procesos fisiológicos interactuando entre sí. (Bietti y Orlando, 2003).

La denominación de bioestimulantes se emplea para referirse a sustancias químicas que regulan el desarrollo de los cultivos. En la actualidad el desarrollo vegetal se manipula con auxinas y otras hormonas, además con otro tipo de fitoreguladores. (Bietti y Orlando, 2003).

1.4.2. Importancia de los bioestimulantes

De acuerdo a su utilización, los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta. Por tanto, la importancia de los mismos depende del efecto de estos sobre los rendimientos y la calidad de la producción. Aunque los bioestimulantes existen desde hace años, la creciente demanda de productos agrícolas por parte de algunos países hace necesario el acudir a ellos para obtener más producción. (Weaver, 1976).

1.4.3. Hormonas de crecimientos

Las hormonas vegetales son sustancias orgánicas que en pequeñas cantidades modifican los procesos fisiológicos de la plantas. Las hormonas son producidas por el organismo que la utiliza. Las hormonas vegetales se dividen en cinco grupos: Auxinas, Citoquininas, Giberalina, Ácido Abscísico y Etileno. (Liee, 1986).

1.4.3.1. Auxinas

Se sintetiza principalmente en los ápices de tallos y raíces y donde emigran a zonas de elongación y también a otros lugares en donde puedan ejercer su acción, estas trabajan en el crecimiento de la planta. (Fernández y Johnston, 1986).

Su mecanismo de acción como trabaja las auxinas es en la inducción de la expansión celular, división celular y también incrementando la plasticidad de la pared celular. (Weaver, 1976).

Son sustancias que favorece el alargamiento de los tallos, formación de raíces entre otras. Existen varios entre ellos, ácido indolacético, naftilacético, indolbutírico, 2,4-D y 2, 4,5-T. Se ubican en el meristemo de las yemas apicales, hojas jóvenes, endospermo y embrión de la semilla. (Llee, 1986).

1.4.3.2. Citoquinina

Estas sustancias promueven la división celular en medios artificiales, también producen una variedad de efectos en el desarrollo de la planta además influyen en la estimulación de la germinación, el crecimiento de algunos frutos y el retardo de la senescencia de diferentes órganos. (Fernández y Johnston, 1986).

El papel de esta hormona de crecimiento es la división celular en los tejidos, aplazar la senescencia de los órganos vegetales, estimular el desarrollo de las raíces e inhibir en el crecimiento de la planta en sí. (Weaver, 1976).

Se sintetizan en las puntas de las raíces (en general regiones meristemáticas) y desde allí se desplazan por el xilema hacia las hojas, donde desempeñan importantes funciones en el metabolismo y envejecimiento de las plantas. (Weaver, 1976).

Las citoquininas naturales de mayor importancia son la cinetina, zeatina y ribozeatina. Por otro lado, dentro de las citoquininas sintéticas se encuentra la BA o BAP (6- Bencilaminopurina) y el PBA (6-bencilamino-9 (2 tetrahidropiranyl) –9H-purina). (Seiler, 2002).

Además de la función de estimular la división celular y el crecimiento, inhibir el desarrollo de raíces laterales, romper la latencia de las yemas axilares, promover la organogénesis en los callos celulares, retrasar la senescencia ó envejecimiento de los órganos vegetales, promover la expansión celular en cotiledones y hojas, y el desarrollo de los cloroplastos (Seiler, 2002). Principalmente estimulan el fenómeno de citocinesis en la división celular. Además participan en fenómenos tales como la dominancia apical, fundamentalmente en la diferenciación de tejidos vasculares entre los ejes caulinares y las yemas. (Sivori, 1980).

Como derivan de una purina, son capaces de unirse a la cromatina del núcleo, provocando un efecto promotor sobre el ARN y las enzimas. Estimulan el estado de transición del estado G_2 en la mitosis, actúan en la

traducción del ARN e incrementan la rapidez de síntesis de proteínas. (Seiler, 2002).

1.4.3.3. Giberelina

Las giberelinas son ácidos orgánicos, diterpenos cíclicos con un esqueleto de gibano y son sintetizados a partir del acetyl Coa a través de la vía del ácido mevalónico. (Seiler, 2002).

Es una hormona de crecimiento y de la cual existen muchos tipos. Se encuentra en regiones de activo crecimiento y hojas en expansión; es el posible lugar en donde se sintetiza. (Fernández y Johnston, 1986). Las plantas que son tratadas con esta hormona tienen mayor desarrollo, también incentiva la floración de algunas especies. (Weaver, 1976).

Actúa en promover la germinación de las semillas yemas, crecimiento de las hojas, estimula la floración y el del fruto, rompe el estado de dormancia, afecta el crecimiento. Existen más de 100 compuestos químicos con propiedades semejantes, pero los más utilizados en agricultura son; GA₃, GA₄, y GA₇. Se localiza en el meristemo de las yemas apicales y hojas jóvenes. (Llee, 1986).

Se han identificado al menos 80 giberelinas en las plantas, pero sólo unas pocas parecen ser fisiológicamente activas. Dentro de los

compuestos sintéticos se tiene al GA₃ (ácido giberélico), GA₄ y GA₇, siendo el GA₃ el más utilizado. Los sitios de síntesis de las giberelinas son las semillas en desarrollo, ápices de tallos, primordios foliares, raíces, frutos y túberos. Estos reguladores son transportados dentro de la planta vía xilema y vía floema. (Seiler, 2002).

En relación al mecanismo de acción de las giberelinas en la expansión celular, no se conoce muy bien cómo funciona ésta, pero se ha propuesto que las giberelinas puedan provocar la expansión celular mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. Es decir, las giberelinas incrementan la formación de enzimas proteolíticas a partir de las cuales se libera triptofano, principal precursor del AIA (ácido indolacético). Las giberelinas incrementan los contenidos de AIA, transportándolo además a su lugar de acción, siendo entonces finalmente las auxinas las que provocarían la expansión celular. (Weaver, 1976).

Las giberelinas trabajan en conjunto con las auxinas para promover una rápida elongación de los tejidos de los tallos. También estimulan la división celular. Rompen la dormancia de semillas en plantas que requieren estratificación o luz para inducir su germinación. Las giberelinas estimulan a que el ARN mensajero promueva la síntesis de la enzima alfa amilasa, la que desdobra al almidón de las semillas en azúcares utilizados para la germinación de éstas. Promueven la floración en plantas bienales

durante su primera temporada de crecimiento. Estimulan el aumento de tamaño en algunos frutos como las uvas y los higos. Ayudan a contrarrestar el efecto de herbicidas. Inducen la producción de flores masculinas en plantas dióicas. Pueden desarrollar frutos partenocárpicos. Retrasan la senescencia de hojas y flores. (Seiler, 2002).

Por otro lado, hay una teoría que señala que las giberelinas estimularían la biosíntesis de ácidos polihidroxicinámicos, los cuales inhibirían a la enzima AIA oxidasa, promoviendo por lo tanto los procesos mediados por las auxinas al reducir la cantidad de auxinas destruidas por esta enzima. (Weaver, 1976).

Las giberelinas provocan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G_1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial osmótico, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión. Inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos. (Seiler, 2002).

Las giberelinas provocan la expansión celular mediante la hidrólisis del almidón resultante de la acción de la enzima alfa amilasa generada

por las giberelinas. Esto llevaría a que se produjera un aumento en la concentración de azúcares, elevándose así la presión osmótica de la savia celular, de modo que el agua entraría en las células expandiéndola. (Weaver, 1976).

1.4.3.4. Ácido Abscísico

Se presenta en la planta en la fase de letargo o dormancia, para sobrevivir en condiciones adversas. Inhibe el crecimiento, cierra las estomas durante el estrés por agua, mantiene la dormancia. Se encuentran en las hojas, tallos y frutos verdes. (Liee, 1986).

1.4.3.5. Etileno

Este tiene su efecto en la maduración, especialmente en el fruto ya cosechado en donde acelera su maduración, en los frutos trabaja en la inhibición del crecimiento y formación de las raíces laterales, provoca la adición prematura de las hojas, frutos jóvenes, esta rompe la dormancia de los bulbos y estimulan su desarrollo. (Fernández y Johnston, 1986).

Es la única en estado gaseoso y se difunde por los espacios aéreos existentes entre las células. Reduce el crecimiento de la raíz, promueve la maduración del fruto, la senescencia, se opone o reduce algunos efectos. (Liee, 1986).

1.5. LOS BIOESTIMULANTES FOLIARES Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc), pudiendo estos compuestos incrementar la actividad enzimática de las plantas y el metabolismo en general. (Padilla, 1980).

Los reguladores vegetales son compuestos orgánicos distinto de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan inhiben o modifican los procesos fisiológicos de las plantas. (Suquilanda, 1996).

Los bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico. (Suquilanda, 1996).

1.5.1. Beneficios del uso de los bioestimulantes foliares

- Mejoran los procesos fisiológicos como: fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, etc.
- Favorecen al desarrollo y multiplicación celular.
- Incrementan el volumen y masa radicular.

- Mejoran la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo.
- Aumentan la resistencia de la planta a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades.
- Participan activamente en mecanismos de recuperación de plantas expuestas al estrés.
- Aumento de la producción y calidad de las cosechas. (Suquilanda 1996).

1.5.2. Formulación a base de aminoácidos con nutrimentos

Los bioestimulantes también pueden incluir micronutrientes o fertilizantes de N, P, K, en niveles bajos, por lo que las plantas requieren de aplicaciones de fertilizantes tradicionales. (Saborio, 2002).

1.5.3. Formulaciones de aminoácidos con vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos, que en concentraciones bajas, tienen funciones catalizadoras y reguladoras en el metabolismo de la célula. A diferencia de los animales, las plantas tienen la habilidad de sintetizar vitaminas. (Rojas y Ramírez, 1987).

1.5.4. Formulaciones húmicas

Estos bioestimulantes son formulaciones líquidas de sustancias húmicas, que se emplean mediante el agua de riego o en pulverización

foliar para incrementar la absorción y asimilación de los minerales, para incrementar el vigor, rendimiento y calidad de la producción. Estas sustancias húmicas derivan de la lignina y la celulosa que al ser aplicados al suelo cumple con los beneficios de la materia orgánica. (Saborio, 2002).

1.5.5. Formulación a partir de algas

Las algas contienen esencialmente cuatro tipos de componentes: coloides, aminoácidos y nutrientes minerales, azúcares y fitohormonas. Hasta hace poco era común que se sobreestimaran las virtudes de las algas. (Russo y Berlyn, 1990).

Se ha constatado que el *Ascophyllum nodosum* contiene muchos de los reguladores de crecimiento naturales, como citoquininas, auxinas, giberelinas e índoles. Además dichas algas marinas contienen los micronutrientes esenciales para el sano crecimiento y desarrollo de las plantas. Así mismo *A. nodosum* contiene un compuesto quelante conocido como manitol el cual tiene la capacidad de transformar los micronutrientes en formas fácilmente asimilables por las plantas que se encuentran en el suelo, pero que generalmente no pueden ser absorbidos por los sistemas radiculares. (Oikos, 1996).

El extracto de algas marinas actúa de la siguiente manera: aumenta la actividad metabólica de las plantas, maximiza la absorción y aprovechamiento de las nutrientes, estimula el crecimiento vegetativo y desarrollo radicular (OIKOS, 1996).

1.6. MODO DE ACCIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES

1.6.1. Ahorro energético

Las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos, a partir de los nutrimentos minerales que absorben. Al aplicar bioestimulantes a base de aminoácidos se forman proteínas, favoreciendo así al ahorro de energía que gastaría en sintetizar estos aminoácidos, con lo que la planta puede dirigir esta energía a otros procesos como floración, cuajado, producción de frutos o para el caso de resistir y recuperarse de estrés hídrico, heladas, ataques de plagas, transplante, transporte, toxicidad. (Saborio, 2002).

1.6.2. Suplemento de aminoácidos de alto consumo

En los momentos iniciales de la emergencia y primer crecimiento, es cuando la planta necesita mayor aporte de Nitrógeno para formar las porfirinas que son los pilares estructurales de la clorofila y citocromos. La

síntesis de porfirina precisa de glicina que es un aminoácido presente en las formulaciones de bioestimulantes. (Rojas y Ramírez 1987).

1.6.3. Formación de sustancias biológicas activas

La aplicación de aminoácidos en las plantas se asocia con la formación de sustancias biológicamente activas que actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resulta de gran interés en los periodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva porque estimulan la formación de clorofila, de ácido indol-acético (AIA), vitaminas y síntesis de enzimas. (Saborio, 2002).

1.6.4. Producción de antioxidantes

Una planta bajo estrés, reduce su metabolismo porque hay un aumento de sustancias oxidantes. Los antioxidantes pueden evitar niveles tóxicos de estas sustancias, pero una planta no produce suficiente antioxidante, por lo que se ha encontrado que tras aplicaciones de algas marinas se refuerza el número de antioxidantes, con lo cual se mejora el metabolismo de la planta. (Mark y Tamotsu, 1998).

1.6.5. Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos

Los aminoácidos pueden formar quelatos con microelementos como el Co, Fe, Zn y Mn favoreciendo su transporte y penetración en el

interior de los tejidos, pero existe una incompatibilidad biológica entre los aminoácidos y compuestos cúpricos, ya que los aminoácidos forman uniones con el Cu y al penetrar en los tejidos produce fototoxicidad. (Saborio, 2002).

1.6.6. Incremento de polifenoles

Se sugiere que las plantas tratadas con bioestimulantes son más resistentes a los insectos, posiblemente porque ellas son más vigorosas y pueden producir más compuestos defensivos, como polifenoles. (Saborio, 2002).

1.7. DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA

El distanciamiento de siembra es una cuestión de extrema complejidad. La distancia que deben guardar las plantas depende de muchos factores, de los cuales los más importantes son, quizás, los económicos. (Simmonds, 1973).

Es lógico que las densidades de plantación cambien considerablemente según la variedad que se cultive; cada planta debe tener a su disposición la cantidad de superficie, aproximadamente necesaria, para que su ramo foliar quede bien iluminado. (Champion, 1969). Entre los factores necesarios para el logro de un alto rendimiento,

se encuentra el de hallar la distancia de plantación adecuada; otros de no menos importancia como el de una correcta estructura de variedades y una futura tecnificación en el cultivo de hortalizas. (Rodríguez,1992).

La determinación de un número de plantas por área depende del cultivar utilizado, de la tecnología empleada por el agricultor y de la exigencia del mercado con relación al tamaño de los frutos principalmente. (Costa y de Resende, 2003).

Para determinar la población de plantas y el distanciamiento apropiado, los estudios detallados del crecimiento de las plantas o partes de ellas son de gran utilidad porque permiten cuantificar diferentes aspectos del mismo: la duración del ciclo; la definición de las etapas de desarrollo; y la distribución de los fotoasimilados por órganos. Además, los análisis de crecimiento son básicos para comprender mejor los procesos fisiológicos que determinan la producción vegetal, y así fundamentar más racionalmente las prácticas de manejo del cultivo: nutrición, riego, podas, estrategias de protección, entre otras. (Beattie, 1993).

La modificación de la distancia de siembra constituye un elemento determinante en la respuesta de la planta a la competencia intraespecífica

por luz, agua, dióxido de carbono o nutrimentos y su relación con el crecimiento y la productividad. (Lollife y Gaye, 1995).

1.8. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En la investigación realizada en el valle de Ite obtuvo que el mayor rendimiento en peso seco de ají fue posible por la combinación de *Azotobacter chroococcum* + *Glomus fasciculatum*, alcanzando el mayor promedio con 6,19 t/ha, seguido del tratamiento *Glomus fasciculatum* con 5,97 t/ha y *Azotobacter chroococcum* con 5,67 t/ha siendo estos tratamientos estadísticamente similares, en cuanto al testigo sin inoculantes que alcanzó un rendimiento inferior de 4,83 t/ha. (Vargas, 2010).

En la investigación, se utilizó fitorreguladores y nutrientes foliares en las especies *Capsicum chinense* var. *Panca* con la que logró un promedio de 6,74 t/ha y con la especie *Capsicum baccatum* var. *Escabeche* con 5,19 t/ha. (Sotomayor, 1996)

En la investigación realizada ,utilizó como materiales experimentales 2 especies de ají: *Panca* (*Capsicum chinense*) y *Escabeche* (*Capsicum baccatum*) y 4 tipos diferentes de sustratos arena de río + humus (S₁); humus de lombriz (S₂); humus + sustrato comercial (S₃) y Sustrato comercial Promix (S₄), y encontró alta significación para altura de planta,

siendo la de mayor promedio la especie Panca con 18,30 cm y la especie escabeche obtuvo 15,87 cm de altura, para el factor sustrato; el mayor efecto se encontró con el sustrato comercial con 20,18 cm, seguido de humus + sustrato comercial con 19,03 cm. (Mamani D, 2010).

Los resultados de la investigación titulada “*Respuesta del pimiento (Capsicum annuum L.) a dos distanciamientos de siembra y 4 dosis del fitorregulador Promalina en la zona de La Yarada*”, indican que el óptimo de Promalina para rendimiento fue 51,49 cc/20 L con la que logró un óptimo de rendimiento de 17,45 t/ha, el distanciamiento que alcanzó el mayor efecto fue el d₁(20 cm) con 15,87 t/ha siendo significativamente sobre el distanciamiento d₂(30 cm) con 14,06 t/ha respectivamente. (Rolando,2009).

En plantas de *Ornithogalum thyrsoides* tratadas con Promalina, se acelera la floración, particularmente del segundo vástago floral, acortando el tiempo total de la producción, ya que en esta especie de plantación a cosecha de la primera flor, pasan cerca de 100 días, por lo que el uso de Promalina permite reducir este período acelerando la producción. (Mark y Tamotsu, 1998).

En el cultivo de *Lilium* se puede adelantar la floración y el largo de los tallos florales sumergiendo los bulbos en ácido giberélico antes de la

plantación. Por otra parte, los mismos efectos mencionados anteriormente se pueden obtener tratando los bulbos con una solución de Promalina (GA₄ + GA₇) en una concentración de 1000 mg/L más BA en una concentración de 100 mg/L. (Beattie y White, 1993).

En el estudio titulado: "*Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fitorregulador Promalina en tres densidades de siembra del cultivo de Oryza sativa L. (arroz), siembra a transplante en el valle de Tumbes*", se determinó que el factor dosis de Promalina contribuye favorablemente en el rendimiento; siendo la mejor dosis 80 ml/ha (P₃) con un rendimiento promedio de 10 020 kg/ha, a comparación del testigo que solo alcanza 7 890 kg/ha, en cuanto al factor densidad de siembra que no demuestra diferencia estadística. (Farias, 2004).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el PROYECTO TECNIFICADO DE RIEGO – SAMA, (PROTER - SAMA), perteneciente al distrito de Sama – Inclán, en el fundo de propiedad de la Sra. María Machaca Vargas, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud sur : 17° 48' 55"
- Longitud oeste : 70° 32' 46"
- Altitud : 522 m.s.n.m.

2.1.1. Cultivos anteriores en el campo experimental

- Maíz (2009)
- Maíz (2010)

Para el análisis respectivo, se realizó el muestreo de suelo del campo experimental a una profundidad de 0,30m y fue llevada a laboratorio para su análisis correspondiente.

Cuadro 3: Análisis físico – químico del suelo experimental (PROTER-Sama, 2011)

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	66,00
Limo	21,40
Arcilla	12,60
Textura	Franco arenoso
Porosidad (%)	38,0
Capacidad de campo (%)	11,3
Agua disponible	7,9
PMP (%)	3,4
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
pH	8,57
C.E.dS/m	9,30
CaCO ₃ (%)	2,00
M.O. (%)	0,53
P (ppm)	19,66
K (ppm)	937,44
N (%)	0,03
CIC me/100 g	27,105

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y semilla. Estación experimental – Arequipa – INIA (2011).

Según el cuadro 3, el análisis de suelo se trata de un suelo de textura moderadamente gruesa deficiente en retención de humedad, buena capacidad en aireación del suelo, para mejorar la calidad de suelo agrícola, efectuar lavado de salinidad con abundante agua dulce.

Tiene un pH de 8,57, a manera de reducir el pH del suelo se aplicó ácidos húmicos por el sistema de riego a razón de 4l/ha. Muy salino en conductividad eléctrica, deficiente en contenido de materia orgánica y nitrógeno, ligeramente alto en concentración de fósforo y alto en potasio respectivamente; para efectuar la recomendación de nutrientes, considerar la incorporación de materia orgánica previo lavado de salinidad con agua dulce. (INIA, 2005).

**Cuadro 4: Datos meteorológicos durante el desarrollo del cultivo
campaña 2011 - 2012**

Meses	Temperatura (°C)		Temperatura promedio	Humedad relativa %
	máxima	mínima		
Mayo (2011)	24,2	12,1	18,2	79
Junio	22,2	12,1	17,2	80
Julio	20,5	11,6	16,0	79
Agosto	21,0	10,6	15,8	77
Setiembre	23,1	10,8	17,0	78
Octubre	24,8	11,3	18,0	79
Noviembre	26,5	14,0	20,2	79
Diciembre	27,7	17,1	22,4	81
Enero (2012)	28,4	16,5	22,4	80
Febrero	28,7	17,6	23,2	79
Marzo	29,1	17,9	23,5	78

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Estación MAP Jorge Basadre Grohmann. Tacna. 2 012.

Según cuadro 4 muestra las temperaturas promedios registradas durante la investigación variaron entre los rangos de 15,8 a 23,5 °C estando dentro de los valores óptimos requeridos por el cultivo mencionado por (Giacconi V. ,1996), que indica que los rangos óptimos van de 15 a 21 °C. Con respecto a la humedad relativa registrada durante la etapa de cultivo, los rangos oscilaron entre 77% a 80 % que son superiores indicadas por (INFOAGRO, 2008) que señala que la humedad óptima va de 65% a 75% no causando daños al cultivo.

2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental se utilizó semilla seleccionada de la variedad de ají amarillo, (*Capsicum baccatum* L.) var. Pacae proveniente del valle de Ite.

2.2.1. Características del ají amarillo – variedad Pacae

Es un fruto alargado, anaranjado y picante, mayormente se consume en fresco, molido o en rodajas y como condimento en salsas combinado con la cebolla; las zonas de producción están distribuidas a lo largo de la costa peruana desde Tacna hasta Tumbes, sembrándose cultivares criollos que se han adaptado a cada zona agroecológica y presentando determinada característica de fruto.

Capsicum baccatum var. *Pacae*, es caracterizado por poseer tallos verdes sin pubescencia, con una flor por nudo, cáliz dentada, corola blanca con manchas sin constricción del cáliz, fruto peduncular, persistente, alargado, de color amarillo naranja, se cultiva para consumo fresco y seco. (Delgado, 1982).

2.2.2. Características del fitorregulador Promalina

Promalina es un fitorregulador de crecimiento que estimula la división celular. Estimula la división celular o alargamiento de las células de la plantas, como resultado se tiene tallos largos (acción de la giberelina). Promueve el inicio del botoneo, el desarrollo y el crecimiento radicular, mejorando la calidad de la producción e incrementando las cosechas en algodón, tomate, papa, pimiento, paprika, ají y marigold (acción de la citoquinina). Su ingrediente activo es giberelina + citoquininas junto con 6 benziladenina, que se encuentran en concentraciones iguales de 1,8% p/v (peso/volumen). (Bayer, 2011).

2.3. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores en estudio utilizados en la presente investigación son los siguientes:

Factor A: Promalina (ml x 200 l)

Cuadro 5: Dosis de los tratamientos

a ₀ : Testigo(sin aplicación)	a ₂ : 60
a ₁ : 50	a ₃ : 70

Fuente: Elaboración propia.

Factor B: Distanciamiento de siembra (m)

b₁ : 0, 50 m x 1,5 m (13333 plantas/ha)

b₂ : 0, 60 m x 1,5 m (11111 plantas/ha)

b₃ : 0, 70 m x 1,5 m (9523 plantas/ha)

Cuadro 6: Combinación de factores del experimento

VARIABLES		COMBINACIÓN	TRATAMIENTOS
Niveles de Promalina	Distanciamiento de siembra		
a ₀	b ₁ b ₂ b ₃	a ₀ b ₁ a ₀ b ₂ a ₀ b ₃	T ₁ T ₂ T ₃
a ₁	b ₁ b ₂ b ₃	a ₁ b ₁ a ₁ b ₂ a ₁ b ₃	T ₄ T ₅ T ₆
a ₂	b ₁ b ₂ b ₃	a ₂ b ₁ a ₂ b ₂ a ₂ b ₃	T ₇ T ₈ T ₉
a ₃	b ₁ b ₂ b ₃	a ₃ b ₁ a ₃ b ₂ a ₃ b ₃	T ₁₀ T ₁₁ T ₁₂

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 6 muestra todas las combinaciones de los dos factores en estudio, tenemos 4 niveles de Promalina y tres distanciamientos de plantación, con esta combinación tenemos 12 tratamientos que nos llevará a una respuesta.

2.4. VARIABLES DE RESPUESTA

- **Porcentaje de prendimiento** se evaluaron el total de plantas prendidas de cada uno de los tratamientos.
- **Altura de planta:** se tomaron la altura desde el trasplante hasta el inicio de la floración, desde la base de la planta, hasta el eje apical tomando 10 plantas por unidad experimental.
- **Largo y diámetro del fruto:** el largo se determinó mediante la ayuda de una cinta métrica y el diámetro se determinó midiendo la línea ecuatorial del fruto mediante el vernier, para ello se seleccionó 10 plantas por unidad experimental de cada uno de los tratamientos.
- **Número de frutos por planta.** Para tal estimación, se procedió a la recolección y conteo de frutos de 10 plantas por unidad experimental en forma aleatorizada tomándose las mismas plantas marcadas para evitar sesgo.
- **Peso promedio de fruto:** se determinó pesándose cada fruto por planta, escogiéndose 10 plantas por cada tratamiento en forma aleatoria.
- **Rendimiento por hectárea de frutos:** Se determinó basándose en el peso total del producto cosechado en su estado fresco y seco.

- **Rendimiento por planta:** Se determinó pesando el total de frutos cosechados por planta durante todas las cosechas.

2.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.5.1. Diseño experimental

Se utilizó en el presente trabajo de tesis el diseño de bloques completos aleatorios (D.B.C.A.) con arreglo factorial 4 x 3 con una distribución de 12 tratamientos y 4 repeticiones, siendo su modelo aditivo lineal siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1 \dots r; \quad j = 1 \dots a; \quad k = 1, \dots, b$$

Donde:

Y_{ijk} = es el valor de la variable respuesta observada con el j -ésimo nivel del factor A, k -ésimo del factor B, i -ésima repetición.

μ = es el efecto de la media general

ρ_i = verdadero efecto de la i -ésima repetición (bloque)

α_j = es el efecto del j -ésimo nivel del factor A

β_k = es el efecto del k-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{jk}$ = es el efecto de la interacción en el j-ésimo nivel del factor A, β –
ésimo nivel del factor B

ε_{ijk} = Es el efecto del error experimental

2.5.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó la técnica del análisis de varianza a una probabilidad $\alpha = 0,05$: 0,01.

Para la comparación de medias entre tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan a una probabilidad $\alpha = 0,05$.

Para determinar la dosis óptima del fitorregulador Promalina se utilizó la técnica de polinomios ortogonales ajustando a una función de respuesta.

2.5.3. Características del campo experimental

a. Campo experimental

- Ancho : 36 m
- Largo : 50 m
- Área neta : 1728 m²
- Área total del : 1800 m²
- Número de líneas del campo experimental: 24

b. Área de bloque

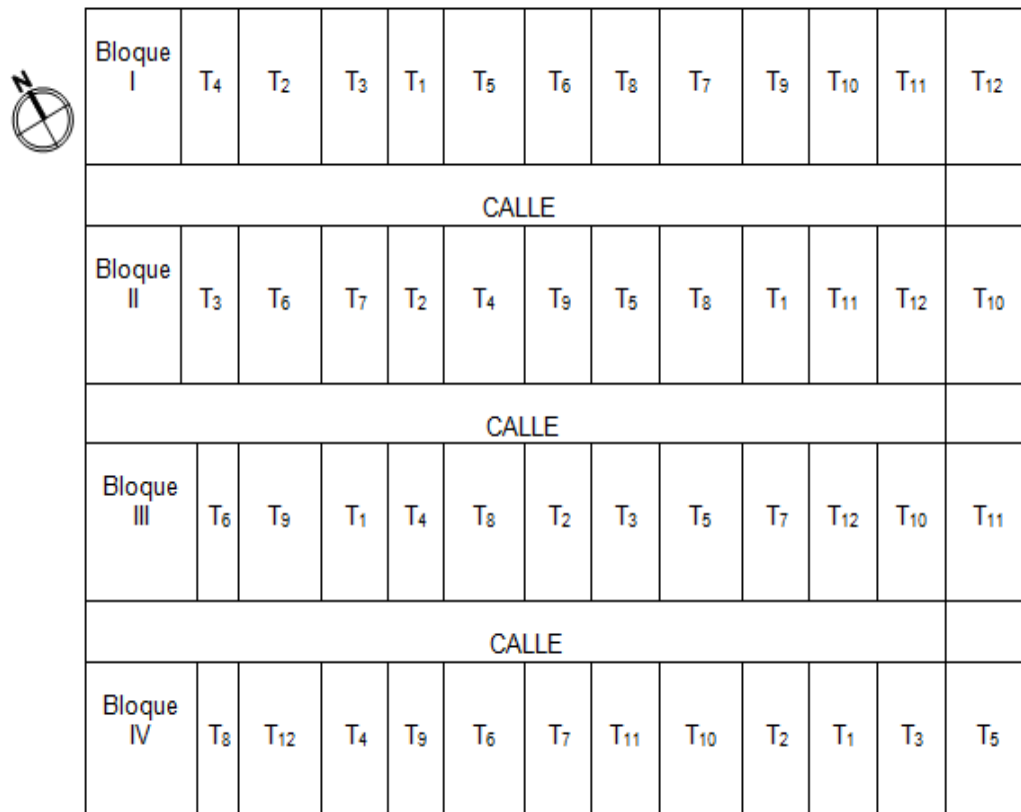
- Largo : 12,50 m
- Ancho : 36,00 m
- Área total : 432,00 m²
- Separación entre bloques : 1,00 m

c. Unidad experimental

- Largo : 12,50 m
- Ancho : 3,00 m
- Área : 37,50 m²
- Número de unidades experimentales : 48,00

2.6. ALEATORIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Grafico 1: Campo experimental (distribución de tratamientos)



Bloque I	T ₄	T ₂	T ₃	T ₁	T ₅	T ₆	T ₈	T ₇	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
	CALLE											
Bloque II	T ₃	T ₆	T ₇	T ₂	T ₄	T ₉	T ₅	T ₈	T ₁	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₀
	CALLE											
Bloque III	T ₆	T ₉	T ₁	T ₄	T ₈	T ₂	T ₃	T ₅	T ₇	T ₁₂	T ₁₀	T ₁₁
	CALLE											
Bloque IV	T ₈	T ₁₂	T ₄	T ₉	T ₆	T ₇	T ₁₁	T ₁₀	T ₂	T ₁	T ₃	T ₅

Fuente: Elaboración propia.

2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.7.1. Siembra en almácigo

La siembra se realizó el 10 de mayo del 2011; se utilizó 120 gr de semilla. El almácigo se realizó en camas de 1 m de ancho y una longitud

2 m; estas deberán estar bien niveladas, se incorporó al suelo materia orgánica, con lo que aumentó la capacidad de retención de agua del suelo.

Para la siembra de las semillas se marcaron líneas de 1 a 2 cm de profundidad en el cual son distribuidas uniformemente, las líneas separadas a 10 – 12 cm y se trazaron en sentido transversal a la cama.

2.7.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 08 de junio del 2011, se procedió con un rotulado del suelo y, posteriormente se incorporó la materia orgánica (estiércol de vacuno) a razón de 10 t/ha para su previa descomposición se realizó riegos ligeros, un mes antes del trasplante se hizo un volteo del suelo y se procedió agregar el abono de fondo y se realizaron riegos ligeros hasta el momento del trasplante.

2.7.3. Trasplante

Se realizó el 09 de julio del 2011, con el vigor y altura adecuada (14 a 15 cm aproximadamente), a 10 cm de la cinta de goteo.

2.7.4. Riego

El tipo de riego utilizado fue por goteo, una vez delimitada el área experimental se sometió a riegos pesados en turnos interdiarios durante

tres semanas aproximadamente antes de proceder al trasplante con el objetivo de efectuar el lavado de la salinidad.

Posteriormente, después del trasplante se aplicó el agua en forma periódica, distribuida bajo riego por goteo de acuerdo a que la planta se vaya desarrollándose siendo los primeros días los más críticos regándose al menos 2 veces por semana cuando empieza la floración.

2.7.5. Fertilización

Un nivel de fertilización promedio para el cultivo de ají amarillo, recomendado es 220 – 130 – 250 - kg de N, P₂O₅, K₂O por hectárea. Como fuente de N, P, K se utilizaron, urea, nitrato de amonio, nitrato de calcio, fosfato diamónico, ácido fosfórico soluble y sulfato de potasio.

El potasio y la mitad del fósforo se incorporó al momento de la preparación de terreno bajo la línea de exudación. La mitad del fósforo se inyectó por el sistema de riego. Las fuentes nitrogenadas se disolvieron en agua aplicando en forma fraccionada interdiaria a partir de los 10 días del trasplante mediante la inyección por el sistema de riego.

2.7.6. Aplicación del fitorregulador Promalina

- Primera aplicación: Al inicio de la floración, cuando el total de las plantas alcanzaron una floración de 80 % aproximadamente

- La segunda aplicación se efectuó después de los 15 días de la primera para lograr una buena uniformidad de los frutos
- La tercera y última aplicación se realizó a los 10 días después de la segunda aplicación, esta se realizó a 80 días antes de la cosecha.

2.7.7. Control de malezas

Se aplicó el herbicida (PROWL) a razón de 2 l/200 l un día antes del trasplante; también se realizó en forma manual, esto se efectuó a los 20 días después del transplante, luego cada 25 días, se desmalezó en tres oportunidades. Las principales malezas fueron:

- Yuyo (*Amaranthus hybridus*)
- Grama dulce (*Cynodon dactylon*)
- Tabaco silvestre (*Nicotiana spp.*)

2.7.8. Control de plagas y enfermedades

Para la presencia de "gusanos de tierra" (*Feltia experta*, *Agrotis ipsilon*), las cuales se controlaron con Lannate a 1 l/100.

Para Acaro hialino (*Poliphagotarsonemus latus*) que se presenta durante el crecimiento, se usó para el control D-katina a 0,75 l/100.

Asimismo se utilizó aplicaciones de azufre micronizado para la prevención de oidium.

2.7.9. Cosecha

Los frutos se recolectaron cuando obtuvieron un color amarillo intenso, que mostraron flacidez por deshidratación, la punta del fruto debió estar algo arrugada.

La cosecha se inició el 25 de febrero del 2012, se realizó un total de 3 cosechas cada 15 días.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ALTURA DE PLANTA

Cuadro 7: Análisis de varianza de altura de planta (cm) de ají variedad Pacae

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	346,604	115,534	7,966	2,890	4,440 **
Tratamientos	11	2426,750	220,614	15,212	2,093	2,959 **
A. Promalina	3	148,479	49,493	3,412	2,890	4,440 *
Lineal	1	23,438	23,438	1,161	4,139	7,471
Cuadrática	1	115.630	115,630	7,793	NS	
B. Distanciamiento	2	1423,688	711,843	49,084	4,139	7,471 **
Interacción AxB	6	854,583	142,430	9,821	3,290	5,315 **
Error experimental	33	478,583	14,502		2,390	3,400 **
Total	47	3251,938			c.v. = 3,63 %	

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 7 del análisis de varianza de altura de planta, revela que existen diferencias altamente significativas entre los bloques, es decir que hubo eficiencia en el arreglo de los bloques, para tratamientos se

halló diferencias altamente significativas, para el factor Promalina se halló alta significación estadísticas, siendo la componente cuadrática altamente significativa, es decir que a medida que se incrementa la dosis de Promalina afecta su crecimiento negativamente, asimismo para el factor distanciamiento se halló diferencias estadísticamente, por lo tanto el distanciamiento de siembra influye en su altura, para el factor interacción se encontró diferencias estadísticas altas, es decir que ambos factores actuaron dependientemente uno del otro y viceversa, estos resultados son confiables toda vez que el coeficiente de variación de 3,63 % es aceptable para las condiciones del experimento.

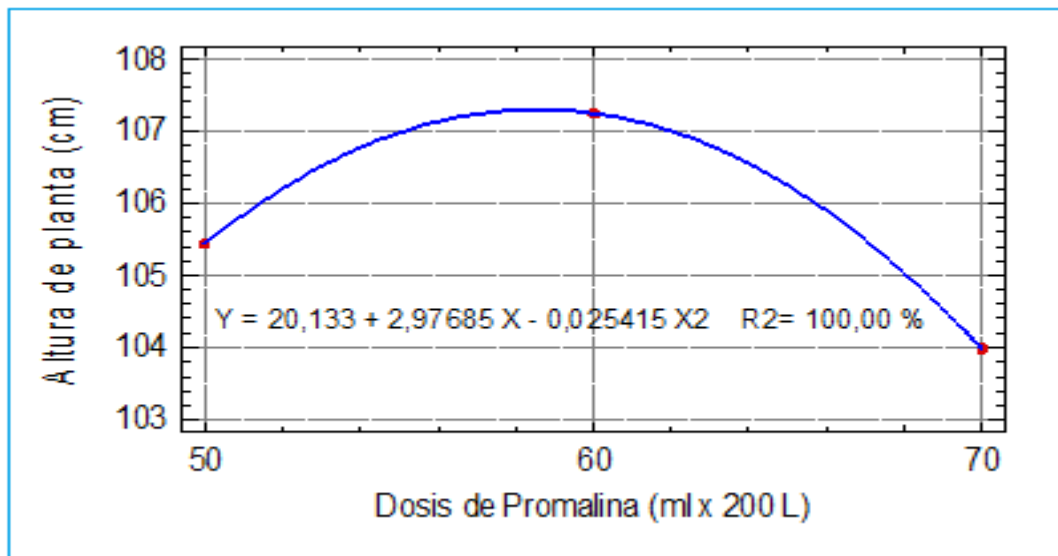
Cuadro 8: Prueba de significación de duncan de altura (cm) de planta para el factor distanciamiento

O.M.	Distanciamiento	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	d ₁ : 0,50 m x 1,5 m	109,190	a
2	d ₂ : 0,60 m x 1,5 m	108,156	a
3	d ₃ : 0,70 m x 1,5 m	97,109	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 8, de duncan que la mayor altura se encuentra con la densidad d₁ con 109,19 cm, seguido de las densidades d₂ con 108,13 cm, similar, la d₃ obtuvo 97,11 cm, respectivamente.

Gráfico 2: Función cuadrática de altura de planta de ají variedad Pacae para el factor promalina en (cm)



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2, se observa la curva de respuesta de altura de planta, que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = 20,133 + 2,97685 x - 0,025415 x^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 58,56 ml con la que se obtiene un óptimo de altura de 107,31 cm respectivamente.

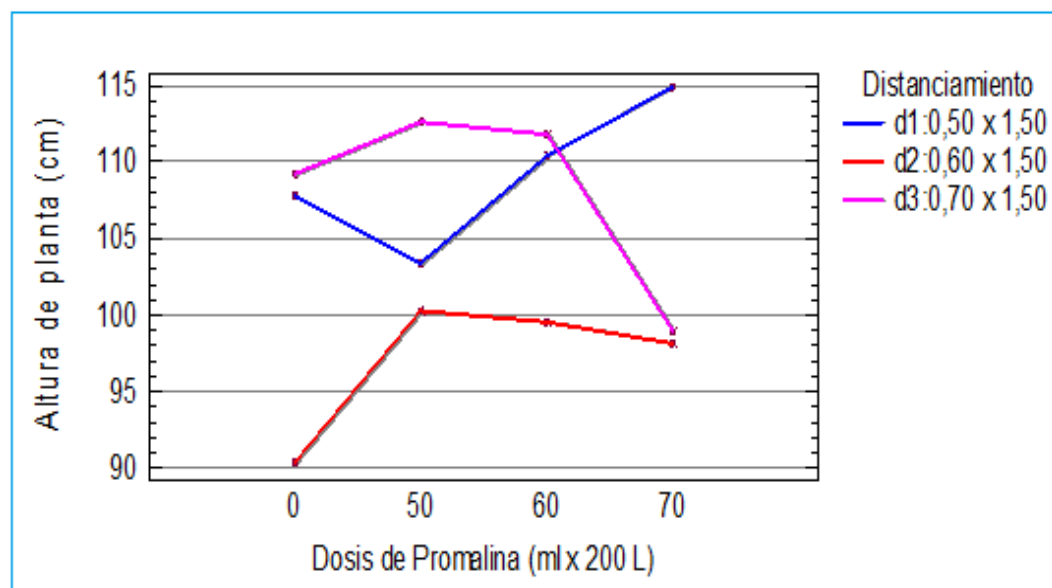
Huaygua J. (1996) en sus ensayo en el CEA III "Los Pichones" en *capsicum baccatum* var *Pacae* a distancia de 70 cm entre plantas, obtuvo un promedio de altura de 154,96 cm el cual fue superior a los promedios obtenidos, posiblemente debido a que el suelo en el que se realizó la presente investigación presentaba deficiencia en materia orgánica y fue muy salino en conductividad eléctrica lo cual redujo el crecimiento de la planta notablemente.

Vargas E. (2010) en sus ensayo en el valle de Ite obtuvo un promedio de 128,08 cm en ají amarillo, utilizando biofertilizantes, difiriendo, con los obtenidos en la presente investigación, sin embargo Rolando, J. (2009) en el cultivo de pimiento logró un óptimo de Promalina fue 54,50 cc/20 l con lo que se logra alcanzar 26,85 cm de altura de planta, podemos deducir que la dosis de 60 ml/ha es la que más adecuada para las especie *capsicum* contribuyendo favorablemente en su desarrollo, esto debido al contenido del (GA₄ y GA₇) que según reporta Funell y Mackay, (1992). Añaden que el efecto de la Promalina estimula el crecimiento de las plantas, bajo condiciones adecuadas han mostrado efectos positivos en la biomasa de las plantas.

Estos resultados evidencian el efecto beneficioso de la Promalina en el crecimiento y desarrollo del cultivo, coincidiendo con Garcés (2000), quien señala que el producto presenta una alta actividad biológica a bajas

concentraciones facilitando el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas y el desarrollo de mayor floración con una fructificación acentuada, que dan por resultado plantas más saludables y vigorosas que ofrecen una mayor producción total y más rendimiento por área de cultivo. Como ya se dijo anteriormente, la aplicación del bioestimulante Promalina tiene incidencia en la altura de planta, produciendo un efecto significativo la dosis de 60 ml x 200 l como lo demostró en su investigación Rolando, J. (2009).

Gráfico 3: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para altura de planta de ají variedad Pacae en (cm)



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 3 de interacción evidencia que la mejor combinación para altura de planta se halló con el distanciamiento d₁ 0,50 x 1,50 m con 70 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 114,88 cm, le sigue la combinación d₃: 0,70 x 1,50 m + 50 ml x 200 l de Promalina con 112,63 cm. (Ver anexo 10).

3.2 DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

Cuadro 9: Análisis de varianza de diametro ecuatorial del fruto (cm) de ají variedad Pacae

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,0486	0,0162	0,098	2,890	4,440	NS
Tratamientos	11	5,5791	0,5071	3,091	2,093	2,959	*
A. Promalina	3	0,207	0,0692	0,421	2,890	4,440	NS
B. Distanciamiento	2	3,582	1,7912	10,899	3,290	5,315	**
Interacción AxB	6	1,7888	0,2981	1,812	2,390	3,400	NS
Error experimental	33	5,428	0,164				
Total	47	11,056			c.v. = 12,46 %		

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 9 muestra el análisis de varianza de diámetro polar del fruto nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques; es decir, fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se evidenció diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina no se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto de las dosis fue similar sobre la variable, para el distanciamiento de siembra se halló alta significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 12,46 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro10: Prueba de significación de duncan de diámetro polar para el factor distanciamiento

O.M.	Distanciamiento	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0, 60 m x 1,5 m	3,637	a
2	d ₁ : 0, 50 m x 1,5 m	3,112	b
3	d ₃ : 0, 70 m x 1,5 m	3,015	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 10, de la prueba de duncan de diámetro polar, que el mayor promedio se encuentra con la densidad d₂ con 3,64 cm; asimismo se observa que las densidades d₁ y d₃ obtuvieron

promedios de 3,112 y 3,015 cm respectivamente no mostraron diferencias estadísticas en sus promedios.

3.3. LONGITUD DE FRUTOS

Cuadro 11: Análisis de varianza de longitud del fruto (cm) de ají variedad Pacae

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	5,135	1,771	1,045	2,890	4,440 NS
Tratamientos	11	103,574	9,415	5,557	2,093	2,959 **
A. Promalina	3	10,373	3,447	2,035	2,890	4,440 NS
B. Distanciamiento	2	60,804	30,402	17,945	3,290	5,315 **
Interacción AxB	6	32,425	5,404	3,190	2,390	3,400 *
Error experimental	33	55,905	1,694			
Total	47	164,794			c.v. = 6,00 %	

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 11 del análisis de varianza de longitud del fruto nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se obtuvo

diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina no se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto fue similar sobre la variable en estudio, para el distanciamiento de siembra se halló alta significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes para este factor. Su coeficiente de variabilidad de 6,00 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 12: Prueba de significación de duncan para longitud del fruto (cm) para el factor distanciamiento

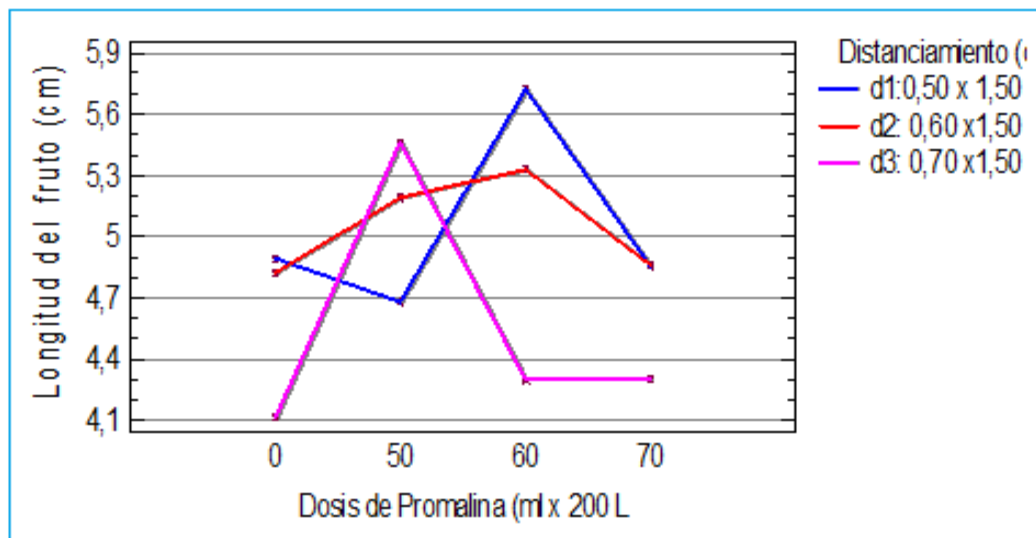
O.M.	Distanciamiento	Promedio (cm)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0,60 m x 1,5 m	22,581	a
2	d ₃ : 0,70 m x 1,5 m	22,381	a
3	d ₁ : 0,50 m x 1,5 m	20,100	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 12, de duncan, que para la longitud del fruto el mayor promedio se halló con el distanciamiento d₂ con 22,58; en segundo lugar la d₃ con 22,38 cm y en el último lugar se halló el distanciamiento d₁ con 20,10 cm respectivamente.

En su investigación Vargas, E. (2010) utilizando biofertilizantes obtuvo un promedio con el ají amarillo en el valle de Ite con 19,55 cm, ligeramente inferior al obtenido en el presente ensayo. Asimismo distintos resultados obtuvo Sotomayor, J. (1996) quien utilizó fitorreguladores y nutrientes foliares en las especies Panca (*Capsicum chinense*) logró un promedio de 14,11 cm y Escabeche (*Capsicum baccatum*) obtuvo un promedio 15,30 cm estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

Gráfico 4: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para la longitud del fruto (cm) de ají variedad Pacae



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 4 de interacción para la longitud de fruto se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_2 0,50 x 1,50 m con 60 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 23,95 cm. (Ver anexo 11).

3.4. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Cuadro 13: Análisis de varianza de número de frutos por planta de ají variedad Pacae

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Bloques	3	86,385	28,795	2,746	2,890	4,440	NS
Tratamientos	11	753,281	68,480	6,531	2,093	2,959	**
A. Promalina	3	388,885	129,628	12,363	2,890	4,440	**
Lineal	1	7,704	7,704	0,734	4,139	7,471	NS
Cuadrática	1	346,192	346,192	33,020	4,139	7,471	**
B. Distanciamiento	2	127,2188	63,609	6,066	4,139	7,471	*
Interacción AxB	6	237,177	39,529	3,770	2,390	3,400	**
Error experimental	33	345,989	10,484				
Total	47	1185,656			c.v. = 4,13 %		

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 13 del análisis de varianza de número de frutos por planta nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, para los tratamientos se halló alta significación estadística, para el factor Promalina se evidenció de igual forma alta significación estadística, siendo altamente significativa la componente cuadrática, es decir que al incrementarse más las dosis de Promalina, el número de frutos se reduce en lo relacionado a la interacción; también hubo alta significación estadística, su coeficiente de variabilidad de 4,13 % indica que es aceptable para el experimento en campo, el promedio obtenido en la presente investigación con los distintos tratamientos fue 78,59 frutos/planta; sin embargo, Vargas, E.(2010) obtuvo un promedio con la misma variedad de 81,90 por lo que podemos inferir que es mínima la diferencia.

En su experimento Sotomayor, J. (1996) utilizó fitorreguladores y nutrientes foliares en las especies *Capsicum chinense* var. *Panca* y *Capsicum baccatum* var. *Escabeche* logró un promedio óptimo de 51,72 frutos, inferiores a los encontrados en la presente investigación, sin embargo se manifiesta que la respuesta de una planta a un fitorregulador puede variar según la dosis, cultivar y condiciones ambientales.

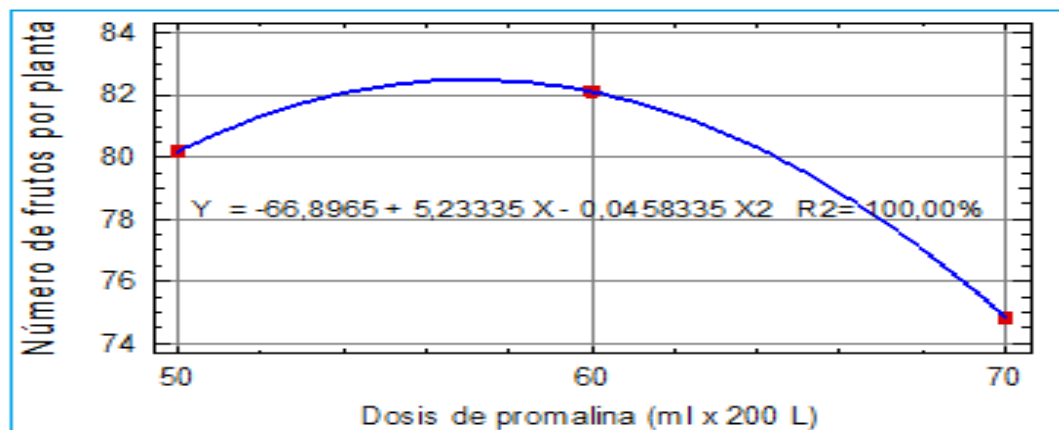
Cuadro 14: Prueba de significación de duncan número de frutos por planta para el factor distanciamiento

O.M.	Distanciamiento	Promedio	Significación 0,05
1	d ₂ : 0, 60 m x 1,5 m	80,65	a
2	d ₁ : 0, 50 m x 1,5 m	77,95	b
3	d ₃ : 0, 70 m x 1,5 m	76,76	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 14, de la prueba de significación de duncan para número de frutos por planta señala que el mayor promedio se halló con la densidad d₂ 80,65.

Gráfico 5: Función cuadrática de número de frutos de ají variedad Pacae para el factor promalina



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 5, se observa la curva de respuesta de número de frutos por planta, que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = -66,8965 + 5,23335 X - 0,0458335 X^2$$

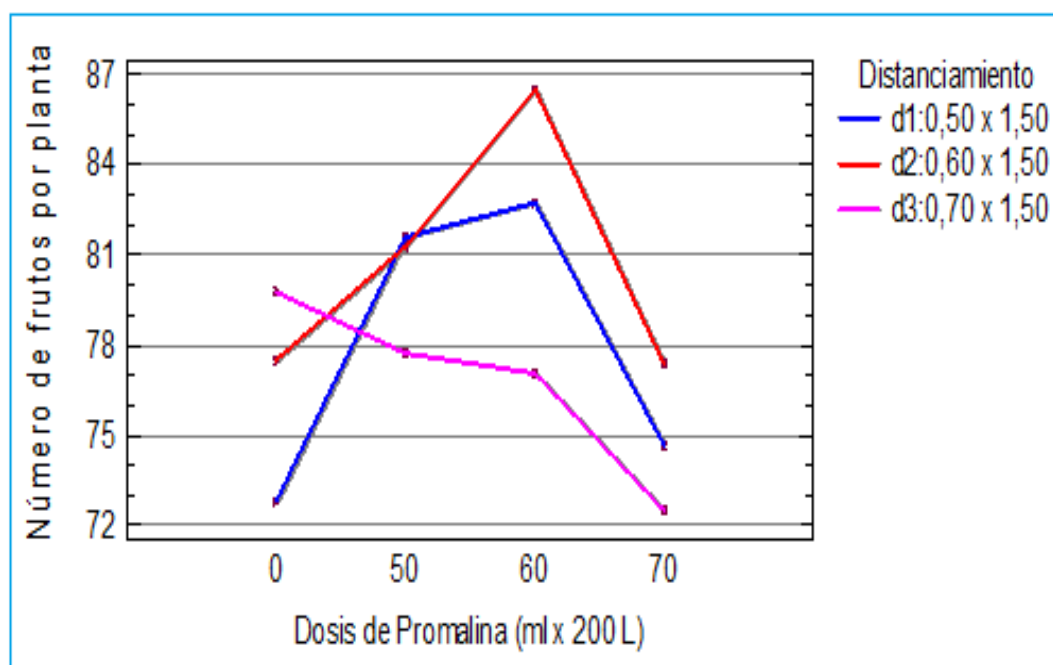
Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 57,1 ml con la que se obtiene un óptimo de número de 82,491 frutos respectivamente.

En su investigación Rolando, J. (2009) obtuvo el mayor efecto con la dosis 60 cc / 20 L en cultivo de pimiento.

El aumento del número de frutos se debe a que la Promalina tiene como ingrediente activo Giberalinas y Citoquininas las cuales pueden actuar sinérgicamente promoviendo el inicio del botoneo e incrementando el amarre de frutos, mejorando la calidad de la producción e incrementando las cosechas. Estas aseveraciones son apoyadas por Weaver (1980) quien afirmó que la influencia en el amarre de frutos es relacionado al contenido de citoquininas y giberalinas, las cuales pueden actuar sinérgicamente incrementando el amarre de frutos. Sin embargo, el efecto de las citoquininas en el amarre de frutos ha sido encontrado en el

cultivo de melón con la aplicación de la citoquinina 6- bencilamino purina (BA) (Jones, 1965).

Gráfico 6: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para número de frutos por planta de ají



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 6 de interacción para el número de frutos por planta se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_2 0,50 x 1,50 m con 60 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 86,50 frutos por planta cm, le sigue la combinación d_1 : 0,50 x 1,50 m + 60 ml x 200 l de Promalina con 82,75 frutos por planta. (Ver anexo 12).

3.5 PESO UNITARIO DE FRUTO FRESCO

Cuadro 15: Análisis de varianza de peso unitario (g) de fruto fresco

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	83,885	27,962	0,820	2,890	4,440 NS
Tratamientos	11	6745,797	613,254	17,993	2,093	2,959 **
A. Promalina	3	2094,797	698,115	20,483	2,890	4,440 **
Lineal	1	250,922	250,922	7,632	4,139	7,471 **
Cuadrática	1	1820,403	1820,403	53,412	4,139	7,471 **
B. Distanciamiento	2	2012,141	1006,070	29,519	3,290	5,315 **
Interacción A x B	6	2639,313	439,885	12,906	2,390	3,400 **
Error experimental	33	1124,724	34,082			
Total	47	7954,706			c.v. = 8,57 %	

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 15 muestra el análisis de varianza de peso unitario del fruto nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se evidenció diferencias significativas. Para el factor Promalina se encontraron diferencias estadísticas, altas por lo tanto su efecto fue

diferente sobre la variable estudiada, para el distanciamiento de siembra se halló significación estadística.

Por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 8,57 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 16: Prueba de significación de duncan peso unitario para el factor distanciamiento.

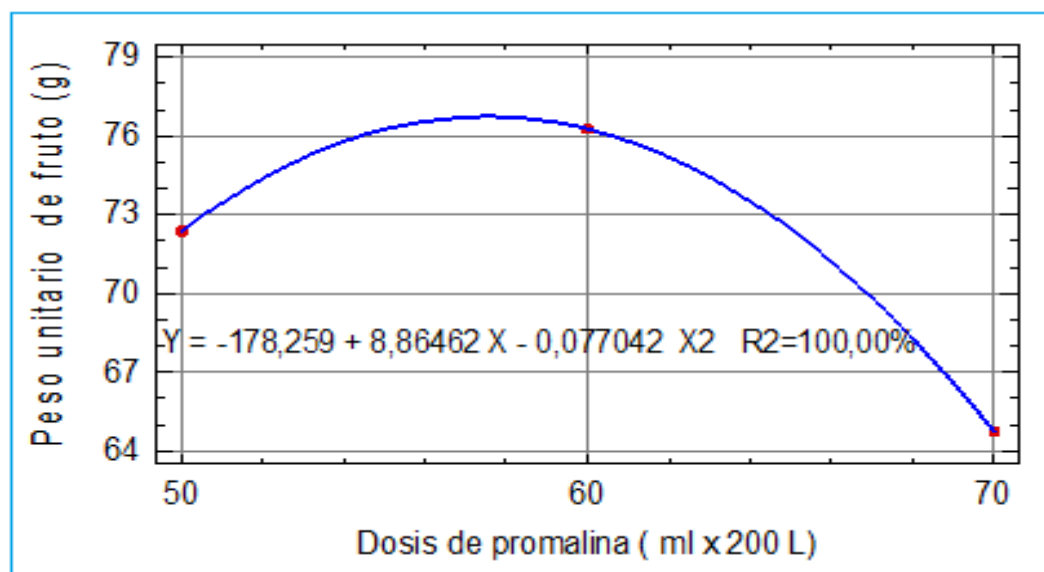
O.M.	Distanciamiento	Promedio (g)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0, 60 m x 1,5 m	77,10	a
2	d ₃ : 0, 70 m x 1,5 m	65,40	b
3	d ₁ : 0, 50 m x 1,5 m	61,98	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 16, de la prueba de significación de duncan para el peso fresco señala que el mayor promedio se halló con la densidad d₂ 77,10 en el segundo lugar la d₁ con 65,40 g y en el último lugar se halló la densidad d₃ con 61,98 g respectivamente. El distanciamiento d₂ 0, 60 m x1, 5 m afecto en forma positiva el peso del fruto de ají con frutos más grandes y de mejor calidad.

Vargas, E. (2010) En su ensayo con biofertilizantes en dos especies de ají en condiciones del valle de Ite y con distanciamientos de 0,60 m x 1,5 m obtuvo promedio de 74,6 gr y 91,5 gr en *Capsicum baccatum* y *Capsicum chinense* respectivamente, inferiores a los encontrados en la presente investigación. Según Viloria, A. (1998) refiere que las estrategias de manejo durante el ciclo productivo pueden producir efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; en el caso de los *Capsicum*, las variaciones morfológicas pueden ser inherentes a los genotipos o ser modificadas por algunos factores, entre los cuales destaca la densidad de plantas y la fertilización.

Gráfico 7: Función cuadrática de peso unitario de ají variedad Pacae para el factor promalina



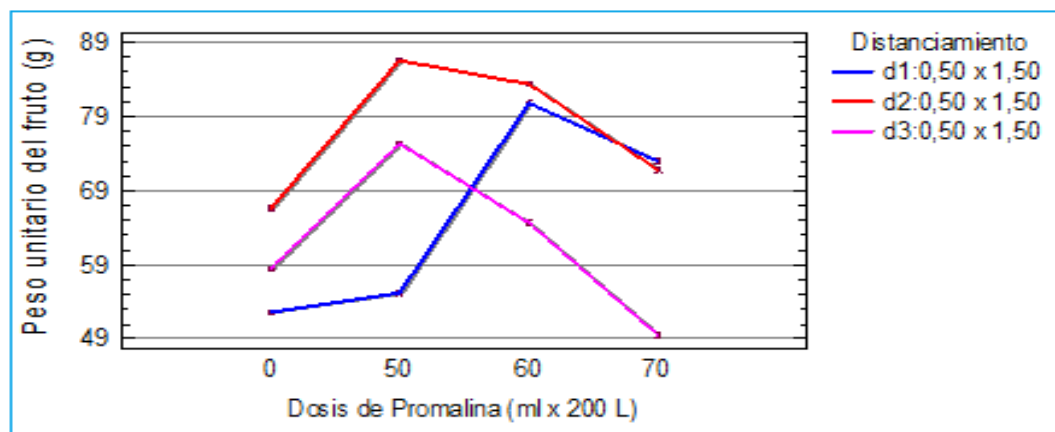
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 7, se observa la curva de respuesta del peso unitario del fruto, que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = -178,259 + 8,86462X - 0,077042 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 57,53 ml con la que se obtiene un óptimo peso de fruto de 76,74 g respectivamente. Rolando, J. (2009) obtuvo los diferentes niveles de Promalina donde se aprecia que el mayor efecto se encontró con el nivel a 50 cc / 20 l siendo el mejor resultado sobre el peso del fruto.

Gráfico 8: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra para el peso unitario (g) del fruto de ají variedad Pacae



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 8 de interacción para el peso unitario (kg) del fruto, se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_2 0,50 x 1,50 m con 50 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 86,58 g, le sigue la combinación d_2 : 0,60 x 1,50 m + 60 ml x 200 l de Promalina con 83,43 g respectivamente. (Ver anexo 13).

3.6. RENDIMIENTO POR PLANTA EN FRESCO

Cuadro 17: Análisis de varianza de rendimiento por planta de ají variedad Pacae (kg) en fresco

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,028	0,00944	0,1137	2,890	4,440 NS
Tratamientos	11	10,969	0,997	12,012	2,093	2,959 **
A. Promalina	3	6,617	2,205	26,546	2,890	4,440 **
Lineal	1	0,555	0,555	6,686	4,139	7,471 *
Cuadrática	1	5,727	5,727	69,000	4,139	7,471 **
B. Distanciamiento	2	1,090	0,545	6,559	3,290	5,315 **
Interacción A x B	6	3,262	0,543	6,542	2,390	3,400 **
Error experimental	33	2,742	0,083			
Total	47	13,740			c.v. = 6,05 %	

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 17 del análisis de varianza de rendimiento muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se evidencian diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto fue diferente sobre la variable, para el distanciamiento de siembra se halló significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 6,05 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 18: Prueba de significación de Duncan rendimiento por planta (kg) para el factor distanciamiento

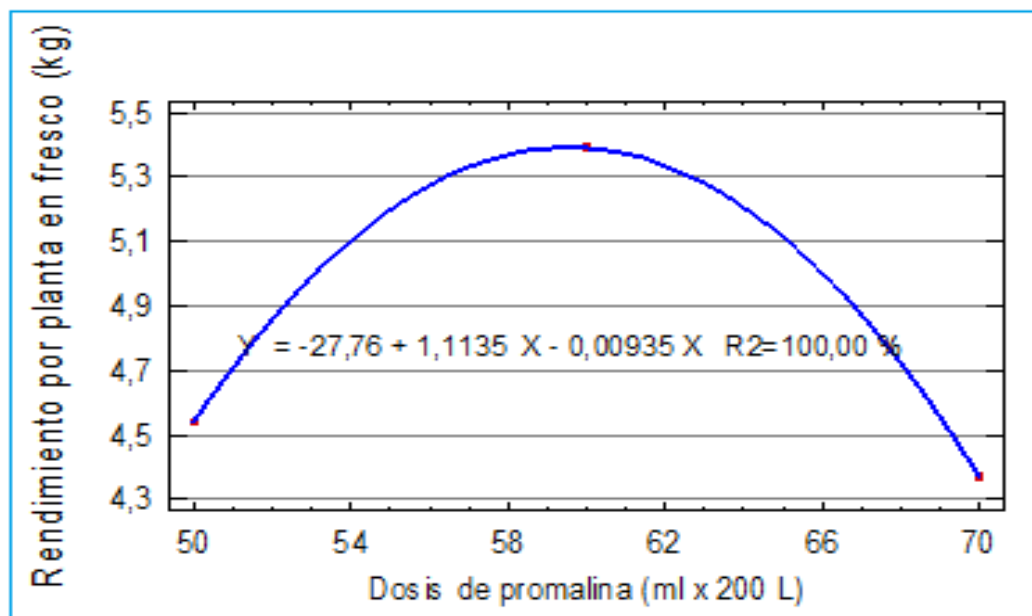
O.M.	Distanciamiento	Promedio (kg)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0,60 m x 1,5 m	4,98	a
2	d ₃ : 0,70 m x 1,5 m	4,72	a
3	d ₁ : 0,50 m x 1,5 m	4,62	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 18, de Duncan que el rendimiento más alto se encuentra con la densidad d₂ con 4,98 kg, asimismo se observa que

las distancias d_3 y d_1 obtuvieron promedios de 4,72 y 4,62 kg respectivamente mostrando diferencias estadísticas.

Gráfico 9: Función cuadrática de rendimiento por planta en fresco (kg)



Fuente: Elaboración propia.

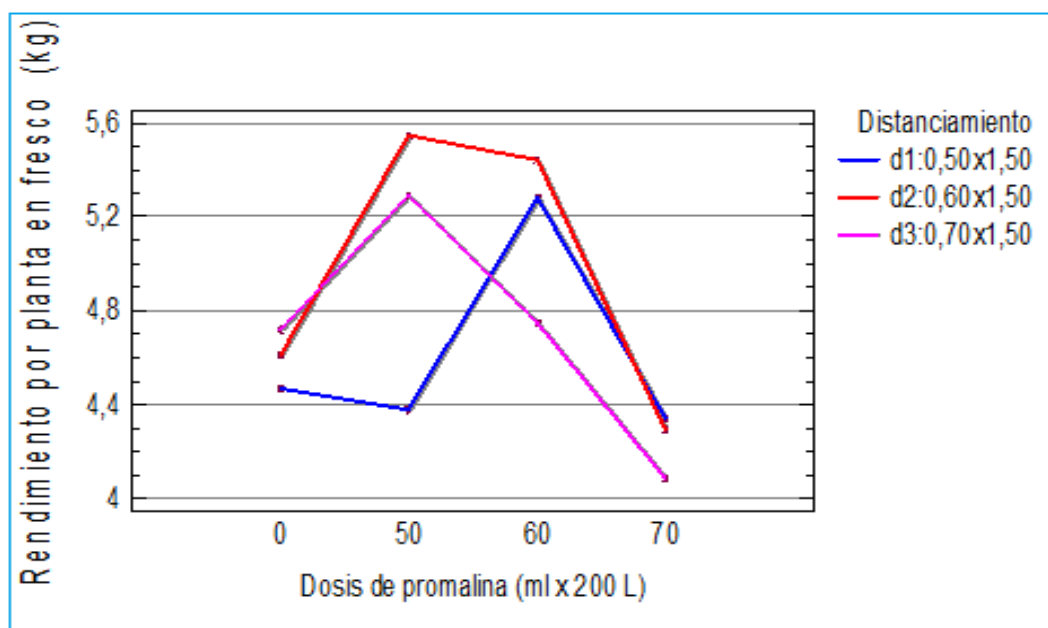
Se observa en el gráfico 9 la curva de respuesta que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = -27,76 + 1,1135 X - 0,00935 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 59,55 ml con la que se obtiene un óptimo de rendimiento en fresco de 5,39 kg respectivamente.

Este resultado se puede explicar como consecuencia de los efectos fisiológicos (Floración, cuajado de flores, número de frutos) son estimulados por la giberelina que es uno de los componentes activo de la Promalina.

Gráfico 10: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento por planta en fresco (g) del fruto de ají



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 10 de interacción para el peso unitario (kg) del fruto, se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_2 0,50 x 1,50 m con 50 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 5,55 kg/planta, le sigue la combinación d_2 : 0,60 x 1,50 m + 60 ml x 200 l de Promalina con 5,59 kg/planta respectivamente. (Ver anexo 14).

3.7. RENDIMIENTO POR PLANTA EN SECO

Cuadro 19: Análisis de varianza de rendimiento por planta (kg) en seco

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,0019	0,0006	0,600	2,890	4,440	NS
Tratamientos	11	0,1286	0,0116	11,600	2,093	2,959	**
A. Promalina	3	0,0459	0,0153	14,494	2,890	4,440	**
Lineal	1	0,0008	0,0008	0,800	4,139	7,471	NS
Cuadrática	1	0,0451	0,0451	45,100	4,139	7,471	**
B. Distanciamiento	2	0,0133	0,0068	6,332	3,290	5,315	**
Interacción AxB	6	0,0693	0,0115	10,943	2,390	3,400	**
Error experimental	33	0,034	0,0010				
Total	47	0,1654			c.v. = 4,72 %		

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 19 del análisis de varianza de rendimiento por planta en seco muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto fue diferente sobre la variable, para el distanciamiento de siembra se halló significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 4,72 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 20: Prueba de significación de duncan rendimiento por planta en seco para el factor distanciamiento

O.M.	Distanciamiento	Promedio (kg/parcela)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0,60 m x 1,5 m	0,71	a
2	d ₃ : 0,70 m x 1,5 m	0,69	a b
3	d ₁ : 0,50 m x 1,5 m	0,67	b

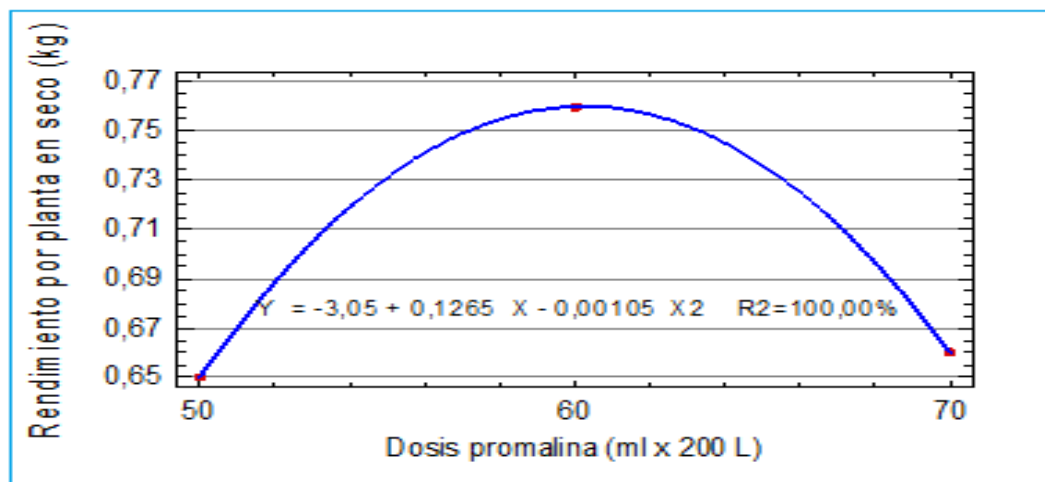
Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el cuadro 20, de duncan de rendimiento por planta en seco a se encuentra con la densidad d₂ con 0,71 kg, asimismo se

observa que las densidades d_3 y d_1 obtuvieron promedios de 0,69 y 0,70 kg /parcela respectivamente no mostraron diferencias estadísticas en sus valores.

Vargas E. (2010) en su investigación en el valle de Ite a distancias entre planta de 60 cm obtuvo un promedio de rendimiento por planta de 0,75 Kg de ají amarillo en seco, utilizando biofertilizantes, ligeramente superior al obtenido en la presente investigación.

Gráfico 11: Función cuadrática de rendimiento por planta en seco (kg)



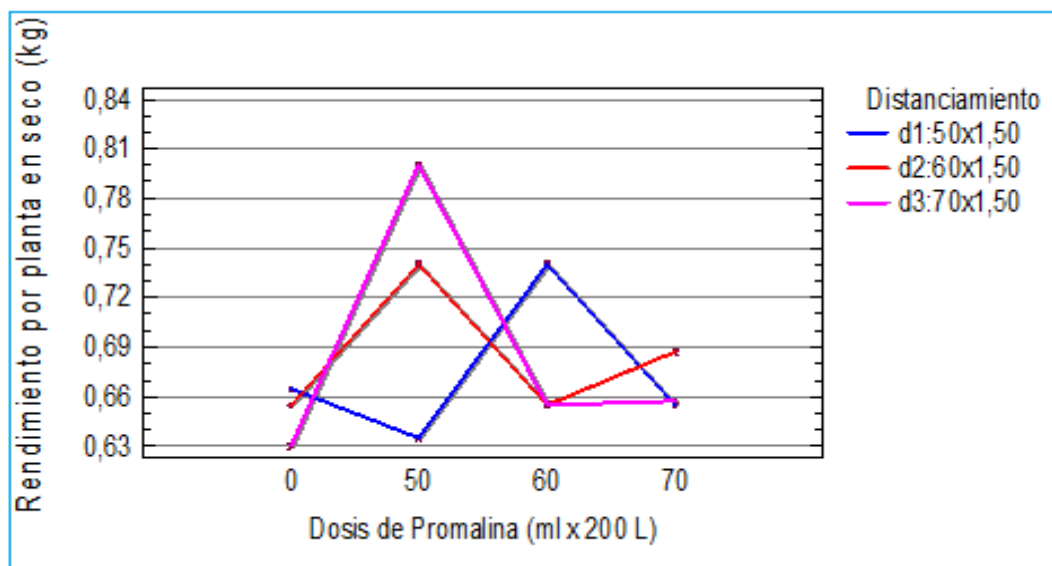
Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el gráfico 11, la curva de respuesta que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = - 3,05 + 0,1265 X - 0,00105 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 60,24 ml con la que se obtiene un óptimo de rendimiento en seco de 0,76 kg/planta respectivamente.

Gráfico 12: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento por planta en seco (kg) del fruto de ají varied Pacae



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 12 de interacción para el rendimiento planta en seco (kg) del fruto, se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d₃ 0,70 x 1,50 m con 50 ml x 200 l de Promalina con un

promedio de 0,80 kg/planta, le sigue la combinación d₂: 0,60 x 1,50 m + 60 ml x 200 l de Promalina con 0,76 kg/planta respectivamente. (Ver anexo 15).

3.8. RENDIMIENTO EN FRESCO POR HECTÁREA

Cuadro 21: Análisis de varianza rendimiento en fresco de ají variedad Pacae (t/ha)

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Bloques	3	8,0888	2,696	1,029	2,890	4,44 NS
Tratamientos	11	489,4961	44,499	16,997	2,093	2,959 **
A. Promalina	3	224,869	74,956	28,629	2,890	4,440 **
Lineal	1	141,274	141,274	53,962	4,139	7,471 **
Cuadrática	1	77,457	77,457	29,586	4,139	7,471 **
B. Distanciamiento	2	92,375	46,187	17,641	3,29	5,315 **
Interacción A x B	6	172,251	28,708	10,965	2,390	3,400 **
Error experimental	33	86,399	2,618			
Total	47	583,984			c.v. = 4,76 %	

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 21, del análisis de varianza de rendimiento en fresco (t/ha) muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto fue diferente sobre la variable estudiada, para el distanciamiento de siembra se halló significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 4,76 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 22: Prueba de significación de duncan rendimiento en fresco (t/ha) para el factor distanciamiento

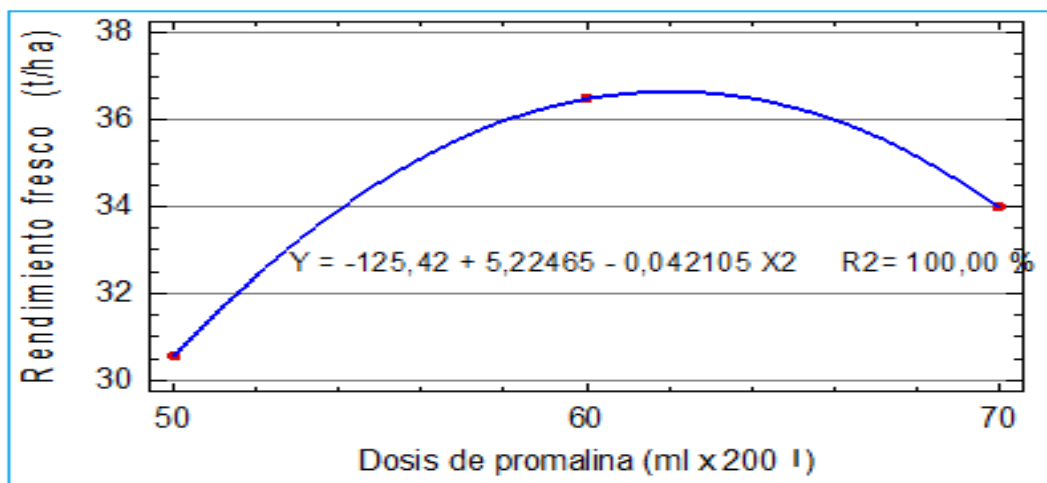
O.M.	Distanciamiento	Promedio (t/ha)	Significación 0,05
1	d ₁ : 0, 50 m x 1,5 m	35,208	a
2	d ₂ : 0, 60 m x 1,5 m	34,659	a
3	d ₃ : 0, 70 m x 1,5 m	32,030	b

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 22, de la prueba de duncan se observa que el mayor rendimiento en fresco se encuentra con la densidad d₁ con 35,21 t/ha en

el segundo lugar se ubica la densidad d_2 y en el último lugar la d_3 con promedios de 34,26 y 32,03 t/ha respectivamente.

Gráfico 13: Función cuadrática de rendimiento por hectárea en fresco (t/ha)



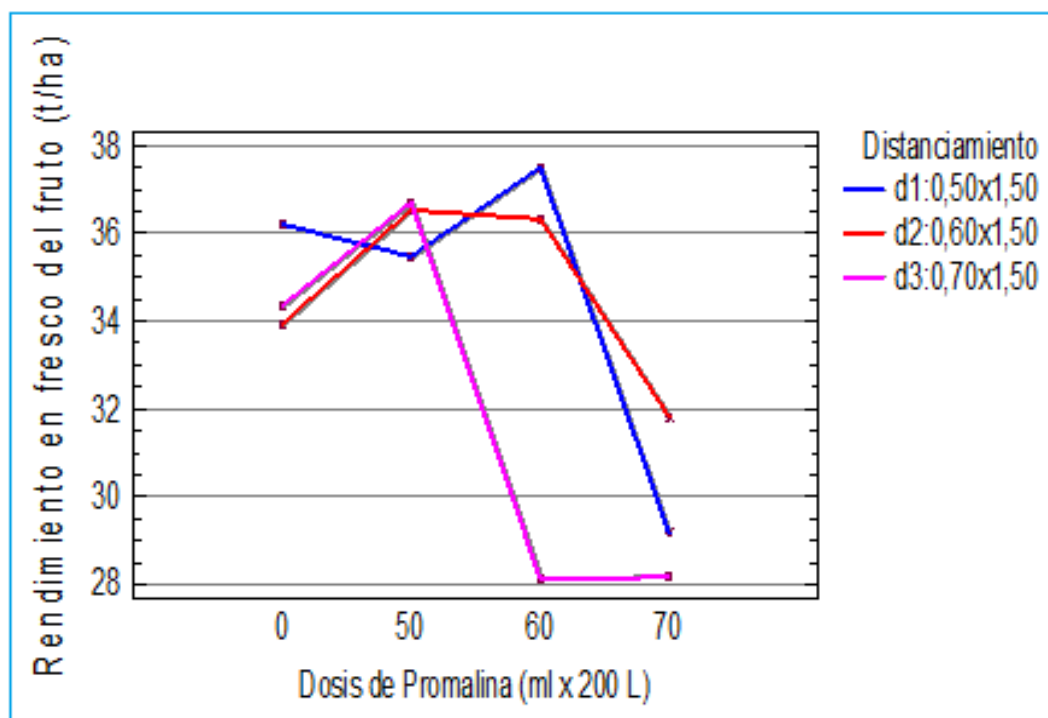
Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el gráfico 13, la curva de respuesta que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue

$$Y = -125,42 + 5,22465 X - 0,042105 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 62,04 ml con la que se obtiene un óptimo de rendimiento en fresco de 36,66 t/ha respectivamente.

Gráfico 14: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento (t/ha) en fresco del fruto de ají variedad Pacae



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 14, de interacción para el rendimiento planta en fresco (t/ha) del fruto, se evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_1 0,50 x 1,50 m con 60 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 37,52 t/ha, le sigue la combinación d_3 : 0,70 x 1,50 m + 50 ml x 200 l de Promalina con 37,48 t/ha respectivamente. (Ver anexo 16).

3.9 RENDIMIENTO EN SECO POR HECTÁREA

Cuadro 23: Análisis de varianza de rendimiento en seco (t/ha) de ají variedad Pacae

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,1475	0,0491	1,292	2,890	4,440	NS
Tratamientos	11	10,692	0,972	25,578	2,093	2,959	**
A. Promalina	3	2,685	0,895	23,282	2,890	4,440	**
Lineal	1	0,0245	0,0245	0,644	4,139	7,471	NS
Cuadrática	1	2,658	2,658	69,947	4,139	7,471	**
B. Distanciamiento	2	2,755	1,377	35,838	3,290	5,315	**
Interacción A x B	6	5,251	0,875	22,769	2,390	3,400	**
Error experimental	33	1,268	0,038				
Total	47	12,108			c.v. = 4,07 %		

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 23, del análisis de varianza para rendimiento en seco (t/ha) muestra que no existen diferencias estadísticas entre los bloques, es decir fueron homogéneos, sin embargo para los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas. Para el factor Promalina se encontraron diferencias estadísticas, por lo tanto su efecto fue

diferente sobre la variable estudiada, para el distanciamiento de siembra se halló significación estadística, por lo tanto las respuestas en sus promedios son diferentes, su coeficiente de variabilidad de 4,065 % indica que es aceptable para el experimento en campo.

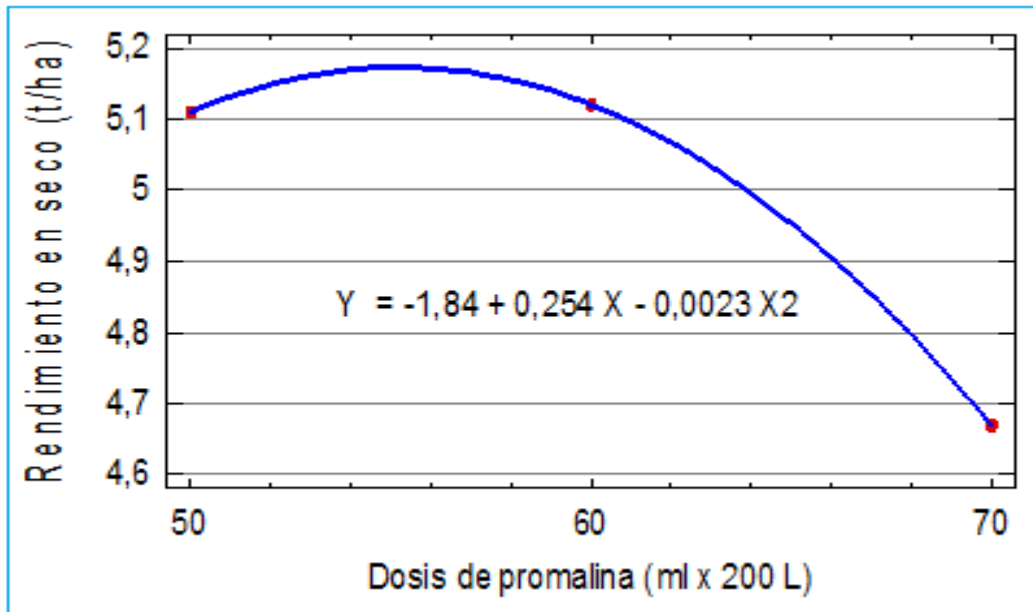
Cuadro 24: Prueba de significación de duncan rendimiento de fruto en seco (t/ha) para el factor distanciamiento

O.M.	Distanciamiento	Promedio (t/ha)	Significación 0,05
1	d ₂ : 0,60 m x 1,5 m	5,05	a
2	d ₁ : 0,50 m x 1,5 m	5,04	a
3	d ₃ : 0,70 m x 1,5 m	4,54	b

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 24, de la prueba de significación de duncan se observa que el mayor rendimiento en seco se encuentra con la densidad d₂ con rendimiento de 5,05 t/ha en el segundo lugar se ubica la densidad d₁ y en el último lugar la d₃ con promedios de 5,04 y 4,54 t/ha respectivamente,

Gráfico 15: Función cuadrática de rendimiento por planta en seco (t/ha) de aji variedad Pacae



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en el gráfico 15, la curva de respuesta que al ser significativa la componente cuadrática en el análisis de varianza se ajustó a una función de respuesta cuya ecuación resultante fue:

$$Y = -1,84 + 0,254 X - 0,0023 X^2$$

Que al derivarla obtenemos un óptimo de dosis de Promalina de 55,22 ml con la que se obtiene un óptimo de rendimiento en seco de 5,17 t/ha respectivamente.

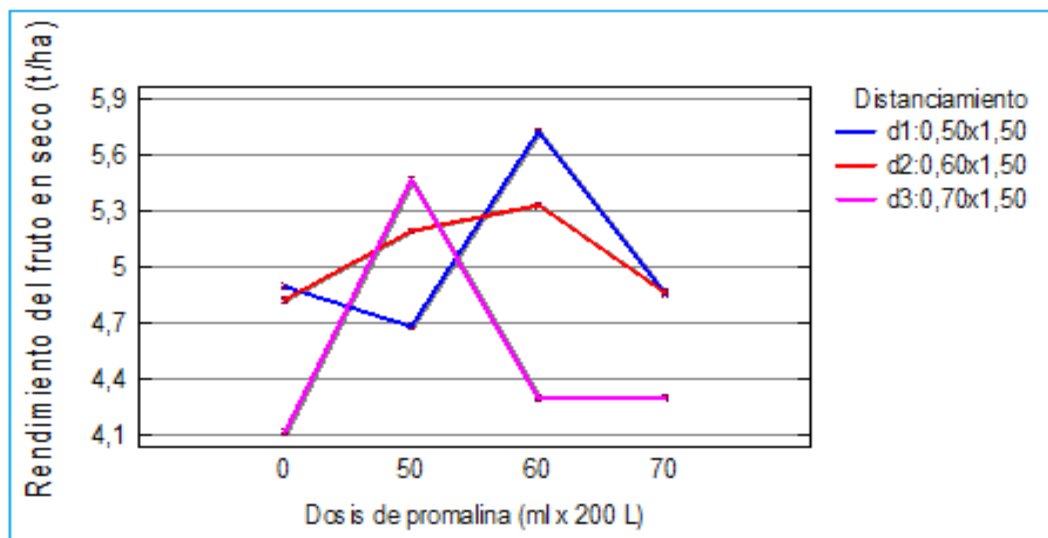
Sotomayor, J. (1996) utilizó fitorreguladores y nutrientes foliares en las especies Panca (*Capsicum chinense*) en la que logró un promedio de 6,74 t/ha y con la especie Escabeche (*Capsicum baccatum*) 5,19 t/ha concordando con los rendimientos obtenidos en la presente investigación.

Sin embargo Vargas E. (2010) en su investigación en el valle de Ite, utilizando biofertilización *Azotobacter chroococcum* + *Glomus fasciculatum* especies Panca (*Capsicum chinense*) logró un promedio de 6,23 t/ha y con la especie Escabeche (*Capsicum baccatum*) 5,1 t/ha similar al obtenido en la presente investigación.

Por otra parte Rolando J (2009) utilizó dosis de Promalina en su cultivo de pimiento donde obtuvo un óptimo de Promalina de 51,48 cc/20 l con lo que se logró alcanzar un rendimiento de 17,45 t/ha.

Sin embargo Herrera (2002) indica que se obtiene mayor rendimiento en el cultivo de ajo cv. 'Napurí' aplicando Promalina (180 ml/ha), tratamiento que produjo un 8,2 % más que el testigo, no existiendo diferencia significativa entre tratamientos, en cuanto a rendimiento, no así en calidad comercial. La Promalina a una dosis de 180 ml/ha, produjo bulbos más grandes con menor número de dientes y más uniformes, logrando mayor producción.

Gráfico 16: Interacción dosis de promalina x distanciamiento de siembra rendimiento (t/ha) en seco del fruto de ají variedad Pacae



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 16, de interacción para el rendimiento planta en fresco (t/ha) del fruto, evidencia que la mejor combinación se halló con el distanciamiento d_1 0,50 x 1,50 m con 60 ml x 200 l de Promalina con un promedio de 5,72 t/ha, le sigue la combinación d_3 : 0,70 x 1,50 m + 50 ml x 200 l de Promalina con 5,46 t/ha respectivamente. (Ver anexo 17).

CONCLUSIONES

1. Se evidenció un efecto significativo de la dosis de Promalina y del distanciamiento de siembra en el rendimiento (t/ha) de ají fresco; la dosis óptima fue de 62,04 ml x 200 l con la que resultó un óptimo rendimiento de 36,66 t/ha, siendo la distancia d_1 (0,50 m x 1,5 m) alcanzó el mayor promedio con 35,21 t/ha.
2. Con respecto al rendimiento en seco por hectárea la dosis óptima de Promalina fue de 55,22 ml x 200 l con la que resultó un óptimo de rendimiento de 5,17 t/ha. Siendo la distancia d_1 (0,50 m x 1,5 m) que alcanzó el mayor promedio con 5,05 t/ha.
3. La dosis óptima de Promalina para el peso de frutos por planta en fresco (kg) encontrada fue de 59,55 ml x 200 l con la que se obtiene un óptimo de 5,39 kg, asimismo se evidenció mayor efecto con el distanciamiento d_2 (0,60 m x 1,5 m) con 4,98 kg.
4. Respecto al rendimiento por planta en seco (kg) la dosis óptima de Promalina fue de 60,24 ml x 200 l con que resultó un óptimo de 0,76

kg, el distanciamiento que originó el mayor promedio fue la d_2 (0,60 m x 1,5 m) con 0,71 kg.

5. Para las variables longitud del fruto y diámetro del fruto no se halló significación estadística para el factor Promalina, sin embargo para el factor distanciamiento si se halló significación estadística el mayor promedio para longitud y diámetro fue el distanciamiento d_2 (0,60 m x 1,5 m) con 22,381 cm y 3,637 cm respectivamente.
6. En la variable número de frutos por planta la dosis óptima de Promalina fue de 57,1 ml x 200 l con la que se obtiene un óptimo de 82,49 frutos, el distanciamiento de mayor efecto fue d_2 (0,60m x 1.5 m) con 80,65 frutos por planta.
7. En la altura de planta la dosis de Promalina óptima fue de 58,56 ml X 200 l con un promedio de 107,30 cm, el distanciamiento de mayor efecto fue el d_1 (0,50 m x 1,5 m) con 109,19 cm.
8. La interacción resultó significativa en la mayorías de variables en estudio, a excepción del diámetro ecuatorial, por lo tanto ambos factores en estudio actuaron conjuntamente.

RECOMENDACIONES

1. Por ser el ají una hortaliza comercializado mayormente al estado seco se recomienda utilizar la dosis de 55,22 ml x 200 l de Promalina con la cual se logró una producción de 5,17 t/ha de ají seco a un distanciamiento de siembra de 0,60 m x 1,5 m por el mejor rendimiento en seco, mayor longitud, diámetro y número de frutos por planta.
2. Realizar otros experimentos con el fitorregulador Promalina en otros cultivos de la zona para observar las respuestas en el rendimiento y otras variables en estudio.
3. Asimismo se observó un efecto significativo sobre las demás variables por lo que recomendaríamos utilizar esta dosis en otras especies de *capsicum*, en este caso en el ají Panca por su importancia en la zona.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ALEJO, R.; A. RODRÍGUEZ NODALS Y J. SOSA. (1986): *"Influencia de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del clon de plátano vianda"CEMSA 3/4" en un suelo ferralítico rojo"*.Ed.Ciencia y técnica. Agric. Viandas Tropicales .80 pp.
2. BAYER cropScience. (2011). *Boletín Técnico. Promalina*, primera edición Lima- Perú. 4 pp.
3. BIETTI, SY ORLANDO J. (2003). *Nutrición vegetal; insumos para cultivos orgánicos*.Accesado el 20 de abril de 2004. 256 pp.
4. CASERES, E. (1980). *Producción de Hortalizas*. 3ra Edic. San José de Costa Rica. Edit. IICA, 387 pp.
5. COSTA, N. Y DE RESENDE, G. (2003). *Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio*. Horticultura Brasileira.698 pp.
6. CHAMPION, S. (1969). *El plátano*. Instituto Cubano del Libro, La Habana. 101 pp.
7. FARIAS, J. (2004). *Efecto de la aplicación de cuatro dosis de*

8. *fitorregulador Promalina en tres densidades de siembra del cultivo de Oryza sativa L.* Tumbes, Perú. 52 pp.
9. FERNÁNDEZ, GLADYS Y JOHNSTON, MYRNA. (1986). *Regulación Hormonal del Crecimiento.* Fisiología Vegetal Experimental. San José, Costa Rica. Editorial IICA. 23 pp.
10. FUENTES J. L. (1994). *El Suelo y los fertilizantes.* Edic. Mundi Prensa. Madrid. 23 pp.
11. GARCÉS PÉREZ, N. (2000). *Promalina, Bioestimulante Agrícola Natural.* UNAH, Facultad de Agronomía, La Habana, Cuba. 17 pp.
12. GIACONI, V. y ESCAFF M. (1996). *Cultivo de hortalizas.* Editorial universitaria. Santiago, Chile. 15 pp.
13. HARTMANN, H. Y D. KESTER. (1990). *Propagación de plantas, Principios y prácticas.* Prentice Hall Carrer & Technology. New Jersey, USA. 18 pp.
14. HERRERA, J. (2002). *Momentos de aplicación de la mezcla de Giberelina A4 + Giberelina A7 + Citoquinina (Promalina) en ajo (Allium sativum L) cv. 'Napurí', La Joya, Arequipa.* (On line) Tesis Lic. Agr. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 124 pp.

15. HUAYGUA J. (1996). *Efecto del activol en el rendimiento de dos especies de ají Capsicum baccatum (cv.Pacae) y Capsicum chinense (cv. Panca) en condiciones de Tacna.* Tesis ing. Agrónomo UNJBG. 101 pp.
16. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA. (2005). *Cultivo del ají en el Perú*, 10 pp.
17. JONES, C. M. (1965). *Effects of benzyladenine on fruit set in muskmelon.* Roc. Amer. Soc. Hort. Sci. USA.350 pp.
18. LIEE, FREDREY. (1986). *Manual de práctica de fruticultura.* Primera edición. 18 pp.
19. LOPEZ, M (1998). *Evaluación de cultivares de Ají del Género Capsicum sp. en dos épocas de siembra bajo condiciones de Costa Central.* Tesis para optar el Título de Mg. Sc. En Agronomía UNALM. Lima – Perú. 110 pp.
20. LOLLIFE, P. Y GAYE, M. (1995). *Dynamics of growth and yield component response of bell peppers (Capsicum annum L.) to row covers and population density.* Scientia Horticulturae.USA.165 pp.
21. MAMANI. DARIO. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en la producción de plantines de dos especies de ají (Var. Escabeche Capsicum baccatum, Var. Panca Capsicum chinense) bajo*

condiciones de invernadero en el valle de Ite. Tesis ing. Agrónomo UNJBG. 101 pp.

22. MARTÍNEZ, E. y GARCÍA, M. (1993). *Hortalizas; Cultivo sin suelo.* Mundi-Prensa. Madrid.España.189 pp.
23. MARCANO, M. (1994) .*Efecto de cuatro distancias de siembra en tres cultivares de pimiento morrón (Capsicum annuum L.) en la localidad Jusepín.* Universidad del oriente.Escuela de Ingeniería agronómica. 107 pp.
24. MARK, R., y TAMOTSU, H. (1998). *Effect of plant growth regulators on flowering of Ornithogalum thyrsoides.* 35 pp.
25. MAROTO, J. (1989). *Horticultura Herbácea Especies.* Edit. Mundi – prensa. España. 252 pp.
26. MAYNARD, D.N., W. H. LANCHAM, R. M. CHEC and H. F. VERNELL. (1962). *The influences of nitrogen levels on flowering and fruit set of pepper.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.385-389 pp.
27. NUEZ, F. (1996). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes.* Edit. Mundi – Prensa.España. 535 pp.
28. PADILLA W. (1980). *Desde el Surco .Manual de Fertilización Orgánica y Química.* Reguladores de crecimiento en cultivos. Quito.Ecuador. 142 pp.

29. RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. (2003). *Características produtivas da melancia em diferentes espaçamentos de plantio*. Horticultura Brasileira. 698 pp.
30. ROLANDO J. (2009). *Respuesta del pimiento (Capsicum annuum L.) a dos distanciamientos de siembra y 4 dosis del fitoregulator Promalina en la zona de La Yarada*". Tesis Ing. agrónomo UNJBG. 117 pp.
31. RODRÍGUEZ, J. (1992). *Manual de fertilización*. Universidad Católica de Santiago. Chile. 362 pp.
32. ROJAS, M y RAMÍREZ, H. (1987). *Control hormonal del desarrollo de las plantas*. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 pp.
33. RUSSO, R.O, BERLYN, G.P, (1990). *The use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agricultura. Journal of Sustainable Agriculture*. Vol 1(2). 23 pp.
34. SABORIO, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar, Principios y aplicaciones*. Costa Rica. 37 pp.
35. SEILER, J. (2002). *Forest Biology and Dendrology, Growth Regulators*. (On line). 35 pp.
36. SIMMONDS, N. (1973). *Los plátanos*. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Ed. Blume. 539 pp.

37. SQM (2001). "*Agenda del Salitre*" Sociedad Químico Minera de Chile. S.A. 11^a edición, Santiago. 852 pp.
38. SOTOMAYOR J.B. (1996). *Efecto de fitorreguladores y Nutrientes Foliarens en el rendimiento de dos especies de Ají (Capsicum spp.) en el Distrito de Ite*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Perú. UNJBG. 148 pp.
39. SIVORI E.; MONTALDI E. (1980). *Fisiología Vegetal*. Editorial Hemisferio Sur. 401 pp.
40. SUQUILANDA M. (1996). *Agricultura orgánica. Capítulo IV. Biol fitoestimulante orgánico*. Manejo fisiotecnico. Quito. Ecuador. 78 pp.
41. VARGAS, ELI (2010). *Efecto de la coinoculación con Azotobacter chroococcum y Glomus fasciculatum en el rendimiento de dos especies e ají (Capsicum baccatum, Capsicum chinense) en condiciones del valle de Ite*. Tesis Ing. Agrónomo. UNJBG. 94 pp.
42. VILORIA, A.; ARTEAGA, L. Y RODRÍGUEZ, P. (1998). *Efecto de la distancia de siembra en las estructuras de la planta del pimentón*. Agronomía Tropical. 36 pp.
43. WEAVER, R. (1976). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas, México. 622p.
44. WEAVER, R. (1980). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas, México. 134p.

ANEXOS

Anexo 1: Altura de planta

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	104,00	112,00	106,50	108,75	107,81
2	80,25	95,00	92,50	94,00	90,44
3	105,00	110,25	115,00	106,75	109,25
4	98,00	108,00	105,50	102,00	103,38
5	95,00	96,00	106,00	104,25	100,31
6	111,00	107,00	114,50	118,00	112,63
7	109,50	108,00	114,00	110,00	110,38
8	90,00	97,00	103,25	108,00	99,56
9	108,00	112,75	114,00	112,50	111,81
10	118,00	110,00	115,50	116,00	114,88
11	97,00	95,00	98,00	102,50	98,13
12	93,00	97,50	105,75	99,50	98,94

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Diámetro polar del fruto

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	2,50	3,20	2,50	3,30	2,88
2	3,80	3,60	3,40	3,70	3,63
3	2,80	3,40	3,50	3,00	3,18
4	2,70	3,40	2,70	2,90	2,93
5	3,50	4,50	4,00	3,20	3,80
6	3,00	3,40	4,00	3,00	3,35
7	2,80	3,70	3,40	3,00	3,23
8	4,00	3,00	3,40	3,80	3,55
9	2,90	2,50	2,80	2,85	2,76
10	3,40	3,00	3,30	4,00	3,43
11	3,80	3,40	3,60	3,50	3,58
12	3,50	2,60	2,40	2,60	2,78

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Longitud del fruto

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	18,50	21,00	21,40	20,50	20,35
2	22,40	23,00	21,10	23,00	22,38
3	23,00	21,00	21,00	20,50	21,38
4	20,40	21,00	20,00	20,40	20,45
5	24,00	20,20	23,00	21,30	22,13
6	22,00	23,90	24,20	25,00	23,78
7	18,00	19,00	18,50	18,40	18,48
8	22,00	20,00	22,00	23,50	21,88
9	19,80	24,00	24,50	23,50	22,95
10	18,60	21,00	23,50	21,40	21,13
11	24,30	23,00	24,50	24,00	23,95
12	21,00	22,50	20,50	21,70	21,43

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Número de frutos por planta

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	71,75	70,00	76,5	73,00	72,81
2	74,00	76,00	82,00	78,00	77,50
3	76,00	75,00	81,00	87,00	79,75
4	77,00	78,00	82,50	88,75	81,56
5	78,00	76,00	82,00	89,00	81,25
6	78,00	79,00	80,00	74,00	77,75
7	84,00	85,00	80,00	82,00	82,75
8	86,00	89,00	86,00	85,00	86,50
9	81,00	74,00	74,25	79,00	77,06
10	74,00	74,25	77,00	73,50	74,69
11	76,50	76,00	78,00	79,00	77,38
12	72,00	71,00	74,00	73,00	72,50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Peso unitario de frutos frescos

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	50,6	57,3	45,5	57,00	52,60
2	71,4	68,00	65,00	62,00	66,60
3	54,00	64,10	52,10	63,90	58,53
4	51,10	59,00	51,30	59,40	55,20
5	86,40	84,70	85,50	89,70	86,58
6	78,00	79,70	83,20	60,40	75,33
7	85,50	80,10	84,40	73,10	80,78
8	82,20	81,60	82,40	87,50	83,43
9	63,00	65,00	64,90	65,50	64,60
10	60,80	83,00	68,20	80,00	73,00
11	73,80	71,60	75,40	66,40	71,80
12	55,50	50,40	44,70	47,30	49,48

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Rendimiento de frutos frescos por planta (kg)

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	4,41	4,3	4,68	4,48	4,47
2	4,17	4,6	4,9	4,78	4,61
3	4,53	4,43	5,17	4,74	4,72
4	4,31	4,38	4,37	4,45	4,38
5	5,92	5,66	5,28	5,33	5,55
6	5,09	5,22	4,91	5,95	5,29
7	5,11	5,24	5,15	5,63	5,28
8	5,3	5,5	5,63	5,34	5,44
9	4,97	5,3	4,56	4,17	4,75
10	4,55	4,5	4,17	4,15	4,34
11	4,23	4,21	4,48	4,25	4,29
12	4,12	4	4,07	4,16	4,09

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Rendimiento de frutos secos por planta (kg)

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	0,66	0,65	0,68	0,67	0,67
2	0,63	0,61	0,69	0,69	0,66
3	0,6	0,65	0,62	0,65	0,63
4	0,67	0,63	0,6	0,64	0,64
5	0,74	0,71	0,75	0,76	0,74
6	0,77	0,79	0,74	0,9	0,80
7	0,72	0,74	0,73	0,7	0,72
8	0,75	0,78	0,73	0,77	0,76
9	0,65	0,65	0,69	0,63	0,66
10	0,69	0,68	0,62	0,63	0,66
11	0,71	0,67	0,68	0,69	0,69
12	0,62	0,68	0,67	0,66	0,66

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Rendimiento de frutos frescos por planta (kg/ha)

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	36954,67	35370,67	36250,67	36250,67	36206,67
2	33989,33	33109,33	34341,33	34301,33	33935,33
3	34544,00	34973,33	33637,33	34333,33	34372,00
4	36074,67	34578,67	34842,67	36426,67	35480,67
5	36304,00	37272,00	36314,67	36229,33	36530,00
6	37248,00	37493,33	37274,67	37917,33	37483,33
7	37925,33	38365,33	37256,00	36517,33	37516,00
8	35136,00	36205,33	36920,00	37098,67	36340,00
9	28421,33	28597,33	27893,33	27541,33	28113,33
10	29104,00	28168,00	27872,00	31565,33	29177,33
11	32293,33	31941,33	31765,33	31325,33	31831,33
12	27717,33	28597,33	28509,33	27786,67	28152,67

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Rendimiento de frutos secos por planta (kg/ha)

Tratamientos	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	4760,00	4906,67	4986,67	5040,00	4923,34
2	4826,67	4693,33	4880,00	4853,33	4813,33
3	4133,33	4240,00	3989,33	4120,00	4120,67
4	4746,67	4426,67	4986,67	4573,33	4683,34
5	5573,33	4920,00	5320,00	4960,00	5193,33
6	5560,00	5760,00	5370,67	5146,67	5459,34
7	5786,67	5853,33	5685,33	5573,33	5724,67
8	5493,33	4920,00	5506,67	5386,67	5326,67
9	4346,67	4373,33	4266,67	4213,33	4300,00
10	4885,33	5293,33	4693,33	4570,67	4860,67
11	4933,33	4880,00	4853,33	4786,67	4863,33
12	4240,00	4373,33	4360,00	4250,67	4306,00

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 10: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para
altura de planta (cm)**

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	107,81	103,38	110,38	114,88
d ₂	90,44	100,31	99,56	98,13
d ₃	109,25	112,63	111,81	98,94

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 11: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para
longitud del fruto (cm)**

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	20,35	20,45	18,48	21,13
d ₂	22,38	22,13	21,48	23,95
d ₃	21,38	23,78	22,95	21,43

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 12: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para
número de frutos por planta**

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	72,81	81,56	82,75	74,69
d ₂	77,50	81,25	86,50	77,38
d ₃	79,75	77,75	77,06	72,50

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para peso unitario de frutos frescos

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	52,60	55,20	80,78	73,00
d ₂	66,60	86,58	83,43	71,80
d ₃	58,53	75,33	64,60	49,48

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos frescos por planta (kg)

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	4,47	4,38	5,28	4,34
d ₂	4,61	5,55	5,44	4,29
d ₃	4,72	5,29	4,75	4,09

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para rendimiento de frutos seco por planta (kg)

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	0,67	0,64	0,72	0,66
d ₂	0,66	0,74	0,76	0,69
d ₃	0,63	0,80	0,66	0,66

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 16: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para
rendimiento de frutos frescos (t/ha)**

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	36,21	35,48	37,52	29,18
d ₂	33,94	36,53	36,34	31,83
d ₃	34,27	37,48	28,11	28,15

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 17: Interacción distanciamiento de siembra x promalina para
rendimiento de frutos secos (t/ha)**

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
d ₁	4,92	4,68	5,72	4,86
d ₂	4,81	5,19	5,33	4,86
d ₃	4,12	5,46	4,30	4,31

Fuente: Elaboración propia.