

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE AJÍ
ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EN EL VALLE
DE CAÑETE

Presentado por:

GUSTAVO ALFONSO FRIBOURG ALBRIZZIO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE
(*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EN EL VALLE DE CAÑETE”

Presentado por:

GUSTAVO ALFONSO FRIBOURG ALBRIZZIO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. M.S. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

Ing. M.S. Andrés Casas Díaz
PATROCINADOR

Dr. Sady García Bendezu
MIEMBRO

Dr. Julio Toledo Hevia
MIEMBRO

Lima - Perú

2017

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN LITERARIA	2
2.1 BOTANICA DEL AJÍ ESCABECHE	2
2.1.1. TAXONOMÍA	2
2.1.2. MORFOLOGÍA	2
2.2 MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO DE AJÍ	3
2.2.1 SIEMBRA	3
2.2.2. COSECHA	4
2.2.3 SELECCIÓN Y CATEGORIZACIÓN	4
2.3 LAS HORMONAS VEGETALES	5
2.4 AUXINAS: BIOSINTESIS Y TRANSPORTE	5
2.4.1. EFECTO DE LAS AUXINAS EN LAS PLANTAS	7
2.5 GIBERELINAS: BIOSINTESIS Y TRANSPORTE	7
2.5.1 EFECTO DE LAS GIBERELINAS EN LAS PLANTAS	8
2.6 CITOQUININAS: BIOSINTESIS Y TRANSPORTE	9
2.6.1 EFECTO DE LAS CITOQUININAS EN LAS PLANTAS	10
2.7 USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA AGRICULTURA	12
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	14
3.2 CARACTERISTICAS DEL SUELO	14
3.3 CARACTERISTICAS DEL AGUA DE RIEGO	16
3.4 CARACTERISTICAS CLIMATOLÓGICAS	17
3.5 DESARROLLO DEL CULTIVO	17
3.6 MATERIALES	19
3.7 METODOLOGIA	19
3.7.1 FACTORES DE ESTUDIO	20
3.7.2 CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	21

3.8	ANALISIS ESTADISTICO	21
3.8.1	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.8.2	TRATAMIENTO ESTADISTICO	23
3.9	EVALUACIONES	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
4.1	CUAJADO DE FRUTO	25
4.2	FRUTOS POR PLANTA	27
4.3	RENDIMIENTO	30
4.3.1	RENDIMIENTO TOTAL, COMERCIAL Y NO COMERCIAL	30
4.3.2	RENDIMIENTO COMERCIAL POR CADA COSECHA	33
4.4	CALIDAD DE FRUTO	34
4.5	CALIDAD DE LA PRODUCCION	37
4.6	PORCENTAJE DE MATERIA SECA	28
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	RECOMENDACIONES	42
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
VIII.	ANEXOS	47

DEDICATORIA

*A mis padres, los pilares de mi vida.
En memoria de la Doctora Celia Albrizzio*

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a mi asesor de tesis Ing. Agr. Mg.Sc Andres Casas Diaz, por la orientación, el apoyo y la motivación a lo largo de este tiempo.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud al Ing. Gilberto Rodríguez, al Ing. Emerson Castro y a la Ing. Patricia Torres por el apoyo constante y las facilidades brindadas en el instituto regional de desarrollo Costa, lugar donde se realizó el presente trabajo.

También me gustaría agradecer a la Ing. Ximena Reynafarje, al Ing. John Gonzales y al Ing. José Quintanilla por los consejos, la ayuda brindada y el trabajo constante en equipo.

Finalmente agradecer a mis amigos que de alguna u otra forma me brindaron su apoyo y la motivación para finalizar el presente trabajo: Patricia Marañón, Alexandra Garayar, Raúl Castrillón, Evelyn Melgar y Jaime Gonzales.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Página
1	Localización Geográfica del fundo “Don German”	14
2	Análisis de suelo para el IRD Costa, Fundo Don Germán	15
3	Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don Germán	16
4	Evolución de las variables meteorológicas de la localidad de Cañete entre enero y junio del 2016	17
5	Lista de fertilizantes empleados en el cultivo de ají	18
6	Grados de libertad de tratamientos y bloques	23
7	Categorías de clasificación del ají en el Mercado Mayorista.	24
8	Porcentaje de cuajado de fruto en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. (Cañete 2016).	25
9	Numero de frutos por planta en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. (Cañete 2016).	27
10	Rendimiento total, comercial y no comercial ($t\ ha^{-1}$) de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).	29
11	Rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y su distribución porcentual por cosechas en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).	32
12	Calidad de frutos y numero de semillas por fruto (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. (Cañete 2016).	34
13	Distribución de la producción ($t\ ha^{-1}$) en las calidades comerciales de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal, (Cañete 2016).	37
14	Porcentaje de materia seca (%) en tallos, hojas y frutos de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. (Cañete 2016).	38

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Página
1	Tratamientos evaluados durante el ensayo.	20
2	Disposición de los tratamientos y repeticiones en el campo experimental.	22

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Título	Página
1	Actividades realizadas durante el ensayo en “ají escabeche” (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	46
2	Cuadro ANVA del Porcentaje de cuajado de frutos en en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	48
3	Cuadro ANVA del número de frutos/planta en la primera cosecha en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	49
4	Cuadro ANVA del largo de fruto en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	49
5	Cuadro ANVA del ancho de fruto en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	50
6	Cuadro ANVA del peso de fruto de el ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	50
7	Cuadro ANVA de numero de semillas en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	51
8	Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca de fruto en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	51
9	Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca en hojas de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	52
10	Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca en el tallo de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	52
11	Cuadro ANVA del rendimiento total en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	53
12	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	53

13	Cuadro ANVA del rendimiento No Comercial en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	54
14	Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “extra” en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	54
15	Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “primera” en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	55
16	Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “segunda” en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	55
17	Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “tercera” en ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	56
18	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la primera cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	56
19	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la segunda cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	57
20	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la tercera cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	57
21	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la cuarta cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	58
22	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la quinta cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	58
23	Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la sexta cosecha de ají escabeche (<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).	59

RESUMEN

“REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EN EL VALLE DE CAÑETE”

El ají escabeche o amarillo (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) es el *Capsicum* con mayor área sembrada en el país a comparación de otras variedades de ajíes y pimientos nativos, además de ser el ají mas consumido a nivel nacional. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de aplicar reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y la calidad de este cultivo, bajo las condiciones del valle de Cañete, desarrollándose en el Instituto Regional de Desarrollo Costa, fundo Don German desde enero del 2016.

A nivel de campo se probaron cinco tratamientos, que consistieron en 1, 2, 3, 4 y 5 aplicaciones de un regulador de crecimiento trihormonal desde los 15 hasta los 75 días después del trasplante, incluyendo además un tratamiento testigo sin aplicación. El producto utilizado fue Biozyme, que está compuesto por auxinas, giberelinas y citoquininas de origen natural y fue aplicado en una concentración de 1,5 mL/L. Se aplicó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con parcelas divididas. Se empleó un distanciamiento de 0.5 m. entre plantas y 1.2 m. entre surcos, dando un total de 16 666 plantas/ha, bajo riego por gravedad.

Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan (5%) en los parámetros de calidad y numero de semillas por fruto, siendo el tratamiento con cinco aplicaciones entre los 15 y 75 días después del trasplante el que mayor ancho y peso por fruto presentó, además dicho tratamiento también obtuvo el mayor número de semillas por cada fruto. El tratamiento que recibió cuatro aplicaciones entre los 15 y 60 días después del trasplante fue el que mayor largo de frutos presentó. También se encontraron diferencias estadísticas en el porcentaje de materia seca en tallos, siendo el tratamiento con cuatro aplicaciones el que destacó. El rendimiento, el número de frutos y el porcentaje cuajado de fruto no se vio influenciado por la aplicación del regulador de crecimiento entre los 15 y 75 días después del trasplante.

Palabras clave: Ají escabeche, Reguladores de crecimiento, Rendimiento, Calidad.

SUMMARY

"PLANT GROWTH REGULATORS AT THE CROP OF ESCABECHE PEPPER (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*) IN CAÑETE'S VALLEY"

“Escabeche” or yellow pepper (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*) is the *Capsicum* with the largest area planted in Peru compared to other varieties of native peppers, in addition to being the nationally consumed pepper. The present work had as objective to evaluate the effect of applying plant growth regulators on the yield and quality of this crop, under the conditions of the Cañete's valley, being developed in the Regional Institute of Costa Development, Don German fund since January 2016.

At the field, five treatments were tested, consisting of 1, 2, 3, 4 and 5 applications of a trihormonal plant growth regulator from 15 to 75 days after transplantation, plus a control treatment without application. The product used was Biozyme, which is composed of auxins, gibberellins and cytokinins of natural origin and was applied at a concentration of 1.5 mL / L. A completely randomized block design (DBCA) with split plots was applied. A distance of 0.5 m. was used between plants and 1.2 m. between rows, establishing a density of 16 666 plants / ha, under gravity irrigation.

Significant statistical differences were obtained according to the Duncan test (5%) in the parameters of quality and number of seeds per fruit, the treatment with five applications between 15 and 75 days after the transplant was the greater width and weight per fruit presented , In addition this treatment also obtained the highest number of seeds per fruit. The treatment that received four applications between 15 and 60 days after transplantation was the longest fruit presented. Statistical differences were also found in the percentage of dry matter in stems, the treatment with four applications was that stood out. The yield, number of fruits and percentage of fruit set were not influenced by the application of the growth regulator between 15 and 75 days after transplant.

Key words: Ají escabeche, Plant growth regulators, Crop performance, Quality

I. INTRODUCCIÓN

La apertura de nuevos mercados internacionales, y el creciente interés que ha ido adquiriendo el consumidor por los diferentes tipos de ajíes y pimientos dentro de la gastronomía peruana ha posicionado al Perú como el octavo país exportador de *Capsicum* a nivel mundial (ADEX 2016). El *Capsicum*, grupo que incluye ajíes y pimientos frescos o secos, es el quinto producto más exportado del sector agrícola en el Perú, siendo las principales zonas de producción los departamentos de Lima, Lambayeque, Pasco y La Libertad. El ají escabeche o amarillo es el *Capsicum* con mayor área sembrada en el país a comparación de otras variedades de ajíes y pimientos nativos, hasta el 2012 el área cultivada era aproximadamente 4000 hectáreas en todo el país (ADEX 2016); Asimismo es el ají más consumido a nivel nacional en fresco y en seco como ají mirasol (Ugas 2000).

Los nuevos retos con miras al futuro es lograr productos que se adapten a los estándares de calidad internacionales, además de mejorar los rendimientos para beneficio de los agricultores, sin embargo en nuestro país actualmente el uso intensivo del suelo y las aplicaciones excesivas de fertilizantes genera serios problemas edáficos y acumulación de sales que repercuten en el rendimiento y la calidad final de los productos. Por ello desde hace algunos años se utilizan productos que se aplican vía foliar o directamente al suelo en solución y regulan los procesos metabólicos en las plantas, complementando una adecuada nutrición mineral sin dañar el medio ambiente. Estos productos son denominados comúnmente reguladores de crecimiento (fitoreguladores), bioreguladores o bioestimulantes y son productos a base de sustancias naturales o sintéticas que actúan en los procesos de enraizamiento, floración, fructificación, cuajado y crecimiento del fruto, la abscisión de frutos y hojas y en la senescencia; además de otorgar resistencia en las plantas a estreses hídricos o por altas temperaturas (Nickell 1994).

El presente ensayo tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de un producto trihormonal en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en términos de rendimiento y calidad. Los objetivos específicos fueron determinar el efecto de dicho producto sobre la calidad externa (largo, ancho y peso de un fruto), el número de semillas, materia seca, número de frutos, porcentaje de cuajado de frutos y rendimiento comercial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BOTÁNICA DEL AJÍ ESCABECHE

2.1.1. TAXONOMÍA

La familia *Solanaceae* es un conjunto de plantas cosmopolitas que comprenden al menos 98 géneros y alrededor de 2716 especies, siendo el género *Capsicum* uno de los que presenta mayor importancia económica (Hunziker 2001; citado por Russo 2005).

El género *Capsicum* está compuesto por alrededor de 36 especies, de las cuales son cinco especies las que han sido domesticadas: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. y *C. pubescens* Ruiz & Pav. ; De estos últimos se tienen evidencias arqueológicas que se originaron en las zonas bajas de Bolivia y en el sur del Perú respectivamente (Heiser y Pickersgill 1969; citado por Eshbaugh 1970).

Capsicum baccatum var. *pendulum* (Willd) es conocido comúnmente como “ají amarillo”, “cuerno de oro”, “cumbai”, “escabeche”, entre otros, y es el ají domesticado más común en el Perú (Eshbaugh 1970; citado por Russo 2005).

2.1.2. MORFOLOGÍA

Las especies del género *Capsicum*, comúnmente llamados ajíes o pimientos, son plantas herbáceas de ciclo de vida perenne pero que comercialmente se cultivan como anuales (Ugas et al 2000).

Son arbustos de aspecto lampiño, tallos erguidos de crecimiento determinado y con altura y forma muy variable en función del cultivar y las condiciones del cultivo. Las hojas son enteras, con un peciolo largo o bien casi sésil y de forma lanceolada u ovoide, crecen de forma alterna a lo largo del tallo y pueden presentar un tamaño entre 0.6 y 12 cm de longitud. Las flores nacen de cada nudo, por lo general son colgantes y tienen una corola que presenta coloración blanca o purpura dependiendo la variedad, además la mayoría de

ajíes y pimientos cultivados presentan autopolinización, lo que significa que no necesitan otra planta para formar frutos (Nicho y Malasquez 1995, Bosland 2009).

El fruto es una baya hueca, con la superficie lisa y brillante, de forma y coloración variable y característica del cultivar. La coloración de los frutos maduros se debe a una reducción de la clorofila y a la acumulación de pigmentos carotenoides. La pungencia de los frutos es una característica única del género *Capsicum* y es conferida por un conjunto de compuestos alcaloides denominados capsicinoides (Nicho y Malasquez 1995, Russo 2005).

Para el caso particular del ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), las flores son solitarias en cada nudo y presentan corolas de color crema, con unos puntos característicos de color amarillo, verde oscuro o marrón en la base de los pétalos y las anteras son de color amarillo. El cáliz de los frutos maduros, carece de constricción anular en la unión con el pedicelo y es algunas veces rugoso; y posee además venas prolongadas en dientes prominentes (Nicho y Malasquez 1995, Bosland 2009).

2.2. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJÍ

2.2.1. SIEMBRA

El cultivo de ají escabeche requiere de climas cálidos a templados (temperatura óptima entre 16° y 24° C) y con humedad relativa baja, por lo que la época de siembra más adecuada es durante la primavera y el verano. Las semillas se siembran en almacigo, utilizando medio kilo de semilla por hectárea en promedio. El trasplante se realiza en campo definitivo una vez que las plántulas presenten de 4 a 8 hojas verdaderas (Ugas et al 2000).

De acuerdo al clima, es conveniente iniciar los almácigos entre los meses de Julio y Agosto para realizar el trasplante en Setiembre y Octubre, y así poder cosechar en los meses de Enero y Febrero (Nicho y Malasquez 1995).

2.2.2. COSECHA

Ugas et al (2012) explica que la cosecha es la extracción del fruto fresco o seco, se realiza a los 120 días después del trasplante en promedio y tiene una duración de 60 días a más. Nuez et al (1995) además menciona que debido a la producción escalonada de frutos, la cosecha debe realizarse durante 2 o 3 meses.

Nicho (2004) recomienda que la cosecha no coincida con meses de altas temperaturas, ya que en este caso la cosecha sería destinada a la producción de ají escabeche seco, denominado comúnmente ají mirasol.

Para el consumo en fresco, el fruto debe adquirir una coloración verde-anaranjado, el cual madurara paulatinamente hasta el momento de su comercialización en los distintos mercados. Se recomienda dar un riego antes de la cosecha. El rendimiento puede llegar de 20 a 30 t/ha, bajo condiciones de un buen suelo y adecuado manejo (Nicho y Malasquez, 1995).

2.2.3. SELECCIÓN Y CATEGORIZACIÓN

Según Nicho y Malasquez (1995), el ají escabeche es clasificado en campo dentro de cinco categorías: “extra”, “primera”, “segunda”, “tercera” y “descarte”; llegando solo al mercado las cuatro primeras categorías. Los criterios de clasificación son de acuerdo al tamaño y a la apariencia principalmente, además los frutos deben cumplir ciertas características adicionales como mantener el pedúnculo, ofrecer resistencia mecánica, estar libres de daños causados por insectos o enfermedades y no presentar ablandamiento.

Por otro lado, el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas (INTINEC, 1975) menciona tres calidades:” Extra”,” Primera” y” Segunda”, además establece que los frutos deberán estar limpios, frescos, sanos y deben pertenecer al mismo cultivar. El grado de madurez de los mismos deberá soportar el manipuleo, transporte y conservación en buenas condiciones. El color debe ser amarillo anaranjado, y respecto a la forma, deberá ser cilíndrica alargada con la zona apical terminada en punta.

2.3. LAS HORMONAS VEGETALES

El término “Hormona” (derivada del griego donde significa “Estimular”), fue usado primero en medicina hace más de cien años en referencia a un factor de estimulación, aunque también ha sido referido al transporte de una señal química. Las hormonas vegetales son un grupo de sustancias naturales orgánicas que influyen en los procesos fisiológicos de las plantas en bajas concentraciones; los procesos influenciados son principalmente el crecimiento, la diferenciación y desarrollo. Es mediante señales químicas que las hormonas desencadenan los procesos bioquímicos y moleculares en diferentes células de la planta, dichas células que responden a señales hormonales se denominan “Células diana” (Davies 2004; Osborne y McManus 2005).

Según la fisiología animal, una hormona se caracteriza por sintetizarse en un órgano determinado y transportarse a través del flujo sanguíneo a un tejido específico en donde controlan una respuesta fisiológica de una manera dependiente de la concentración. Si bien existen similitudes entre las hormonas animales y vegetales, también hay algunas diferencias. Las hormonas vegetales al igual que las animales son sustancias orgánicas naturales que influyen profundamente en procesos fisiológicos a baja concentración, sin embargo el sitio de síntesis y el modo de transporte no siempre está claramente localizado. Si bien algunos tejidos de la planta presentan concentraciones de hormonas mas altos que otros, la síntesis de hormonas vegetales no siempre está localizada en un órgano determinado. La cantidad de hormonas dentro de una célula diana estará regida por la velocidad de entrada y salida de las hormonas activas, esta cantidad de hormonas puede regularse mediante: (1) La síntesis de nuevas hormonas, (2) La activación de hormonas en estado inactivo, y (3) El transporte de la hormona desde un punto de la planta hasta el sitio de acción de las hormonas (Hopkins y Hüner, 2008).

2.4. AUXINAS: BIOSÍNTESIS Y TRANSPORTE

Las auxinas fueron las primeras hormonas vegetales en ser descubiertas en plantas, incluso mucho antes de que se realizaran estudios concretos sobre los mecanismos de expansión celular. Además, se diferencia del resto de hormonas vegetales y agentes de señalización en un aspecto importante: Son necesarias para la viabilidad de la planta, es decir que una mutación que las elimine sería letal (Taiz y Zeiger, 2006).

Los niveles de auxinas varían drásticamente a lo largo del desarrollo de la planta, por ello las plantas han desarrollado un mecanismo de homeostasis de auxinas que es específicamente la biosíntesis, la inactivación de vías, el transporte y la interconversión que regulan y mantienen los niveles de auxinas. Esto le permite a la planta tener la cantidad de hormona requerida en el lugar y momento adecuados, en respuesta a los cambios ambientales y de desarrollo (Normally et al 2004).

La auxina más importante y la que se encuentra en la mayor cantidad de plantas superiores es el ácido Indol-3-Acético (IAA) y hasta hace unos años se pensaba que la biosíntesis de este compuesto era únicamente mediante la degradación del aminoácido triptófano por secuencias de desaminación oxidativa y descarboxilación (Wildman et al 1946, citado por Cohen y Gray 2006). Sin embargo, a inicios de los años noventa varios estudios mostraron que la biosíntesis de IAA se produce a través de dos vías: Una vía dependiente del aminoácido triptófano, y otra independiente (Woodward y Bartel 2005; citado por Cohen y Grey 2006).

Taiz y Zeiger (2006) mencionan que las plantas convierten el triptófano en IAA mediante tres rutas importantes: La ruta del ácido indol-3-pirúvico (IPA), la ruta de la triptamina (TAM) y la ruta del indol-3-acetonitrilo (IAN), además existe una ruta que utiliza el indol-3-acetamida como intermediario y que se encuentra en bacterias patógenas como *Pseudomonas savastoni*. y *Agrobacterium tumefaciens*. Los mismos autores mencionan que los estudios modernos, los cuales implican métodos de aproximación genética, han demostrado que el IAA puede sintetizarse mediante rutas independientes del triptófano, un ejemplo es la biosíntesis del IAA a partir del indol-3-glicerol fosfato, sin embargo, estas rutas aún no se conocen con exactitud.

Con respecto al transporte de auxinas, Osborne y Mc Manus (2005) mencionan que existen dos principales vías de transporte: Las vías de corta distancia y las vías de larga distancia. El movimiento de las auxinas en las vías de corta distancia es de célula a célula y ocurre en el parénquima y los tejidos vivos no vasculares de la corteza. En los tejidos vasculares en cambio el movimiento de las auxinas es de larga distancia, ya que se realiza desde el meristemo apical de la planta hasta el ápice de la raíz, a este movimiento se le conoce como basipétalo.

Este tipo de transporte unidireccional se denomina con frecuencia “Transporte polar”, y las auxinas son las únicas hormonas vegetales que se mueven polarmente. Este transporte polar requiere energía y es independiente de la gravedad, además ocurre específicamente en tejidos parenquimáticos vasculares (Taiz y Zeiger 2006).

2.4.1 EFECTO DE LAS AUXINAS EN LAS PLANTAS

El principal efecto fisiológico que originan las auxinas en las plantas es el de la elongación celular. Esta respuesta hormonal se inicia muy rápido, alrededor de 10 minutos de aumentar la concentración de auxinas y se traduce en un aumento de 5 a 10 veces en la tasa de crecimiento. La ampliación de la célula se debe a dos procesos que están relacionados entre sí; la absorción osmótica de agua, conducida por un gradiente de potencial hídrico a través de la membrana plasmática y por la extensión de la pared celular existente, impulsado por la turgencia generada por estrés dentro de la pared (Cleland 2004).

Taiz y Zeiger (2006) explican que la salida de protones inducida por las auxinas acidifica la pared celular y aumenta la expansión celular. Las auxinas pueden incrementar la tasa de salida de protones mediante dos mecanismos: La activación de las enzimas H^+ -ATPasas existentes en la membrana plasmática y la síntesis de nuevas H^+ -ATPasas en la membrana plasmática.

El efecto de las auxinas sobre el desarrollo de la planta es principalmente la dominancia apical, el desarrollo de raíces laterales y adventicias, la regulación del desarrollo floral de las yemas y el desarrollo del fruto (Taiz y Zeiger, 2006).

2.5. GIBERELINAS: BIOSÍNTESIS Y TRANSPORTE

Las giberelinas (GA) fueron aisladas por primera vez a partir del hongo patógeno *Giberella fujikuroi*. Son hormonas definidas por su estructura química y a cada una se le asigna un número de acuerdo al orden cronológico de su identificación, conociéndose hasta el momento alrededor de 136 giberelinas caracterizadas. Estas han sido identificadas en 128 plantas vasculares, además en 7 bacterias y 7 hongos (Sponsel y Hedden 2004). Los mismos autores mencionan además que la giberelinas son diterpenoides y por ello se sintetizan a partir del compuesto Geranilgeranil difosfato (GPP).

Thomas y Hedden (2006) explican que el proceso de biosíntesis de giberelinas ocurre en tres partes: La primera parte se desarrolla en los plastos, en este proceso se sintetizan unidades de isopreno (IPP) que se juntan para formar Geranilgeranil difosfato (GPP), este es el precursor de la mayoría de terpenoides; el GPP es transformado en entkaureno mediante un proceso de ciclación. La segunda parte ocurre en el retículo endoplasmático y consiste en la oxidación del entkaureno para formar GA₁₂, que es la primera giberelina que se forma en la ruta de todas las plantas, y por tanto es la precursora de todas las giberelinas; luego esta es convertida a GA₅₃ por hidroxilación. La tercera parte ocurre en el citosol y es la formación de otras giberelinas a partir de la GA₁₂ y GA₅₃, mediante procesos de hidroxilación y oxidación. La giberelina fisiológicamente activa es la GA₁, en el control del alargamiento del tallo.

Las giberelinas son sintetizadas en los tejidos apicales y pueden ser transportadas al resto de la planta a través del floema, los intermediarios de la biosíntesis también se transportan por el floema desde las zonas apicales. Se han encontrado giberelinas en los exudados de la raíz, lo que sugiere que las giberelinas también pueden ser sintetizadas en las raíces y ser transportadas hasta el ápice a través del xilema (Taiz y Zeiger 2006).

2.5.1 EFECTO DE LAS GIBERELINAS EN LAS PLANTAS

Uno de los efectos fisiológico más importantes de las giberelinas es en el proceso de germinación. Woodger et al (2004) explican que este proceso fue estudiado en granos de cereales y permitió entender la acción de las giberelinas en las células de las plantas. Las células de la capa de aleurona que rodea al endospermo y al embrión de la semilla,

fueron aisladas y colocadas en un medio que contenía giberelinas (GA₃ específicamente); las observaciones indican que estas células de aleurona son estimuladas para producir gran cantidad de enzimas hidrolíticas, sobre todo la α -amilasa. Woodger et al (2004) también mencionan que en semillas de cebada se determinó que el contenido de giberelinas durante el secado y maduración del grano disminuye drásticamente; luego durante el proceso de germinación las semillas absorben agua y esto desencadena un aumento en el contenido de giberelinas en el embrión, que son las que estimulan la producción de α -amilasa en la capa de aleurona.

Otro efecto importante de las giberelinas en las plantas es la elongación del tallo. Según Thomas y Hedden (2006) el sitio de acción y metabolismo de giberelinas en el tallo no está muy bien definido, estudios realizados por Aach et al (1997) (citado por Thomas y Hedden 2006) muestran que la síntesis de ent-kaureno ocurre en los pros plastidios, dentro de los meristemos intercalares que se ubican cerca de la base del entrenudo de plantas herbáceas.

Taiz y Zeiger (2006) por otro lado mencionan que la elongación del tallo es más evidente en plantas enanas y arrosietadas. Las giberelinas aumentan la división y elongación celular, pero a diferencia de las auxinas, las giberelinas no acidifican la pared celular; sin embargo, las auxinas promueven la formación de giberelinas, es por ello que el mecanismo de elongación celular de las giberelinas esté ligado directamente a la acción de las auxinas.

Las giberelinas también actúan sobre el tiempo y desarrollo de la floración, estudios realizados por Langridge (1957) (citado por Blazquez y León 2006) demuestran que la aplicación de giberelinas fisiológicamente activas en *Arabidopsis* acelera la floración. Wilson et al 1992 (Citado por Blazquez y Leon 2006) explican que en ausencia de factores ambientales favorables para la floración, *Arabidopsis* mantiene la transición a la fase reproductiva mediante la vía de giberelinas. Taiz y Zeiger (2006) además mencionan que las giberelinas tienen efecto sobre el cuajado del fruto.

2.6. CITOQUININAS: BIOSÍNTESIS Y TRANSPORTE

Sakakibara (2004) menciona que fue la kinetina la primera sustancia en ser identificada como citoquinina, sin embargo, fue la zeatina la primera citoquinina de origen natural aislada a partir del endospermo de granos de maíz inmaduros; además desde los años cincuenta ya se tenía conocimiento sobre las citoquininas y su rol sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Heyl et al (2006) explican que las citoquininas naturales más abundantes son derivadas de la adenina, con una cadena lateral isoprenoide; además se detectaron moléculas de citoquininas que llevan una cadena lateral aromática en muchas especies de plantas.

Según Heyl et al (2006), el IPT (Isopentil difosfato transferasa) es la enzima encargada de catalizar la primera etapa de la biosíntesis de citoquininas, ya que es la que transfiere el grupo isopentilo del pirofosfato de dimetilalilo (DMAPP) a la adenosina monofosfato (AMP) para obtener isopentenilo-5-monofosfato (IPMP), este compuesto se transformara en las distintas citoquininas.

Sakakibara (2004) también menciona una segunda vía para la biosíntesis de citoquininas a partir de la degradación del ARNt; ya que dichas moléculas ya transcritas contienen residuos de adenina, los cuales formaran IPMP a partir de las reacciones antes mencionadas.

En lo referente al transporte de citoquininas, Taiz y Zeiger (2006) mencionan que estas se sintetizan en los meristemos apicales, y el movimiento desde las raíces hacia el tallo es mediante el xilema, junto con el agua y los minerales incorporados.

2.6.1 EFECTO DE LAS CITOQUININAS EN LAS PLANTAS

El principal efecto de las citoquininas en las plantas es la regulación de la división celular. Roef y Van Onekelen (2004) explican que las células eucariotas realizan el ciclo celular con el principal propósito de replicar la información contenida en el ADN de la célula y segregarlo en los núcleos de las dos nuevas células hijas; el ADN se replica en la fase S del ciclo celular mientras que la célula se divide en la fase M, existiendo además dos etapas de intervalo de crecimiento (etapas gap) donde se controla la terminación exacta y

completa de la fase anterior. La asociación periódica de proteínas reguladoras, denominadas ciclinas, con quinasas dependientes de la ciclina (CDKs) es la que acciona el ciclo celular en las plantas.

Estudios sobre la evolución del contenido de citoquininas durante la progresión del ciclo celular han determinado la capacidad de sintetizarse en el momento apropiado, así se observó que los análisis de acumulación de citoquininas revelaron aumentos muy repentinos de corta duración en el contenido de citoquininas durante el desarrollo del ciclo celular, siendo las del tipo zeatina las que tuvieron un comportamiento más notable ya que se observaron máximas concentraciones al inicio de la fase G1, al final de la fase G1 hasta inicios de la fase S, al final de la fase S y en la transición de la fase G2 a la fase M (Roef y Van Onekelen 2004).

Por otro lado Taiz y Zeiger (2006) mencionan que las citoquininas promueven la expansión celular de hojas y cotiledones, y regulan el crecimiento de tallos y raíces, esto se demostró aplicando citoquininas a plantas que crecieron bajo la luz y otras que estuvieron en la oscuridad, observándose en ambos casos que hubo crecimiento, además se demostró la influencia de las citoquininas en el desarrollo de los cloroplastos.

Otro efecto importante se observa en el retraso de la senescencia, ya que, a diferencia de hojas nuevas, las hojas viejas contienen gran cantidad de citoquininas, esto se demostró pulverizando citoquininas en un grupo de plantas y se observó que estas mantuvieron el color verde en hojas de avanzada edad, a diferencia de plantas con el mismo desarrollo que no recibieron ninguna aplicación y presentaron hojas amarillentas y caídas (Gan y Amasino 1995; Citado por Taiz y Zeiger 2006).

Skoog y Miller (1965) (Citado por Taiz y Zeiger 2006) explican que en el cultivo de tejidos la relación Auxinas/Citoquininas regula la morfogénesis, así se puede apreciar en los tejidos callosos de la medula en tabaco cuando la relación Auxinas/Citoquininas es alta estimula la formación de raíces, mientras que cuando la relación Auxinas/Citoquininas es baja da lugar a la formación de tallos; una relación intermedia origina el crecimiento de un callo indiferenciado.

2.7. USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA AGRICULTURA

Según Nickell (1994) desde los años cuarenta se han utilizado reguladores de crecimiento de plantas, naturales o sintéticos, con un aumento en el interés de modificar cultivos cambiando la tasa o patrón, o ambos, de su respuesta a cambios internos o externos que gobiernan el desarrollo, desde la germinación hasta la preservación postcosecha, incluyendo el crecimiento vegetativo, desarrollo reproductivo, maduración y senescencia.

Harms y Opplinger (1988) explican que los reguladores de crecimiento de plantas son compuestos orgánicos, diferentes a los nutrientes, que modifican procesos fisiológicos de las plantas; son llamados bioestimulantes o bioinhibidores y actúan dentro de la planta estimulando o inhibiendo enzimas específicas o sistemas de enzimas con el fin de regular el metabolismo de las plantas.

Uno de los principales usos de reguladores de crecimiento es el control de la floración. Nickell (1994) explica que en algunos cultivos es necesario promover la floración o evitar la pérdida de producción cuando existen problemas en la floración, como en el caso de algunos árboles como manzanos, peras y duraznos; en estos casos las aplicaciones externas de auxinas aumenta la inducción floral. Nickell (1994) además menciona que en algunos cultivos anuales como lechuga y rábano la floración se da solo en días largos, por ello se puede promover la floración temprana mediante el uso de giberelinas, este método también es usado en cultivos que requieren temperaturas bajas para florecer como es el caso de las zanahorias y las coles. Harms y Opplinger (1988) además explican que muchos reguladores de crecimiento son usados para la maduración uniforme de la caña de azúcar y también en algodón para lograr una apertura uniforme de bellotas, lo que facilita la cosecha mecánica y mejora la calidad de la fibra.

En lo referente a rendimiento y calidad, Harms y Opplinger (1988) mencionan que las aplicaciones comerciales de hormonas están limitadas al uso de giberelinas, ya que las auxinas y citoquininas aplicadas al suelo o al follaje son rápidamente degradadas por microorganismos e inactiva los productos aplicados. Los mismos autores explican que el ácido giberélico es aplicado vía foliar en uvas sin semillas para incrementar el tamaño de las bayas y disminuir las enfermedades; en manzanas se utiliza para lograr formas más

uniformes; en caña de azúcar para aumentar la longitud entre los nudos y aumentar el rendimiento de azúcar; entre otros usos. Nickell (1994) por su parte explica que el uso de reguladores aumenta la longitud, peso y diámetro de los frutos, esto mejora el rendimiento final y la calidad; el producto más utilizado para este fin es el ácido giberélico.

De Jong et al (2008) mencionan que el cuajado de fruto en tomate es un proceso que depende de una buena polinización y fecundación, y el cual desencadena el programa de desarrollo del fruto a través de la activación de vías de señalización de auxinas y giberelinas. Nickell (1994) además menciona que algunos frutos se desarrollan sin acción del polen como las bananas, las naranjas navel y las piñas, otras en cambio se desarrollan sin fecundación del ovulo pero en presencia de polen como algunas variedades de uvas, para estos casos las aplicaciones de reguladores como auxinas y giberelinas promueven un mayor cuajado de frutos.

Harms y Opplinger (1988) agregan además como funciones importantes: el enraizamiento, la tolerancia a estreses hídricos, la resistencia a enfermedades y la maduración como efectos favorables de la aplicación de reguladores en las plantas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en el fundo “Don German” del Instituto Regional de Desarrollo Costa, de la Universidad Nacional Agraria La Molina; en el cuadro 1 se muestra detalladamente la ubicación del fundo.

Cuadro 1: Localización geográfica del fundo “Don German”

Latitud	12°30'
Longitud	76°50'
Altitud	31 msnm
Departamento	Lima
Provincia	Cañete
Distrito	Cañete
Disponibilidad de Agua	Río Cañete

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Los resultados del análisis de suelo de la parcela experimental se muestran en el cuadro 2. Se puede apreciar que el campo ubicado en el fundo “Don German” es un suelo de textura Franca, libre de carbonatos y clasificado como No Salino (CE=0.61). El contenido de materia orgánica es bajo, una característica muy común en suelos áridos de la costa, donde la materia orgánica se descompone rápidamente, por ello es necesario estercolar los campos al inicio de cada campaña, además se debe incluir una dosis alta de fertilización nitrogenada.

El pH (8.13) es moderadamente alcalino, lo cual indica que podrían presentarse problemas en la disponibilidad de nutrientes en la planta tales como Fe, Mn, Zn, Cu. En lo referente a la disponibilidad de fosforo y potasio, se tiene una alta concentración de fosforo disponible (14.2 ppm), mientras que la concentración de potasio disponible es media (228 ppm.).

La CIC (14.08 cmol/kg de suelo) es baja y se encuentra dentro del rango normal para este tipo de suelo. La relación Ca/Mg (5.85) está en el rango adecuado, sin embargo las relaciones Ca/K (21.7) y Mg/K (3.7) son altas; por ello teniendo en cuenta este valor, es recomendable una fertilización rica en potasio.

Cuadro 2: Análisis de suelo para el IRD Costa, Fundo Don Germán

Característica		Valor	Interpretación
pH		8.13	Moderadamente alcalino
C.E. (dS/m)		0.61	No salino
CaCO₃ (%)		0.00	Libre de carbonatos
M.O. (%)		1.45	Bajo
P (Ppm)		14.2	Alta
K (Ppm)		229	Media
Análisis Mecánico	Arena (%)	50	Clase textural: Franco
	Limo (%)	30	
	Arcilla (%)	20	
CIC (meq/100g de suelo)		14.08	Baja
Cationes Cambiables	Ca⁺ (meq/100g)	11.29	<ul style="list-style-type: none"> • Relación Ca/Mg es adecuada. • Relaciones Ca/K y Mg/K son altas
	Mg⁺ (meq/100g)	1.93	
	K⁺ (meq/100g)	0.52	
	Na⁺ (meq/100g)	0.34	
	Al⁺³ + H⁺ (meq/100g)	0.00	

FUENTE: Laboratorio de Suelos UNALM

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Las características del agua de riego del fundo Don German se muestran en el cuadro 3. Se puede observar que el pH (7.63) es ligeramente alcalino, aceptable en agua para el riego. La conductividad eléctrica (0.58 dS/m) indica que la salinidad no presenta ningún grado de restricción para el uso, a pesar de ello se pueden presentar problemas de estrés en plantas muy sensibles a sales.

El valor del RAS (1.62) indica que la clasificación del agua es de bajo peligro de sodio, por ello puede ser utilizada con la finalidad del riego en la mayoría de suelos sin riesgo a causar destrucción de la estructura.

La clasificación de agua según las normas Riverside es C2-S1, lo que indica que es un agua de salinidad media y bajo contenido en sodio, apta para el riego; en algunos casos será necesario aplicar volúmenes en exceso de agua.

Cuadro 3: Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don Germán

Características	Valor
pH	7.63
C.E. (dS/m)	0.58
Calcio (meq/L)	2.68
Magnesio (meq/L)	0.93
Potasio (meq/L)	0.10
Sodio (meq/L)	2.17
SUMA DE CATIONES	5.88
Nitratos (meq/L)	0.01
Carbonatos (meq/L)	0.00
Bicarbonatos (meq/L)	2.27
Sulfatos (meq/L)	1.81
Cloruros (meq/L)	1.80
SUMA DE ANIONES	5.89
Sodio (%)	36.91
RAS	1.62
Boro (ppm)	0.31
Clasificación	C2-S1

FUENTE: Laboratorio de Suelos UNALM

3.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En el cuadro 4 se muestran las características climáticas en la zona donde se realizó el presente experimento. Se observó un porcentaje promedio de humedad alto y baja precipitación, además la temperatura mínima promedio durante el ensayo fue de 17.52° C y la máxima fue de 24.7°C, encontrándose dentro de un rango adecuado para un correcto desarrollo del cultivo de ají (Ugas et al 2000). En general, estas condiciones no fueron limitantes para el correcto desarrollo del cultivo en estudio.

Cuadro 4: Evolución de las variables meteorológicas de la localidad de Cañete entre enero y junio del 2016

Año	Mes	Temperatura (°C)			Humedad Promedio (%)	Precip. (mm)	ETo (mm)
		Max	Min	Prom			
2016	Enero	26.80	19.93	23.19	84.42	0.00	3.54
	Febrero	28.45	22.09	24.77	85.58	0.00	3.56
	Marzo	28.16	21.25	24.13	86.18	0.00	3.35
	Abril	25.81	19.27	21.92	88.36	0.03	2.64
	Mayo	23.13	16.59	19.29	90.50	0.11	1.74
	Junio	19.86	15.80	17.52	91.69	0.09	-

FUENTE: Estación Meteorológica del Fundo Don German

3.5. DESARROLLO DEL CULTIVO

El cultivo se instaló en un campo de 2 ha, el cual fue previamente sembrado con maíz forrajero. La preparación del terreno se inició tres meses antes del trasplante, y consistió en repetidas labores mecanizadas como el subsolado para eliminar la compactación del terreno, arado para remover la tierra, gradeo para mullir los terrones de tierra, y estercolado. Posteriormente se realizó un nuevo gradeo y un despiedre, para finalizar con un rayado o surcado, el cual fue complementado con la apertura de tomas de agua y un riego de enseñanza.

Se contó con almácigos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, comúnmente llamado ‘Zanahoria’, cuyas semillas se obtuvieron de plantas seleccionadas, libres de plagas y enfermedades y con buenas características genéticas, de la campaña anterior. El trasplante se realizó el día 8 de enero del 2016, contando con el apoyo de 10 personas.

La dosis de fertilización utilizada en la campaña fue de 180 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fosforo y 100 unidades de potasio. Esta fertilización se fraccionó en dos aplicaciones, una después del primer cambio de surco y la segunda durante el segundo cambio de surco. Los fertilizantes empleados en el ensayo se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Lista de fertilizantes empleados en el cultivo de ají.

Fuente	Fórmula	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	33.5			
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄			50	
Fosfato di amónico	(NH ₄) ₂ HPO ₄	18	46		
Sulpomag				22	
Nitrato de calcio	Ca(NO ₃) ₂	15.5			26

El manejo de plagas fue integrado, se instalaron trampas a base de melaza y detergente en los bordes del campo. Los controles fitosanitarios preventivos se iniciaron con la inmersión de las plántulas en una mezcla de insecticida y fungicida para su desinfección. Una vez instaladas las plántulas en el campo se realizó la aplicación de biol en drench para el control de nematodos y cebo tóxico para el control de gusanos de tierra. La aplicación de productos fitosanitarios se realizó en base a las evaluaciones realizadas; a medida que el desarrollo de brotes y hojas iba aumentando, se hicieron aplicaciones periódicas para controlar principalmente a la mosquilla de los brotes (*Prodiplosis longifolia*) que fue la que mayor incidencia presentó, además de *Symmestrichema capsicum*, *Spodoptera* sp. y *Heliothis* sp. En cuanto a la incidencia de hongos fitopatogenos, se observó gran cantidad plantas afectadas por *Phytophthora capsici* y en menor incidencia *Alternaria alternata*, cuyos daños fueron identificados al momento de la cosecha y postcosecha.

La cosecha se inició a partir de los 117 días después del trasplante y tuvo una duración aproximada de dos meses. El detalle de las labores agrícolas realizadas durante el desarrollo de todo el ensayo se presentan en el Anexo n°1.

3.6. MATERIALES

Se contó con materiales de apoyo como: Libreta de campo, cordel, cinta métrica, cal, carrizos, bandejas de almácigo, balanza digital, jabas, mochila manual de 20 L, balde de 20 L, copas medidoras, estufa, vernier y bolsas de papel; Para la preparación de terreno se dispuso de: Tractor John Deere serie 2140, implementos de arado, rastreo, cultivo, subsolador; mochilas atomizadoras, cilindros, pesticidas y fertilizantes foliares, baldes de 20 L, y lampas.

3.7. METODOLOGÍA

La delimitación de las parcelas experimentales fue aplicando cal en líneas a los bordes del campo y en las calles entre unidades experimentales. Esta labor se realizó tres días antes del trasplante, y se tuvo los siguientes criterios para su ubicación; la distancia mínima entre la cabecera del campo y el ensayo fue de diez metros, además la distancia mínima entre los bordes del campo y el ensayo fue de siete metros. La longitud de las calles, así como la separación entre el área del ensayo y el campo comercial fue de un metro. El número de surcos por unidad experimental fue de cuatro, dando un total de 24 surcos, además cada unidad experimental fue rotulada con un cartel indicando el tratamiento y el bloque correspondiente.

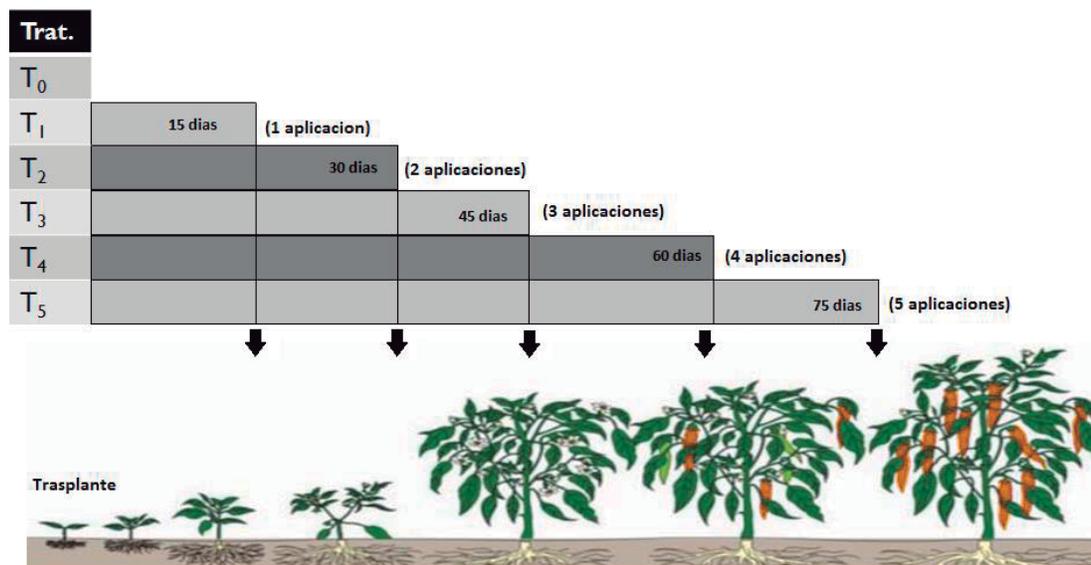
La dosificación del producto trihormonal Biozyme®, elegido para el ensayo, se realizó según las recomendaciones de la etiqueta informativa y en el momento de aplicación según los tratamientos. Para las aplicaciones se dispuso de una mochila manual “Jacto®” de 20 L, además se utilizó un balde para preparar la premezcla que consistía en la dilución del producto en agua y la adición de un surfactante agrícola. Las aplicaciones se realizaron en cada fecha establecida según los tratamientos y en las primeras horas de la mañana.

3.7.1. FACTORES DE ESTUDIO

Se evaluó la aplicación de un regulador de crecimiento, teniendo como fuente un producto trihormonal. Biozyme® es un producto regulador de crecimiento que contiene: auxinas (32.2 mg L⁻¹ de IAA), giberelinas (32.2 mg L⁻¹ de GA₃) y citoquininas (83.2 mg L⁻¹ de zeatina) de origen natural.

La concentración utilizada fue la misma en los diferentes tratamientos: 1.5 mL L⁻¹ de Biozyme® además de 0.5 mL L⁻¹ de surfactante agrícola. Los diferentes tratamientos que se evaluaron y que se resumen en la Figura 1 básicamente consistieron desde una aplicación hasta cinco aplicaciones entre los 15 y 75 días después del trasplante, además de tener un tratamiento testigo sin aplicación del mencionado producto.

Figura 1: Tratamientos evaluados en el ensayo.



Fuente de la imagen: TQC (2015)

3.7.2. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Las características en el campo donde se realizó el ensayo fueron:

- Unidad experimental
 - Ancho: 5.2 m (4 surcos)
 - Longitud: 6 m
 - Área de unidad experimental: 31.2 m²
- Bloque
 - Ancho: 31.2 m (24 surcos)
 - Longitud: 6 m
 - Área de bloque: 187.2 m²
 - Total de bloques: 5
 - Área total de bloques: 936 m²
- Calle
 - Ancho: 31.2 m (24 surcos)
 - Largo: 6 m
 - Área total de calles: 156 m²
- **Área total del experimento: 1092 m²**

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.8.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se instaló siguiendo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que consistió en cinco tratamientos más un tratamiento testigo, y cinco repeticiones o bloques. En la Figura 2 se muestra el croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del ensayo.

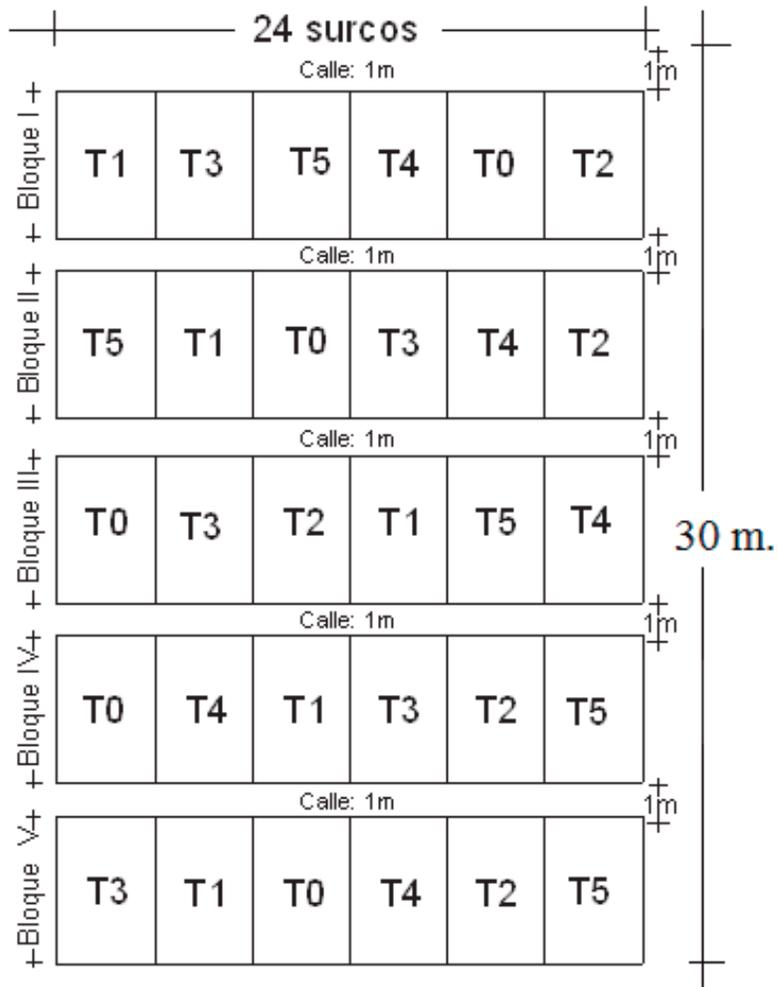


Figura 2: Disposición de los tratamientos y repeticiones en el campo experimental.

El modelo aditivo lineal se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y es la variable respuesta y está compuesta por la media general (μ), el efecto del i-ésimo tratamiento (τ), el efecto del j-ésimo bloque (β) y el efecto del error experimental (ε).

Teniendo un total de 6 tratamientos y 5 bloques, en el Cuadro 6 se muestran los grados de libertad del tratamiento, bloques y del error.

Cuadro 6: Grados de libertad de tratamientos y bloques.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Tratamiento	5	SCTrat	CMTrat	CMTrat/CMError
Bloque	4	SCBloq	CMBloq	
Error	20	SCError	CMError	
Total	29			

3.8.2. TRATAMIENTO ESTADISTICO

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) y las pruebas de comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete Agricolae del software para cómputo estadístico R versión 3.2.3 (R Core Team, 2015).

3.9. EVALUACIONES

Se evaluaron las siguientes características:

- Porcentaje de cuajado de fruto: Se registró la fecha cuando las plantas presentaban 50% de floración y se marcaron 10 flores por unidad experimental, luego de siete días se evaluó el cuaje.
- Número de frutos/planta: Se contabilizó el número de frutos/planta en una planta tomada al azar, al inicio de cosecha por cada unidad experimental.
- Al inicio de cosecha se extrajo una planta al azar de los surcos laterales, y se pesó hojas, tallos y frutos, posteriormente se determinó el porcentaje de materia seca de una muestra de cada órgano.
- Rendimiento: Se pesó y contó el número de frutos en cada cosecha de cada unidad experimental.
- Calidad del Fruto: se consideró la longitud, ancho, peso y número de semillas de diez frutos por unidad experimental por cada cosecha.
- Calidad de la producción: Se establecieron en cada cosecha la clasificación por categorías, de acuerdo a las consideraciones del mercado mayorista y que se muestran en el cuadro 7

Cuadro 7: Categorías de clasificación del ají en el Mercado Mayorista.

Categoría	Características
Extra	Se consideran todos los frutos de ají que no presentan daño alguno, conservan el pedúnculo, tienen el exterior liso, de color uniforme y presentan las siguientes dimensiones (aproximadamente): largo de mayor de 13.5 cm; y ancho igual o mayor a 4.5 cm.
Primera	Se consideran todos los frutos de ají que no presentan daño alguno, conservan el pedúnculo, tienen el exterior liso, de color uniforme y presentan las siguientes dimensiones (aproximadamente): largo de 12 a 13.5 cm; y ancho de 3.5 a 4.5 cm.
Segunda	Se consideran todos los frutos de ají que no presentan daño alguno, conservan el pedúnculo, tienen el exterior liso, de color uniforme y presentan las siguientes dimensiones (aproximadamente): largo de 8.7 a 10 cm; y ancho de 2.8 a 3.4 cm.
Tercera	Se consideran todos los frutos de ají que no presentan daño alguno, conservan el pedúnculo, tienen el exterior rugoso, pueden tener variaciones en su color y sus dimensiones son variables, no se da especificación.
Descarte	Aquellos frutos que aún se encuentran suaves o sobre maduros; presentan daños (mecánicos, insectos o enfermedades). Generalmente no llegan al Mercado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CUAJADO DE FRUTO

En el cuadro 8 se puede apreciar los porcentajes de cuajado de frutos para los 6 tratamientos evaluados. Según la prueba de comparación de medias de Duncan, las medias fueron similares estadísticamente. Sin embargo, se puede apreciar que el tratamiento 5 (cinco aplicaciones de Biozyme®) fue el que presentó mayor porcentaje de cuajado promedio, a comparación del testigo que no recibió aplicación, presentando un 16 % más de frutos cuajados; esto probablemente debido a que la última aplicación de este tratamiento coincidió con la etapa de cuajado de fruto. Los tratamientos 1 y 2 cuyas aplicaciones coincidieron en la etapa vegetativa presentan un leve incremento promedio de 6 % frente al testigo, mientras que los tratamientos 3 y 4 cuyas últimas aplicaciones coincidieron en la etapa de floración tuvieron un pequeño incremento promedio de 3 % en el cuajado de fruto frente al testigo. Sin embargo todos estos valores fueron similares estadísticamente.

Cuadro 8: Porcentaje de cuajado de frutos en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Porcentaje de cuajado de fruto (%)
Testigo	58a*
T1: Biozyme a 15 DDT**	66a
T2: Biozyme a 15 y 30 DDT	62a
T3: Biozyme a 15, 30 y 45 DDT	60a
T4: Biozyme a 15, 30, 45 y 60 DDT	62a
T5: Biozyme a 15, 30, 45, 60 y 75 DDT	74a
Promedio	63,67
CV (%)	19,13

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

De Jong et al (2008) evaluó el cuajado de fruto en el cultivo de tomate; explicando que las auxinas y las giberelinas son reguladores de crecimiento implicados en muchos procesos de desarrollo de toda la planta, sin embargo son los que juegan el mayor rol en el inicio del desarrollo del fruto de tomate, el cual es un proceso muy específico. Los niveles de ambas hormonas se incrementan luego de la polinización, resultando en la activación de genes de respuesta a auxinas y giberelinas, que posteriormente desencadenaran el crecimiento del fruto regulando la división y expansión celular. Por otro lado, Silveira (1986) realizó un ensayo en pimiento cv. 'Lamuyo' (*Capsicum annum* L.) donde probó auxinas (NOA y 2,4-D) y giberelinas (GA_3) a diferentes dosis y en dos diferentes condiciones de temperatura, al inicio y al final del invierno; los resultados indican que las aplicaciones de reguladores después del cuajado de frutos están influenciadas por la temperatura del ambiente, sin embargo, bajo condiciones idénticas de temperatura se obtienen respuestas diferentes a la aplicación de las auxinas y giberelinas. Así se observó que en condiciones de inicio de invierno, donde las temperaturas son bajas, el tratamiento con GA_3 (10 ppm) tuvo un 78% de cuajado de fruto a comparación del tratamiento con auxinas (45 ppm de NOA+ 2.5 ppm de 2,4-D) que obtuvo un porcentaje de 67.8 % de cuajado; Mientras que en condiciones de final de invierno, donde las temperaturas aumentan, el porcentaje de cuajado de fruto aumento en el tratamiento con auxinas (45 ppm de NOA+2.5 ppm de 2,4-D) a 74 % y disminuyo en el tratamiento con giberelinas, pero obtuvo mejor respuesta a mayor concentración de GA_3 (50 ppm) con 71 % de cuajado de fruto.

Ensayos como el realizado por Tiwari et al (2012) en pimiento cv. "Bruinsma wonder" muestran que una combinación de auxinas (IAA) y giberelinas (GA_3) aplicadas sobre flores emasculadas originan un porcentaje de cuajado de 63 %, frente a la aplicación por separado de GA_3 que obtuvo 60 % y IAA que obtuvo 43 %, mientras que las flores solo emasculadas tuvieron un 34 % de cuajado. Un segundo ensayo realizado con la misma variedad y cuyos tratamientos incluyeron la aplicación de paclobutrazol (PCB), un inhibidor de la síntesis de giberelinas, muestra que la aplicación por separado de PCB reduce a 7 % el porcentaje de cuajado mientras que en combinación con IAA se obtiene un 12 %. Solo la aplicación combinada de PCB y GA_3 mantiene un porcentaje de cuajado alto de 88 %. Esto demuestra que las giberelinas tienen un papel esencial en la promoción del cuajado de fruto, mientras que las auxinas lo tienen en el cuajado y desarrollo de fruto.

4.2. FRUTOS POR PLANTA

En el cuadro 9 se muestran los promedios de número de frutos por planta al inicio de la cosecha. El número de frutos varió entre 38 y 69; según la prueba de comparación de Duncan al 5 % no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos. El tratamiento con mayor número de frutos fue el tratamiento 5, que obtuvo un promedio de 69 frutos por planta al inicio de la cosecha, mientras que el menor valor lo obtuvo el tratamiento testigo que no recibió aplicación alguna, con 38 frutos por planta al inicio de la cosecha.

Cuadro 9: Número de frutos por planta en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Numero de frutos por planta
Testigo	38a*
T1: Biozyme a 15 DDT**	41a
T2: Biozyme a 15 y 30 DDT	46a
T3: Biozyme a 15, 30 y 45 DDT	41a
T4: Biozyme a 15, 30, 45 y 60 DDT	56a
T5: Biozyme a 15, 30, 45, 60 y 75 DDT	69a
Promedio	48,4
CV (%)	24,89

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

Belakbir (1998) en su ensayo con pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivar “Bell Pepper” evaluó el rendimiento y la calidad de los frutos en respuesta a la aplicación de bioreguladores, obteniendo que para la variable número de frutos, el tratamiento con Biozyme presentó mayor número de frutos en comparación con las aplicaciones de ácido giberélico (GA₃), ácido naftalenacético (NAA), cloruro de cloromequat (CCC) y el tratamiento testigo, sin embargo este incremento fue en mayoría de frutos no comerciales. El-Sayed (1995) en cambio obtuvo un incremento en el número de frutos de tres cultivares de pimiento, bajo la aplicación de tres niveles de Biozyme®, presentando en los tres

cultivares un aumento en el número total de frutos con una dosis de 2mL L^{-1} , siendo el cultivar 'Blemont' el que mayor número de frutos registro.

Refugio (2007) determinó que la aplicación de cuatro niveles de ácido giberélico en cuatro tratamientos presento menor número de frutos por planta con respecto al tratamiento testigo. Por su parte Valer (2014), obtuvo diferencias altamente significativas en la variable frutos por planta, siendo el tratamiento de aplicación foliar conjunta de ácido giberélico (GA_3) y citoquininas el que registró mayor número de frutos por planta.

4.3. RENDIMIENTO

4.3.1. RENDIMIENTO TOTAL, COMERCIAL Y NO COMERCIAL

El cuadro 10 presenta los rendimientos totales obtenidos, se observa que los mayores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos 3 (tres aplicaciones a los 15, 30 y 45 días) y 1 (una sola aplicación) que obtuvieron 27.07 y 28.72 t ha^{-1} , respectivamente, seguidos por los tratamientos 4 (cuatro aplicaciones) y 5 (cinco aplicaciones) con 25.22 y 24.45 t ha^{-1} , respectivamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre dichos tratamientos según la prueba de Duncan al 5%. El tratamiento 2 (dos aplicaciones) y el testigo presentaron los rendimientos más bajos, con 23.23 y 22.68 t ha^{-1} respectivamente.

En lo referente a rendimiento comercial y no comercial, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 3 el que mayor rendimiento comercial promedio presentó (26.05 t ha^{-1}), mientras que el menor rendimiento comercial lo obtuvo el tratamiento testigo (21.48 t ha^{-1}). Se observa una tendencia marcada en que el tratamiento testigo fue el que mayor cantidad de rendimiento no comercial (o descarte) presentó. El rendimiento no comercial estuvo compuesto por todos los frutos pequeños, suaves o sobre maduros, que presentaron daños (mecánico, por insectos o enfermedades), frutos deformes, entre otras características.

Cuadro 10: Rendimiento total, comercial y no comercial ($t\ ha^{-1}$) de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Producción Total ($t\ ha^{-1}$)	Producción Comercial ($t\ ha^{-1}$)	Producción No Comercial ($t\ ha^{-1}$)
Testigo	22.68a	21.48a	1.2a
T1: 15 DDT**	26.72a	25.69a	1.02a
T2: 15+30 DDT	23.23a	22.51a	0.72a
T3: 15+30+45 DDT	27.07a	26.05a	1.02a
T4: 15+30+45+60 DDT	25.22a	24.4a	0.81a
T5: 15+30+45+60+75 DDT	24.45a	23.63a	0.82a
Promedio	24.89	23.96	0.9317
CV (%)	8.78	8	53.49

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

Crisóstomo (1995) evaluó el efecto de cuatro reguladores de crecimiento en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) cv. ‘Revolucion’ bajo las condiciones del valle de Chancay, utilizando Biozyme, Aminofol, Stimulate y Triggrr; encontró que no existieron diferencias estadísticas significativas durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, ni en los rendimientos de tubérculos por efecto de la aplicación de dichos reguladores. Asimismo, Ataujo (1998) realizó un estudio bajo las condiciones del valle de Huaral, para evaluar el efecto de tres reguladores de crecimiento sobre el rendimiento del cultivo de papa cv. ‘Perricholi’, utilizando Aminofol, Biozyme y Stimulate, encontró que no existen diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de tubérculos por efecto de dichas aplicaciones. Correa (1997), por su parte evaluó el efecto de cuatro reguladores de crecimiento en el cultivo de papa cv. ‘Yungay’ bajo las condiciones del valle del Mantaro, para ello utilizó Agrispon, Biozyme, Ácidos Húmicos y Triggrr, concluyendo que no existen diferencias estadísticas significativas en los rendimientos de tubérculos por efecto de dichas aplicaciones.

Por otro lado, El-Sayed (1995) reporta que la aplicación de Biozyme® en tres cultivares de pimiento, aumentan en 7 % en promedio el rendimiento total a una concentración de $2\ mL\ L^{-1}$ con respecto al tratamiento con una dosis de $1\ mL\ L^{-1}$ aplicados al momento de la

floración; mientras que el rendimiento aumento en casi 21 % con respecto al tratamiento testigo sin aplicación, asimismo el cultivar ‘Blemont’ fue el que mejor rendimiento presentó en todos los casos. Del mismo modo Ruiz (2000) evaluó el efecto de la aplicación de bioreguladores sobre el metabolismo de nitrógeno en plantas de pimiento, los resultados indicaron que la aplicación de Biozyme® incrementa la asimilación de nitrato, y esto se refleja en un mejor rendimiento a comparación de los tratamientos con aminoácidos esenciales y ácido giberélico que no se diferenciaron del tratamiento testigo.

Según el Ministerio de Agricultura y Riegos (2016), el rendimiento promedio nacional de ají escabeche en los meses de enero a marzo del 2016 fue de 10 t ha⁻¹. En el departamento de Lima el rendimiento promedio es 20.5 t ha⁻¹, mientras que el departamento con mayor producción es La Libertad con 25.1 t ha⁻¹. Los rendimientos obtenidos en el presente ensayo (24.8 t ha⁻¹ en promedio) se consideran dentro de un rango aceptable.

4.3.2. RENDIMIENTO COMERCIAL POR CADA COSECHA

En el cuadro 10 se muestran además los rendimientos comerciales obtenidos en cada una de las seis cosechas. En la primera cosecha se observa que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto al rendimiento comercial, el mayor rendimiento promedio se concentró en el tratamiento 3, mientras que el menor rendimiento cuantitativo se observa en el tratamiento 5. En la segunda cosecha no se encontraron diferencias significativas entre los promedios de rendimiento, el mayor valor promedio del rendimiento comercial lo obtuvo el tratamiento 1 con 5.31 t ha⁻¹, mientras que el menor valor promedio se aprecia en el tratamiento 3, con 4.28 t ha⁻¹.

La tercera cosecha fue donde se concentró el mayor rendimiento de toda la campaña, aquí se puede apreciar en lo que respecta a rendimiento comercial los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos 4 y 2 con 7.96 y 7.7 t ha⁻¹ respectivamente, y presentan diferencias estadísticas significativas con el testigo que obtuvo el rendimiento comercial más bajo con 5.31 t ha⁻¹. Los demás tratamientos obtuvieron rendimientos intermedios y similares entre si estadísticamente. En la cuarta cosecha los rendimientos disminuyeron levemente a comparación de la tercera, la mayor producción comercial durante esta cosecha se concentró en el tratamiento 3 con 5.97 t ha⁻¹,

aunque sin diferencias estadísticas significativas; mientras que el menor valor lo obtuvo el tratamiento 5 con 4.57 t ha⁻¹.

La quinta y la sexta cosecha fueron las últimas que se realizaron, en ambos casos el tratamiento 4 presentó mejor rendimiento comercial con 4.68 y 2.34 t ha⁻¹ respectivamente, y se diferencian estadísticamente del tratamiento testigo en cada caso; los demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí, ni con el tratamiento testigo.

Con respecto a la distribución porcentual de las cosechas comerciales se puede apreciar que el comportamiento de la producción fue similar en todos los tratamientos, empezó en un rendimiento bajo y fue aumentando gradualmente hasta la tercera cosecha donde se obtuvo el máximo rendimiento, y posteriormente fue decreciendo hasta la sexta y última cosecha. El mayor porcentaje del rendimiento se concentró en la tercera y la cuarta cosecha, mientras que en la primera y la última cosecha se concentraron porcentajes menores.

Belakbir (1998) en su ensayo con bioreguladores en pimiento cv. 'Bell Pepper' encontró que el mayor rendimiento comercial se obtuvo con los tratamientos a base de Ácido naftalenacético (NAA) y Biozyme®, los cuales presentaron igualdad estadística a comparación de los otros tratamientos con ácido giberélico, cloruro de cloromequat (CCC) y el tratamiento testigo. Sin embargo, fue el tratamiento con Biozyme® el que presentó también mayor producción de frutos No comerciales a comparación de los demás tratamientos, además el tratamiento con NAA fue el que menor rendimiento No comercial obtuvo. Asimismo, Pérez et al (2015) en su ensayo con pimiento dulce (*Capsicum annum* L.) cv 'Incinso' donde evaluó el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la composición de nutrientes, el mayor promedio de frutos comerciales se obtuvo con la aplicación foliar de ácido indol acético (IAA), que fue el único que superó al tratamiento testigo; contrario a esto fue el tratamiento con ácido giberélico (GA₃) que fue el que menor producción comercial presentó, asimismo fue el tratamiento con mayor rendimiento no comercial.

La producción observada en el presente ensayo va de acuerdo a lo reportado por Nuez et al. (1995); que afirma que existe un decrecimiento gradual del cuajado a lo largo de la vida de la planta, mostrando siempre las primeras flores un mejor cuajado, para luego ir disminuyendo; comportamiento que también puede estar influenciado no solo de manera fisiológica, sino también a factores exógenos como la radiación solar y temperatura

Cuadro 11: Rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y su distribución porcentual por cosechas en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Producción Total ($t\ ha^{-1}$)	Rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje de producción en cada cosecha (%)																	
		Cosecha N°1		Cosecha N°2		Cosecha N°3		Cosecha N°4		Cosecha N°5		Cosecha N°6							
		Peso (t)	%	Peso (t)	%	Peso (t)	%	Peso (t)	%	Peso (t)	%	Peso (t)	%						
Testigo	22.68a	1.84a	8.57	4.55a	21.18	5.31b	24.72	5.04a	23.46	3.16b	14.71	1.58b*	7.36						
T1: 15 DDT**	26.72a	1.49a	5.80	5.31a	20.67	7.70a	29.97	5.65a	21.99	3.76ab	14.64	1.77ab	6.89						
T2: 15+30 DDT	23.23a	1.47a	6.53	5.09a	22.61	5.71ab	25.37	3.88a	17.24	4.23ab	18.79	2.11ab	9.37						
T3: 15+30+45 DDT	27.07a	2.08a	7.98	4.28a	16.43	7.96a	30.56	5.97a	22.92	3.84ab	14.74	1.92ab	7.37						
T4: 15+30+45+60 DDT	25.22a	1.53a	6.27	3.89a	15.94	6.74ab	27.62	5.22a	21.39	4.68a	19.18	2.34a	9.59						
T5: 15+30+45+60+75 DDT	24.45a	1.34a	5.67	5.22a	22.09	6.42ab	27.17	4.57a	19.34	4.00ab	16.93	2.08ab	8.80						
Promedio	24.89	1.63	6.78	4.72	19.71	6.64	27.71	5.06	21.10	3.95	16.46	1.97	8.21						
CV (%)	8.78	38.5		42.65		16.01		36.42		22.42		20.88							

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan.

** Días después del trasplante.

4.4. CALIDAD DE FRUTO

En el cuadro 11 se muestran los promedios de peso por fruto, ancho, largo y número de semillas promedio de un fruto según cada tratamiento. En lo referente a la variable peso de fruto, se puede observar que el tratamiento 5 (cinco aplicaciones) es el que mayor peso promedio de fruto obtuvo con 52.94 g y se diferencia estadísticamente del tratamiento testigo, el cual obtuvo el menor valor promedio en peso con 40.84 g; los demás tratamientos no se diferencian estadísticamente entre sí.

Se puede apreciar que en la variable largo de fruto el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) con 12.92 cm, y se diferencia estadísticamente del tratamiento testigo y del tratamiento 1 (una sola aplicación) que obtuvieron los promedios más bajos con 11.98 y 12.08 cm respectivamente, sin embargo, no se diferencia estadísticamente con los demás tratamientos.

Para la variable ancho de fruto se observa que el tratamiento con cinco aplicaciones es el que mayor promedio obtuvo con 3.99 cm, y se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos, con excepción del tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) que es similar estadísticamente con un promedio de 3.83 cm. Asimismo el menor valor lo obtuvo el tratamiento testigo con un promedio de 3.53 cm.

Por su parte en la variable Número de semillas se presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 5 (cinco aplicaciones a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante) el que destaca con mayor promedio de semillas (143 semillas por fruto), respecto al testigo que no recibió aplicación y presentó un promedio de 114 semillas por fruto. Los tratamientos entre uno y cuatro aplicaciones no presentan diferencias estadísticas entre sí, y tampoco con el tratamiento testigo. Esta característica se evaluó con el objetivo de determinar si el número de semillas influyó sobre el peso y tamaño de frutos, por los resultados observados aparentemente están relacionados.

Cuadro 12: Calidad de frutos y número de semillas por fruto en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Calidad de Fruto			
	Peso (g)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Nº de semillas por fruto
Testigo	40.84d	3.53d	11.98c	114b*
T1: Biozyme a 15 DDT**	43.63cd	3.65bcd	12.08bc	123ab
T2: Biozyme a 15 y 30 DDT	44.26cd	3.61cd	12.4abc	124ab
T3: Biozyme a 15, 30 y 45 DDT	46.02bc	3.74bc	12.38abc	127ab
T4: Biozyme a 15, 30, 45 y 60 DDT	50.11ab	3.83ab	12.92a	121ab
T5: Biozyme a 15, 30, 45, 60 y 75 DDT	52.94a	3.99a	12.85ab	143a
Promedio	46.3	3.73	12.44	125.4
CV (%)	7.02	3.84	4.51	14.58

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

Refulio (2007) sostiene que no se encuentran diferencias estadísticas significativas en las variables peso y diámetro de fruto bajo cuatro niveles de ácido giberélico (GA_3), en cambio la longitud del fruto presenta diferencias estadísticas, sobresaliendo los tratamientos con 60 y 30 ppm de ácido giberélico, que son estadísticamente similares. Valer (2014) por su parte obtuvo diferencias altamente significativas para las variables longitud de fruto y “peso promedio de fruto”, siendo en ambos casos los tratamientos con citoquininas y la interacción de ácido giberélico (GA_3) con citoquininas los que mayor promedio presentaron. Con respecto a la variable diámetro de fruto no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Respecto al número de semillas, Varga y Bruinsma (1976) explican la correlación que existe entre el número de semillas y el crecimiento del fruto en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en dicho ensayo se puede observar que cuando existen más de ocho semillas, la relación entre el número de semillas y el peso fresco del fruto está relacionada logarítmicamente; así el número de semillas está en un rango de 10 a 300 semillas, mientras que el peso fresco del fruto se ubica entre un rango de 50 y 170 g.

Por otro lado Mc.Ardle (1983) presentó que la relación entre el número de semillas y el tamaño y curvatura de los frutos de pimiento (*Capsicum annum* L.) cv. ‘Sweet Banana’ obteniendo una relación directa entre el peso total de semillas y el tamaño y longitud de los frutos. Nitsch (1950) determinó que la influencia de los aquenios fecundados en el crecimiento del receptáculo floral en el cultivo de fresa (*Fragaria x Ananasa*) se debe a una producción de auxinas generada por los mismos aquenios.

Marcelis y Baan Hofman-Eijer (1996) en un ensayo donde probaron niveles de polinización para determinar el efecto del número de semillas en la competencia y dominancia entre frutos de *Capsicum annum* L. Dichos autores concluyeron que el número de semillas incrementa con un aumento en la carga de polen; además explican que el número de semillas en un fruto generan una competencia con otro fruto más joven por los nutrientes asimilados disponibles, por otro lado se puede presentar una inhibición en el crecimiento de frutos pequeños debido a las hormonas producidas por frutos más viejos, a este fenómeno se le denomina dominancia.

En el presente ensayo se obtuvieron los mejores resultados en los tratamientos que recibieron aplicaciones al momento de plena floración (T4) y cuajado de fruto (T5), esto refuerza lo mencionado anteriormente, que durante el desarrollo de fruto se requiere de un buen abastecimiento de auxinas y giberelinas que promuevan el cuajado y la expansión celular, y las citoquininas para la división celular. Además, la aplicación de reguladores en ese momento favoreció la formación de semillas.

4.5. CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

En la comercialización del ají escabeche bajo las condiciones del sistema de comercialización peruano son muy importantes las características comerciales externas del fruto, donde se presta mucha atención al tamaño del mismo además de características de color y sanidad. En el cuadro 12 se presentan los promedios de producción según cada categoría en los diferentes tratamientos. En la categoría extra, que se caracteriza por ser los frutos de mayor tamaño, el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) y se diferencia estadísticamente del tratamiento 3 (tres aplicaciones), que fue el que obtuvo el menor promedio.

Las producciones de categorías primera, segunda y tercera no presentaron diferencias estadísticas significativas, en la categoría primera la mayor producción promedio lo obtuvo el tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) mientras que el menor valor lo obtuvo el tratamiento 2 (dos aplicaciones).

En la categoría segunda la mayor producción promedio correspondió al tratamiento 3 (tres aplicaciones), por otro lado, el menor rendimiento promedio se observa en el tratamiento testigo. En lo referente a la categoría tercera la mayor producción lo obtuvo el tratamiento 1 (una sola aplicación) mientras que el menor rendimiento promedio lo obtuvo el tratamiento 2 (dos aplicaciones). Estos resultados indicarían que la aplicación de reguladores en cierta forma mejora la apariencia de los frutos en términos de tamaño, mejorando los rendimientos de calidades superiores como en las categorías Extra y Primera.

Cuadro 13: Distribución de la producción ($t \cdot ha^{-1}$) en las calidades comerciales de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Distribución en categorías comerciales ($t \cdot ha^{-1}$)			
	Extra	Primera	Segunda	Tercera
Testigo	0.36bc	5.11a	13.88a	2.13a*
T1: Biozyme a 15 DDT**	0.36bc	5.77a	16.76a	2.8a
T2: Biozyme a 15 y 30 DDT	0.48abc	4.92a	15.34a	1.77a
T3: Biozyme a 15, 30 y 45 DDT	0.29c	5.92a	17.18a	2.29a
T4: Biozyme a 15, 30, 45 y 60 DDT	0.73a	6.23a	14.57a	2.6a
T5: Biozyme a 15, 30, 45, 60 y 75 DDT	0.62ab	5.68a	15.16a	1.87a
Promedio	0.47	5.61	15.48	2.25
CV (%)	47.21	20.09	4.94	37.72

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

Pérez et al (2015) en su ensayo realizado en pimiento cv. ‘Incinso’ obtuvo que el tratamiento con Ácido Indol acético (IAA) fue el que presentó mayor rendimiento de las calidades “Extra” y “Primera”, mientras que el menor rendimiento lo presentó el tratamiento con Ácido giberélico (GA_3). Por otro lado, las calidades “Segunda” y “Tercera” se presentaron mayoritariamente en el tratamiento Testigo y el tratamiento con IAA que fueron similares estadísticamente.

Csizinszky et al (1990) realizó la aplicación de un bioestimulante a base de citoquininas vía foliar y aplicado al suelo, en el cultivo de tomate, los resultados indicaron que las aplicaciones foliares en conjunto con las aplicaciones al suelo fueron las más efectivas, logrando que se obtenga mayor rendimiento de frutos categoría “Large”, además se obtuvo mejor rendimiento comercial. En el presente ensayo hay una tendencia a que los tratamientos con más aplicaciones presenten mejores calidades de producción (Extra y Primera), mientras que los tratamientos con menor número de aplicaciones presentan mayor rendimiento en las calidades “Segunda” y “Tercera”.

4.6. PORCENTAJE DE MATERIA SECA

En el cuadro 13 se resumen los resultados obtenidos para la variable materia seca de hojas, tallos y frutos. Se observó que no existen diferencias significativas para las variables porcentaje de materia seca en hojas y frutos según la prueba de Duncan al 5 %, mientras que para el porcentaje de materia seca en tallos si se encontraron diferencias estadísticas significativas. En lo referente al porcentaje de materia seca en hojas, el tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) es el que logró el máximo porcentaje con 18.17 %, mientras que el menor valor lo obtuvo el tratamiento 1 (tratamiento con una sola aplicación) con 16.67 %. En frutos los valores variaron de 9.01 % en el tratamiento testigo (sin aplicación) a 10.67 % en el tratamiento con cuatro aplicaciones del regulador.

Cuadro 14: Porcentaje de materia seca (%) en tallos, hojas y frutos de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal (Cañete 2016).

Tratamiento	Porcentaje de Materia Seca (%)		
	Hojas	Tallos	Frutos
Testigo	17.29a	19.38bc	9.01a*
T1: Biozyme a 15 DDT**	16.67a	18.83c	9.54a
T2: Biozyme a 15 y 30 DDT	17.64a	20.42abc	9.91a
T3: Biozyme a 15, 30 y 45 DDT	17.07a	21.14a	9.71a
T4: Biozyme a 15, 30, 45 y 60 DDT	18.17a	20.67ab	10.62a
T5: Biozyme a 15, 30, 45, 60 y 75 DDT	17.3a	21.51a	9.93a
Promedio	17.36	20.33	9.79
CV (%)	6.9	5.75	12.97

*Valores dentro de la misma fila con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 0.05

**DDT = Días después del trasplante

Para el caso de materia seca en tallos, la prueba de comparación de Duncan indica que los tratamientos 3 y 5 mostraron comportamientos estadísticos similares con 21.14 % y 21.51 % respectivamente; y se diferenciaron estadísticamente del tratamiento 1 y el testigo, que presentaron los menores valores con 18.83 % y 19.38 %, respectivamente. Asimismo los valores en los tratamientos 1, 2 y el testigo fueron similares estadísticamente entre sí, mientras que los tratamientos 3, 4 y 5 también fueron estadísticamente similares entre sí.

El-Sayed (1995) en un ensayo evaluó la aplicación de tres dosis de Biozyme® en tres cultivares de pimiento dulce (*Capsicum annum* L.) durante la etapa de floración. Se observa que los mayores promedios de biomasa se obtienen en la dosis más alta de biozyme (2mL.L⁻¹), sin embargo, no presenta diferencias estadísticas significativas. Esto se ajusta a los resultados del presente ensayo, donde los porcentajes más altos de materia seca se obtuvieron en los tratamientos 4 y 5 que presentaron aplicaciones en la etapa de floración y desarrollo del fruto, sin encontrarse diferencia estadística. Ruiz et al (2000) comparo el metabolismo del nitrógeno en plantas de pimiento bajo la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento, obteniendo mayor porcentaje de materia seca con la aplicación de Biozyme®, frente a otros tres tratamientos con aminoácidos esenciales, ácido giberélico (GA₃) y el tratamiento testigo.

Valer (2014) en un ensayo con tres cultivares de pimiento paprika, obtuvo valores de materia seca total y sus componentes hojas, tallos y frutos con diferencias estadísticas entre tres tratamientos, uno con GA₃ (45 ppm), otro con citoquininas (0.25 ppm) y un tercer tratamiento con la mezcla entre ambos (45 ppm de GA₃ + 0.25 ppm de citoquininas), siendo este último el que mayor promedio de materia seca obtuvo (179.4 g/ planta) frente al tratamiento testigo sin aplicación; a diferencia del presente ensayo, estos resultados no representan el porcentaje de materia seca, sino el total de biomasa generada. Por otro lado, Refulio (2007) evaluó la aplicación de cuatro niveles de ácido giberélico (GA₃) sobre plantas de pimiento paprika cv 'Papri Queen', obteniendo que no existe variación estadística en la producción de materia seca total, sin embargo se presentaron diferencias altamente significativo en la producción de materia seca de sus componentes en hojas y en tallos.

V. CONCLUSIONES

- El rendimiento no se vio influenciado por el empleo del regulador de crecimiento trihormonal aplicado en diferentes momentos entre los 15 y 75 días después del trasplante.
- El porcentaje de cuajado y el número de frutos no se vio afectado con el empleo de un regulador de crecimiento trihormonal en los diferentes momentos de aplicación.
- El número de semillas por fruto se vio afectado por el empleo del regulador de crecimiento trihormonal en los diferentes momentos de aplicación, empleando cinco aplicaciones de este producto se logró 21% más semillas con respecto al tratamiento sin aplicación.
- El efecto de las aplicaciones foliares de un regulador de crecimiento trihormonal fue altamente significativo para las variables largo, ancho y peso de cada fruto.
- En relación a la calidad de la producción, solo se encontraron diferencias estadísticas en la categoría “extra”, donde fue el tratamiento 4 el que mayor rendimiento de calidad “extra” obtuvo a comparación del tratamiento testigo.
- El mayor porcentaje de materia seca en tallos lo obtuvo el tratamiento 4 (cuatro aplicaciones) que se diferenció estadísticamente del tratamiento testigo, mientras que para el porcentaje de materia seca en hojas y frutos no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

VI. RECOMENDACIONES

- Replicar el ensayo aplicando diferentes dosis del producto en las etapas con mejores resultados según el presente ensayo para optimizarlos.
- Aplicar el producto trihormonal una sola vez en las etapas fenológicas de los tratamientos que mejor resultados originaron.
- Utilizar otras fuentes de reguladores de crecimiento y probarlas en diferentes variedades de *Capsicum*, en las etapas que mejores resultados presentaron en el presente ensayo para optimizarlos.
- Probar cada tipo de regulador de crecimiento por separado.
- Realizar estudios para determinar la influencia de la densidad de plantas en la respuesta a aplicaciones de reguladores de crecimiento, ya que en el presente ensayo esta fue una limitante.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ataujo, A. 1998. Efecto de tres fitoreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* cv, "Perricholi") en dos distanciamientos de siembra. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. 102 p.
2. Belakbir, A. 1998. Yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annum* L.) in response to bioregulators. HortScience 33(1):85-87.
3. Blázquez, M. Leon, J. 2006. Reproductive development. In Hedden, P. and Thomas, S. eds. Plant Hormone Signaling. Oxford. UK. Blackwell. p. 293-311.
4. Bosland, P. DeWitt, D. 2009. The complete chile pepper book: A gardener's guide to choosing, growing, preserving and cooking. Oregon, US. Timber Press. 336p.
5. Cleland, R. 2004. Auxin and cell elongation. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 204-220.
6. Cohen, J. Grey, W. 2006. Auxin metabolism and signaling. In Hedden, P. and Thomas, S. eds. Plant Hormone Signaling. Oxford. UK. Blackwell. p. 37- 67.
7. Correa, J. 1997. Efecto de la aplicación de cuatro fitoreguladores en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la sierra central. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. 113 p.
8. Crisóstomo, N. 1995. Efecto de cuatro fitoreguladores en el crecimiento y rendimiento de la papa (*S. tuberosum* L. cv. Revolución) en la costa central. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. 103 p.
9. Csizinszky, A. Stanley, C. and Clark, G. 1990. Foliar and soil applied bioestimulants studies with microirrigated pepper and tomato. Proc. Fla. State. Hort. Soc.103:113-117.
10. Davies, P. 2004. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 1-35
11. El-Sayed, S. 1995. Response of three sweet pepper cultivars to Biozyme under unheated plastic house conditions. Sci Horti 61 (1995) 285-290.
12. Eshbaugh, W. 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). Brittonia 1(22):31-43.

13. Harms, C. Osplinger, E. 1988. Plant growth regulators: Their use in crop production. North Central Region Extension Publication 303. Wisconsin. US. 6p
14. Heyl, A. Werner, T. and Schmulling, T. 2006. Cytokinin metabolism and signal transduction. In Hedden, P. Thomas, S. eds. Plant Hormone Signaling. Oxford. UK. Blackwell. p. 93-125.
15. Hopkins, W. Hüner, N. 2008. Introduction to Plant Physiology. 4ed. New Jersey, US. Wiley. 523p.
16. Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas (ITINTEC). 1975a. NTP 011.112:1975. Hortalizas. Aji Escabeche. Lima-Peru. 6p.
17. Marcellis, L.F.M. Baan Hofman-Eijer, L.R. 1996. Effect of Seed Number on Competition and Dominance among Fruit in *Capsicum annum* L. Annals of Botany 79: 687-693, 1997
18. McArdle, R. 1983. The Relationship of number and position of seeds to fruit size and curvature in *Capsicum annum* L. J. Agric. Sci., Camb. (1984), 102, 509-510.
19. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2016. Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola. 94p.
20. Nicho, P. Malasquez, P. 1995. Cultivo de ají escabeche en el valle de Chancay-Huaral. Lima, PE. Instituto Nacional De Investigación Agraria, INIA. 20 p.
21. Nicho, S. P. 2004c. Cultivo de ají escabeche. INIA PNI- Hortalizas. Lima- Perú. 1p.
22. Nickell, L. 1994. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 14 p.
23. Nitsch, J. 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. American Journal of Botany, Vol. 37, No. 3 (Mar., 1950), pp. 211-215.
24. Normally, J. Slovin J. Cohen, J. 2004. Auxin biosynthesis and metabolism. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 36-62.
25. Nuez, F; Gil, R. Costa, J. 1995. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, ES. Ediciones Mundi-Prensa. 607 p.
26. Osborne, D. McManus, M. 2005. Hormones, Signals, and Target Cells in Plant Development. Cambridge. UK. Cambridge University Press. 254 p.
27. Perez, M. Pazos, M. López, J. Galvez, A. Varó, P. 2015. Foliar application of plant growth regulators changes the nutrient composition of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) Sci. Horti. 194 (2015) 188–193.

28. Refulio, R. 2007. Efecto de la aplicación de Ácido Giberelico y de Fe, Mn y Zn en el rendimiento del cultivo de pimiento pprika (*Capsicum annuum* L.) bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agr.. Universidad Nacional Agraria La Molina. 117p.
29. Roef, L. Van Onckelen, H. 2004. Cytokinin regulation of the cell division cycle. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 241-261.
30. Ruiz, J. Castilla, N. Romero L. 2000. Nitrogen Metabolism in Pepper Plants Applied with Different Bioregulators. J. Agric. Food Chem. 2000, 48, 2925-2929.
31. Russo, V. 2012. Peppers: Botany, Production and Uses. Oklahoma. US. CABI. 309p.
32. Sakakibara, H. 2004. Cytokinin biosynthesis and metabolism. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 95-114.
33. Sponsel, V. Hedden, P. 2004. Gibberellin biosynthesis and inactivation. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 63-94.
34. Taiz, L. Zeiger, E. 2006. Fisiología Vegetal. 3ed. Castelló de la Plana, ES. Universitat Jaume. 2v. 600 p.
35. Thomas, S. Hedden, P. 2006. Gibberellin metabolism and signal transduction. In Hedden, P. and Thomas, S. eds. Plant Hormone Signaling. Oxford. UK. Blackwell. p. 147-185.
36. Ugas, R. Siura, S. Delgado De La Flor, F. Casas, A. y Toledo, J. 2000. Datos Básicos de Hortalizas. Lima, PE. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina. 202 p.
37. Ugas, R. Mendoza, V. Aragon, J. Chu, J. Franco, J. Canchari, E. Llerena, R. 2012 El Punto de Ají, Investigaciones en Capsicums nativos. Programa de Hortalizas UNALM. 26 p.
38. Valer, W. 2014. Efecto de la aplicación de ácido giberélico y citoquininas en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento para paprika (*Capsicum annuum* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. 124 p.
39. Varga, A. Bruinsma, J. 1976. Roles of seeds and auxins in tomato Fruit Growth. Department of Plant Physiology, Agricultural University, Wageningen, the Netherlands. 10 p.

40. Woodger, F. Jacobsen, J. Gubler, F. 2004. Gibberellin action in germinating cereal grains. In Davies, P. eds. Plant Hormones, Biosynthesis, Signal transduction, Action. Massachusetts. US. Kluwer Academic. p. 221-240.
41. 23rd International Pepper Conference (2016, Trujillo, Peru). 2016. Gomez, R. Capsicum Peruanos: Analisis y Retos. ADEX. PE. 51 diapositivas.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Actividades realizadas durante el ensayo en “ají escabeche” (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fecha	Días desde el inicio de actividades	Días después del trasplante	Labores
24/10/2015	0		Inicio de preparación de terreno.
12/12/2015	49		Siembra de plantines.
05/01/2016	93		Delimitación de las parcelas.
08/01/2016	94	0	Trasplante de plantines (Desinfección con Oxamante, Homai y Vydate).
10/01/2016	96	2	Primero Riego.
14/01/2016	100	6	Aplicación de Biol.
18/01/2016	104	10	Segundo Riego
21/01/2016	107	13	Aplicación de insecticida (Absolute, Zuker y Tifón).
23/01/2016	109	15	Primera aplicación de Reguladores (T1, T2, T3, T4, T5).
25/01/2016	111	17	Aplicación de insecticida y micronutrientes (Absolute, Zuker, Bayoneta y Fetrilon Combi) – Tercer Riego
27/01/2016	113	19	Deshierbo.

28/01/2016	114	20	Instalación de trampas de melaza y detergente en el cultivo.
30/01/2016	116	22	Aplicación de insecticida y anti estrés (Absolute, Movento, Bayoneta, Deltaplus y Aminokel).
01/02/2016	118	24	Deshierbo.
05/02/2016	122	28	1º Fertilización (Nitrato de Amonio, Sulfato de Potasio, F.D.A., Sulpomag y Guano).
06/02/2016	123	29	Segunda Aplicación de Reguladores (T2, T3, T4, T5).
07/02/2016	124	30	Primer cambio de surco.
08/02/2016	125	31	Cuarto Riego
15/02/2016	132	38	Aplicación de insecticida, micronutrientes y anti estrés (Bayoneta, Zuker, Abamin, Absolute, Fetrilon Combi, Aminokel).
16/02/2016	133	39	Deshierbo.
17/02/2016	134	40	Quinto Riego
20/02/2016	137	43	Tercera Aplicación de Reguladores (T3, T4, T5).
25/02/2016	142	48	Aplicación de insecticida y micronutrientes (Movento, Absolute, Bayoneta, Tifon y Fetrilon Combi).
05/03/2016	152	53	2º Abonamiento (Nitrato de Amonio, F.D.A., Sulfato de Potasio, Nitrato de Potasio, Guano de la Isla).
06/03/2016	156	57	Segundo cambio de surco.
07/03/2016	157	58	Cuarta Aplicación de Reguladores (T4, T5).
08/03/2016	158	59	Sexto Riego

10/03/2016	160	61	Aplicación de insecticida (Absolute, Bayoneta, Tifón).
15/03/2016	165	66	Marcado de Flores para evaluar cuajado.
16/03/2016	166	67	Aplicación de insecticida y anti estrés (Absolute, Skirla, Bayoneta, Lufeagrín y Aminokel).
22/03/2016	172	73	Quinta aplicación de Reguladores (T5).
24/03/2016	174	75	Deshierbo.
26/03/2016	176	77	Aplicación de insecticida (Skirla, Bayoneta y Tifón).
27/03/2016	177	78	Séptimo Riego
06/04/2016	187	88	Aplicación de insecticida (Bayoneta, Lufeagrín y Tifon).
11/04/2016	192	93	Octavo Riego
18/04/2016	199	100	Aplicación de herbicida (Super herbox).
18/04/2016	199	100	Aplicación de insecticida, fungicida y anti estrés (Bayoneta, Puncher, Alliete y Circus).
19/04/2016	200	101	Aplicación de insecticida (Tifon, Lufeagrín Bayoneta y Absolute).
24/04/2016	205	106	Noveno Riego
29/04/2016	210	111	Aplicación de insecticida (Skirla, Tifon y Lufeagrín).
02/05/2016	213	114	Contabilización de frutos cuajados.
03/05/2016	214	115	Décimo Riego
04/05/2016	215	116	Medición de pesos para materia seca, muestras frescas y

6			Nº de frutos.
05/05/201 6	216	117	Primera Cosecha.
10/05/201 6	221	122	Aplicación de insecticida (Tifon, Lufeagrín Bayoneta y Absolute).
11/05/201 6	222	123	Onceavo Riego
16/05/201 6	227	128	Segunda Cosecha
22/05/201 6	233	134	Aplicación de insecticida (Tifon, Lufeagrín Bayoneta y Absolute).
25/05/201 6	236	137	Aplicación de insecticidas: (Skirla, Tifon y Lufeagrín).
27/05/201 6	238	139	Doceavo Riego
30/05/201 6	241	142	Tercera Cosecha.
06/06/201 6	248	149	Cuarta Cosecha.
07/06/201 6	249	150	Abonamiento.
14/06/201 6	256	157	Quinta cosecha.
21/06/201 6	263	164	Sexta Cosecha.

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 2: Cuadro ANVA del Porcentaje de cuajado de frutos en en ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	816,7	163,3	1,101	0,3907	ns
Bloques	4	2913,3	728,3	4,91	0,00636	**
Error experimental	20	2966,7	148,3			
Total	29	6696,7				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 19.12966%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo 3: Cuadro ANVA del número de frutos/planta en la primera cosecha en ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	67,35	13,47	1,629	0,198	ns
Bloques	4	67,16	16,79	2,031	0,129	ns
Error experimental	20	165,34	8,267			
Total	29	299,85				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 24.89356%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 4: Cuadro ANVA del largo de fruto en ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	3,744	0,7487	2,378	0,0757	.
Bloques	4	0,42	0,105	0,334	0,8521	ns
Error experimental	20	6,297	0,3149			
Total	29	10,461				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 4.512102%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 5: Cuadro ANVA del ancho de fruto en ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,6935	0,13871	6,766	0,000767	***
Bloques	4	0,3277	0,08194	3,997	0,015299	*
Error experimental	20	0,41	0,0205			
Total	29	1,4312				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 3.843741%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 6: Cuadro ANVA del peso de fruto de el ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	498,8	99,76	9,434	0,0000968	***
Bloques	4	75,7	18,94	1,791	0,17	ns
Error experimental	20	211,5	10,57			
Total	29	786				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 7.023103%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo 7: Cuadro ANVA de numero de semillas en ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	2281	456,1	1,363	0,28	ns
Bloques	4	1627	406,7	1,216	0,335	ns
Error experimental	20	6692	334,6			
Total	29	10600				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 14.58303%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 8: Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca de fruto en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	7,03	1,406	0,872	0,517	ns
Bloques	4	9,44	2,359	1,463	0,251	ns
Error experimental	20	32,24	1,612			
Total	29	48,71				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 12.97456%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo 9: Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca en hojas de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	6,502	1,3	0,906	0,497	ns
Bloques	4	8,701	2,175	1,515	0,236	ns
Error experimental	20	28,717	1,436			
Total	29	43,92				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 6.904291%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 10: Cuadro ANVA del porcentaje de materia seca en el tallo de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	26,49	5,298	3,879	0,0128	*
Bloques	4	4,06	1,015	0,743	0,5739	ns
Error experimental	20	27,32	1,366			
Total	29	57,87				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 5.750331%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 11: Cuadro ANVA del rendimiento total en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,3396	0,06792	0,624	0,683	ns
Bloques	4	0,5383	0,13456	1,236	0,327	ns
Error experimental	20	2,177	0,10885			
Total	29	3,0549				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 8.776981%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 12: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,2658	0,05315	0,712	0,622	ns
Bloques	4	0,3847	0,09618	1,287	0,308	ns
Error experimental	20	1,4941	0,07471			
Total	29	2,1446				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 8.0056%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 13: Cuadro ANVA del rendimiento No Comercial en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,785	0,1569	0,627	0,681	ns
Bloques	4	0,441	0,1102	0,44	0,778	ns
Error experimental	20	5,006	0,2503			
Total	29	6,232				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 53.48812%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo 14: Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “extra” en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,7291	0,14582	2,916	0,039	*
Bloques	4	0,0566	0,01415	0,283	0,886	ns
Error experimental	20	1,0002	0,05001			
Total	29	1,7859				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 47.21203%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo 15: Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “primera” en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	6,186	1,237	0,975	0,457	ns
Bloques	4	4,758	1,19	0,938	0,462	ns
Error experimental	20	25,366	1,268			
Total	29	36,31				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 20.0913%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 16: Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “segunda” en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,02103	0,004206	0,788	0,57	ns
Bloques	4	0,03415	0,008538	1,601	0,213	ns
Error experimental	20	0,10668	0,005334			
Total	29	0,16186				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 4.9449%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 17: Cuadro ANVA del rendimiento en la categoría “tercera” en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	4,074	0,8147	1,135	0,374	ns
Bloques	4	1,178	0,2946	0,411	0,799	ns
Error experimental	20	14,351	0,7175			
Total	29	19,603				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 37.72041%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 18: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la primera cosecha de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	7,7	1,539	0,382	0,855	ns
Bloques	4	4,72	1,18	0,293	0,879	ns
Error experimental	20	80,56	4,028			
Total	29	92,98				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 38.51262%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 19: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la segunda cosecha de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	1,915	0,3829	0,978	0,455	ns
Bloques	4	2,327	0,5817	1,485	0,244	ns
Error experimental	20	7,833	0,3917			
Total	29	12,075				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 42.65008%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 20: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la tercera cosecha de ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0,6164	0,12328	1,725	0,175	ns
Bloques	4	0,4712	0,1178	1,648	0,201	ns
Error experimental	20	1,4294	0,07147			
Total	29	2,517				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 16.01364%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 21: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial de la cuarta cosecha de ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	14,62	2,924	0,868	0,52	ns
Bloques	4	4,96	1,24	0,368	0,829	ns
Error experimental	20	67,4	3,37			
Total	29	86,98				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 36.42242%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 22: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la quinta cosecha de ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	6,37	1,2739	1,647	0,194	ns
Bloques	4	5,031	1,2577	1,626	0,207	ns
Error experimental	20	15,471	0,7735			
Total	29	26,872				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 22.42115%

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 23: Cuadro ANVA del rendimiento Comercial en la sexta cosecha de ají escabeche (*C. baccatum var. pendulum*), empleando un regulador de crecimiento trihormonal. Cañete (2016).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	1,738	0,3475	2,083	0,11	ns
Bloques	4	1,314	0,3286	1,969	0,138	ns
Error experimental	20	3,337	0,1669			
Total	29	6,389				

ns = no significativo; * = significativo al 0.05 de probabilidad; ** = altamente significativo al 0.01 de probabilidad.

CV%= 20.8843%

FUENTE: Elaboración propia.