

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFEECTO DE DIFERENTES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD
CANARIO 2000 EN EL VALLE DE MOQUEGUA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Rogelio Leandro Pari Nina

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía


EFFECTO DE DIFERENTES BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD
CANARIO 2000 EN EL VALLE DE MOQUEGUA

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Mayo del 2012; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


Dra. Rosario Zegarra Zegarra

SECRETARIO:


Mgr. Virgilio Vildoso Gonzales

MIEMBRO:


Ing. Aristides Choquehuanca Tintaya

ASESOR:


MSc. Magno Robles Tello

Dedicatoria

En Primer lugar a mi Madre Teodora Ernestina

Nina Cruz Por La Confianza y el

Gran esfuerzo que hizo posible la culminación

De mi Carrera Universitaria.

A mi Padre Vicente Pari Hila

Y mi hermana Lucila Pari

Nina por su apoyo hacia mí.

A mi esposa Valentina Maria Mamani Calizaya

Y mi hijo Roger Moises Pari Mamani

Motivo de mi superación y esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores de la escuela Académico Profesional de Agronomía porque con su esmero y orientación han contribuido en mi formación profesional.

Un agradecimiento muy especial a mis siguientes docentes: MSc. Magno Robles Tello, Dra Rosario Zegarra Zegarra, Mgr. Virgilio Vildoso Gonzales e Ing. Arístides Choquehuanca Tintaya por su apoyo y aliento para la culminación de la presente tesis.

A todos mis compañeros de promoción con quienes compartí momentos gratos en la Universidad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Índice de tablas	x
Índice de cuadros	xi
Índice de figuras	xii
Resumen	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación y sistematización del problema	5
1.3. Delimitación de la investigación	6
1.4. Justificación	7
1.5. Limitaciones	8
CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
2.1. Objetivos	9
2.1.1. Objetivo general	9

2.1.2. Objetivos específicos	9
2.2. Hipótesis	10
2.2.1. Hipótesis general	10
2.2.2. Hipótesis específicas	10
2.3. Variables	10
2.3.1. Diagrama de variables	10
2.3.2. Indicadores de variables	11
2.3.3. Operacionalización de variables	12
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	13
3.1. Conceptos generales y definiciones	13
3.1.1. Ubicación taxonómica de la especie	13
3.1.2. Características morfológicas del cultivo de frejol	14
3.1.3. Características agroclimáticas del cultivo de frejol	15
3.1.3.1. Suelo y clima	15
3.1.3.2. Semillas y variedades	16
3.1.3.3. Preparación de suelo	17
3.1.3.4. Semilla	17
3.1.3.5. Fertilización	18
3.1.3.6. Cosecha	18
3.1.3.7. Almacenamiento	19

3.1.3.8. Rendimiento	20
3.1.3.9. Importancia del cultivo	20
3.1.3.10. Factores climáticos	22
3.2. Enfoques teóricos – técnicos	25
3.2.1. Bioestimulantes	25
3.2.2. Importancia de los bioestimulantes	26
3.2.3. Hormonas de crecimientos	27
3.2.4 Micronutrientes	29
3.2.5. Macronutrientes	29
3.2.6. Los bioestimulantes foliares y su influencia en la producción	29
3.2.6.1. Beneficios del uso de los bioestimulantes foliares	30
3.3. Marco referencial	31
3.3.1. Uso de bioestimulantes en cultivos agrícolas	31
3.3.2. Fertilización foliar	37
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	41
4.1. Tipo de investigación	41
4.2. Población y muestra	41
4.3. Material experimental	44
4.3.1. Características de la variedad canario 2000	44
4.3.2. Tratamientos	46

4.3.3. Descripción de los bioestimulantes	46
4.4. Variables de respuesta	53
4.5. Diseño experimental	54
4.6. Características del campo experimental	55
4.7. Manejo del experimento	56
4.8. Técnicas aplicadas en la recolección de la información	60
4.8.1. Observación directa	60
4.8.2. Instrumentos	60
4.9. Métodos estadísticos utilizados	60
CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	61
5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
5.1.1. Resultados	61
5.1.2. Discusión	70
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	79
ANEXOS	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables	12
Cuadro 2: Análisis de varianza de altura de planta (cm) del cultivo de frejol variedad canario 2000	61
Cuadro 3. Análisis de varianza de número de vainas por planta del cultivo de frejol variedad canario 2000	62
Cuadro 4. Análisis de varianza de número de granos por vainas por planta del cultivo de frejol variedad canario 2000	63
Cuadro 5. Análisis de varianza de días a la madurez del cultivo de frejol variedad canario 2000	64
Cuadro 6. Prueba de significación de Duncan para días a la madurez de la variedad de frejol canario 2000	65
Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de 100 semillas de frejol variedad canario 2000	66
Cuadro 8. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) variedad canario 2000	67
Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan rendimiento (t/ha) de frejol	68
Cuadro 10. Análisis de correlación lineal (r) entre el rendimiento (t/ha) y las demás variables en estudio	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido promedio de nutrientes en 100 g de frejol	21
Tabla 2. Análisis físico- químico del suelo del área experimental, sector San Antonio valle de Moquegua (2010)	42
Tabla 3. Datos meteorológicos sector San Antonio valle de Moquegua (2010) .	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Número de vainas por planta	89
Anexo 2. Altura de planta	89
Anexo 3. Peso de 100 semillas	90
Anexo 4. Número de granos por vaina	90
Anexo 5. Días a la madurez	91
Anexo 6. Rendimiento (t/ha)	91

RESUMEN

La presente tesis “Efecto de Diferentes Bioestimulantes en el Rendimiento del Cultivo de Frejol (*phaseolus vulgaris*) Variedad Canario 2000 en el Valle de Moquegua”, se realizó en el valle de Moquegua, sector San Antonio, con la finalidad de evaluar el efecto de 5 bioestimulantes en el rendimiento de frejol variedad canario 2000 el material experimental que se utilizó fue la variedad de frejol canario 2000 y 5 tratamientos a base de bioestimulantes: T₁: Kelpac T₂ Pix; T₃: Biozyme; T₄: Aminofol; T₅: Stigern y un testigo T₀: Sin aplicación. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos aleatorios con 6 tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados demostraron que para el rendimiento (t/ha) los tratamientos T₅ Stigern; T₂ Pix y T₃ Biozyme con 1,82; 1,77 y 1,54 t/ha. En cuanto a las características agronómicas: Altura de planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas no hubo significación estadística, sin embargo en el número de días a la madurez el tratamiento T₀ sin aplicación tuvo el mayor número de días a la madurez con un promedio de 132,75 días.

ABSTRACT

The present thesis " Effect of Different Bioestimulantes in the Yield of the Culture of Bean (*Phaseolus vulgaris*) Variety Canary 2000 in Moquegua's Valley ", realized in Moquegua's valley, sector San Antonio, with the purpose of evaluating the effect of 5 bioestimulantes in the yield of bean variety Canary 2000 the experimental material that was in use was the variety of Canary bean 2000 and 5 treatments based on bioestimulantes: T1: Kelpac T2 Pix; T3: Biozyme; T4: Aminofol; T5: Stigern and a witness T0: Without application. The experimental used design was of complete random blocks with 6 treatments and four repetitions. The results demonstrated that for the yield (t/ha) the treatments T5 Stigern; T2 Pix and T3 Biozyme with 1,82; 1,77 and 1,54 t/ha. As for the characteristics agronómicas: Height of plant, number of grains for pod and weight of 100 seeds there was no statistical significance, nevertheless in the number of days to the maturity the treatment T0 without application had the major number of days to the maturity with an average of 132,75 days.

INTRODUCCIÓN

El valle de Moquegua es una zona productora de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), Los agricultores del valle de Moquegua no cuentan con una cultura de uso eficiente de los bioestimulantes, las cualidades y desventajas de estos lo que conlleva en una utilización exagerada o en forma deficiente de los productos sintéticos antes mencionados.

Para dar respuesta al problema el estudio contiene 5 secciones que fueron estructurados en razón a los esquemas de redacción científica existentes pero a la par permitiendo desarrollar el análisis de la forma más certera posible.

El primero de los capítulos: introducción nos expone información inicial básica de la naturaleza de investigación y amplia el problema observado y que determinó mi interés por desarrollar el trabajo expuesto.

En el segundo capítulo definimos el planteamiento y formulación del problema, los objetivos e hipótesis de la presente investigación, la

justificación por la cual se realizó la presente investigación y la operacionalización de las variables.

En el tercer capítulo se describe el marco teórico referente al tema de estudio, así como el marco referencial, constituido por trabajos referidos a temas de investigación.

En el cuarto capítulo se especifica el diseño de investigación así como la metodología utilizada para obtener los datos e información que permitan validar o no las hipótesis planteadas. Los datos fueron obtenidos por la encuesta, cuya información fue procesada utilizando indicadores estadísticos descriptivos y correlacionales, presentados en el quinto capítulo de resultados y discusión que nos lleva a concluir en el sexto capítulo a las conclusiones y recomendaciones

.

El último capítulo contiene la lista de aportes bibliográficos utilizados en la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.4. Planteamiento del problema

La región Moquegua cuenta con 156 has cultivadas de frejol durante el presente año y con un rendimiento promedio 1,300 kg/ha y en el Perú se producen cerca de 80 mil t de frijol, en una superficie de 75 mil ha, siendo las variedades más reconocidas el frijol variedad canario grano seco (80%) y el frijol castilla (18%). El porcentaje restante lo aportan los frijoles de palo y loctao. Los rendimientos, para los dos primeros, son de 1,020 y 1,150 kg/ha, respectivamente.

El 40% de la producción para consumo interno se concentra en Cajamarca, Arequipa y Loreto; mientras que Lambayeque, Lima, Piura, San Martín y Ucayali producen variedades de exportación, como el frijol castilla, cuya producción alcanzó las 19 mil t durante el año 2010. Los costos de producción para una hectárea están entre US\$700 y US\$850, dependiendo de la variedad y el tipo de tecnología utilizada.

Una de las vías para obtener rendimientos satisfactorios en la producción agrícola es la obtención de productos naturales que estén en perfecta armonía con el medio ambiente sin ocasionar contaminación química, entre los cuales ocupan un lugar importante los bioestimulantes

Las hormonas de uso agrícola se clasifican en auxinas, giberlinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico, los tres primeros reguladores aceleran el crecimiento de las plantas mientras que el ácido abscísico inhiben el crecimiento celular y la fotosíntesis, el etileno ha sido implicado en la maduración, abscisión, dormancia, floración. Estos interesantes productos, tienen como cualidades, estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento.

En la práctica, los usuarios desconocen el real efecto de los bioestimulantes que oferta el mercado destinados a la producción de frejol, situación en la que se enmarcara la presente investigación

Diversos bioestimulantes se comercializan en Perú con el objetivo de mejorar los resultados en cultivos. La mayoría de ellos son producidos a partir de algas marinas y la presente tesis que sustenta su uso se basa en la presencia de fitohormonas naturales que actuarían estimulando el desarrollo radicular, y mejorando la absorción de agua y nutrientes.

1.5. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de frejol variedad canario 2000 (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle de Moquegua?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las características agronómicas del cultivo de frejol a la aplicación de diferentes bioestimulantes?

¿Cuál de los bioestimulante tendrá mayor efecto en el rendimiento del cultivo de frejol?

1.6. Delimitación de la investigación

1.3.1. Teórica

Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de frejol variedad canario 2000 (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle de Moquegua

1.3.2 Espacial

La Investigación se realizó el valle de Moquegua, sector San Antonio, cuya ubicación geográfica es:

- Altitud : 1,420 m.s.n.m
- Latitud sur : 17° 10 32”
- Longitud oeste : 70° 55 55”
- Sector : San Antonio
- Fundo : Cerro Blanco

1.3.3 Temporal

La investigación se llevó a cabo durante el mes de mayo del año 2012 a Agosto del año 2012

1.4. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas que ocupa un lugar importante en la alimentación básica de la población peruana, por su alto contenido de proteína aminoácidos esenciales vitaminas y minerales y también aportan al suelo considerables cantidades de nitrógeno en fijación simbiótica.

Diversos bioestimulantes se comercializan en Perú con el objetivo de mejorar los resultados en cultivos. La mayoría de ellos son producidos a partir de algas marinas y la tesis que sustenta su uso se basa en la presencia de fitohormonas naturales que actuarían estimulando el desarrollo radicular, y mejorando la absorción de agua y nutrientes

Por otro lado, el presente trabajo pretende establecer que la adición de bioestimulantes redundan en aumentar la producción de frejol de calidad que puedan ser ofertados a los de mercados regionales y nacionales, posibilitando un mejor ingreso a los agricultores en el valle de Moquegua.

1.5. LIMITACIONES

La principal limitación e de la presente investigación es que no existen antecedentes de estudio, en la región Moquegua

CAPITULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de frejol variedad canario 2000 (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle de Moquegua.

2.1.2. Objetivos específicos

Evaluar las características agronómicas del cultivo de frejol a la aplicación de diferentes bioestimulantes

Establecer el bioestimulante de mayor efecto en el rendimiento del cultivo de frejol

2.2. HIPÓTESIS

2.2.1. Hipótesis general

Uno de los bioestimulantes tiene mayor efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones del valle de Moquegua

2.2.2. Hipótesis específicas

Las características agronómicas del cultivo de frejol serán afectadas por la aplicación de diferentes bioestimulantes.

El rendimiento del cultivo de frejol se incrementará por el uso de los bioestimulantes.

2.3. Variables

2.3.1. Diagrama de variables

Grupo	V. Independiente	Post-prueba	
(R)	E	X	O ₁
(R)	C	--	O ₁
-			

Donde:

E= Grupo experimental aleatorizado

C= Grupo de control aleatorizado

X= Variable experimental

O₁= Aplicación de la pos-prueba.

2.3.2. Indicadores de variables

Variable dependiente (Y): Rendimiento del cultivo

Indicador:

Toneladas por ha

Variable independientes (X): Bioestimulantes

Indicadores:

Kelpac

Pix

Biozyme

Aminofol

Stigern

2.3.3. Operacionalización de variables

Es un proceso que se inicia con la definición de las variables en función de factores estrictamente medibles a los que se les llama indicadores.

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Sub indicadores
Dependiente (Y) Rendimiento	Rendimiento productivo	t/ha
Independientes (X) Bioestimulantes	Kelpac Plax Biozyme Aminofol Stigern	500 cc/200 litros de agua 250 cc/200 litros de agua 400 cc/200 litros de agua 400 cc/200 litros de agua 500 cc/200 litros de agua

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1. Conceptos generales y definiciones

3.1.1. Ubicación taxonómica de la especie

Según la clasificación taxonómica frejol pertenece al:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoidae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Nombre común: poroto, frejol Castillo (1998).

3.1.2. Características morfológicas del cultivo de frejol

El frijol es una planta que pertenece a la familia de las leguminosas, es originaria de América. Las plantas tienen el tallo herbáceo, con hojas compuesta de tres folíolos enteros, ovales y terminados en punta, es una planta anual cuyas flores están reunidas en racimos cortos de color blanco, violeta o rosado, dependiendo de la variedad. La flor puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca. Las flores presentan en racimos en número de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos. El fruto es una legumbre o vaina, de color verde claro, plana, de dimensiones variables, en cuyo interior se disponen 4-6 semillas. Existen frutos de color verde, verde oscuro etc. De acuerdo a su desarrollo se clasifica en tipo arbustivo y trepador o enredo (Castillo, 1998).

En Perú, el frijol constituye un cultivo de mucha importancia por su alto contenido de proteínas, indispensable en la alimentación de la mayor parte de los habitantes del país, se encuentra ampliamente distribuido, existiendo diferentes variedades específicas para cada altura. En general,

se obtienen bajos rendimientos debido a los deficientes sistemas de cultivo así como a otros factores (Castillo, 1998).

Buena parte del frijol sembrado en Perú es cultivado por los pequeños y medianos agricultores, quienes por lo general, lo cultivan en asocio. Su cultivo ha sido desplazado en zonas marginales por otros cultivos más rentables, en donde existe un bajo nivel de tecnología en el que el uso de insumos se ve restringido debido a limitaciones económicas (Castillo, 1998).

3.1.3. Características agroclimáticas del cultivo de frejol

3.1.3.1. Suelo y clima

Se adapta en casi todo tipo de suelo. Se obtiene buen rendimiento en terrenos arcillo-arenosos o areno arcillosos, con buen drenaje.

En cuanto al clima, prefiere el tropical; no soporta los vientos fríos ni las heladas. La temperatura óptima es de entre 20 y 35° C.

El fríjol requiere de suelos profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera

texturas franco arcillosas. Crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 6,5, de topografía plana y ondulada, con buen drenaje. Las condiciones físicas y químicas de los suelos donde se cultiva el frijol son muy variables. Ello muestra que el frijol tiene la habilidad de adaptarse a una gran cantidad de condiciones de suelo y topografía (Ríos, 2002).

3.1.3.2. Semillas y variedades

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el frijol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa (Arias y colaboradores, 2001).

La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma);

Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble

El componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia

sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para nutrir la planta, y darle madurez, viabilidad y vigor (Arias y colaboradores, 2001).

3.1.3.3. Preparación de suelo

.Es necesario que el suelo posea un alto contenido de materia orgánica para que haya retención de humedad, en especial durante el proceso de germinación y floración.

Puede sembrarse con éxito en distintos tipos de suelo; sin embargo, deben evitarse los muy ligeros y los muy pesados, por la dificultad de mantener en ellos, un balance de humedad favorable al cultivo (Massaya, 1984).

3.1.3.4. Semilla

La semilla debe poseer, como mínimo, 80% de poder germinativo y un alto grado de pureza, debe estar libre de semillas de malezas y sin mezclas de variedades. Estas semillas en buen estado deberán notarse duras y de un color dorado tirando al amarillento, nunca de un color verdoso, deberán ser limpias y brillantes (Castillo, 1998).

3.1.3.5. Fertilización

El poroto no es un cultivo muy exigente en fertilización, sin embargo, en suelos pobres los rendimientos son bajos.

No se recomienda la fertilización nitrogenada porque carece de respuesta en la producción de granos. En caso de realizarse la fertilización, previo análisis del suelo, la misma se llevará a cabo en el momento de la siembra, colocando los fertilizantes a un costado de la semilla (Castillo, 1998).

3.1.3.6. Cosecha

Es una fase muy importante relacionada con la calidad. Comprende tres etapas.

a) Arranque de plantas

Se realiza cuando el 95% de vainas están secas. Esto permite acelerar el secamiento de plantas y del grano. Se realiza manualmente engavillando las plantas cada 6 surcos.

b) Trilla

Se debe realizar cuando las vainas se abren fácilmente al presionarlas con la mano. Se puede realizar manualmente utilizando

garrote o mecánicamente con trilladora. Cuando la trilla es manual se debe utilizar mantas para evitar que el grano se contamine con el suelo y pierda calidad. (Massaya, 1984).

c) Limpieza de grano

Consiste en eliminar los materiales indeseables que están contaminando el grano. Se realiza mediante venteo (natural o usando el ventilador de una pulverizadora a motor), y zarandas. (Massaya, 1984).

3.1.3.7. Almacenamiento

Comprende 02 etapas:

- a) Que va desde la madurez fisiológica hasta grano seco, y,
- b) Del secado de grano hasta el envasado para la venta.

Si se desea almacenar el grano por más tiempo se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones. Tener ambientes limpios, bien desinfectados, ventilados y frescos. El grano debe estar bien seco (13 y 14%), envasado en sacos de yute o polipropileno y estar apilados sobre parrillas de madera (Massaya, 1984).

3.1.3.8. Rendimiento

El rendimiento fluctúa entre los 700 a 1.500 kg/ha, dependiendo de la aplicación de las técnicas de producción y fertilidad del suelo (Massaya, 1984).

3.1.3.9. Importancia del cultivo

El frijol es uno de los componentes más importantes en la alimentación de la población peruana por su calidad nutricional, ya que posee altos contenidos de proteína y de algunos de los minerales esenciales. El contenido de proteína del frijol varía del 20 al 28% de acuerdo con la variedad y la región donde se produce. Entre los aminoácidos esenciales que contiene están la metionina, que varía entre 0,17 y 0,53%, la lisina, entre 1,69 y 2,44%, y el triptofano, entre 0,14 y 0,22% (Massaya, 1984).

Tabla 1. Contenido promedio de nutrientes en 100 g de frejol

COMPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD
Energía	322	g
Proteninas	21,8	g
Grasas	2,5	g
Carbohidratos	55,4	g
Tiamina	0,63	mg
Niacina	1,8	mg
Calcio	183	mg
Hiero	4,7	mg

Fuente: FAO (2010)

El frijol constituye una fuente importante de alimentación habitual para nuestra población de alto contenido protéico. Contiene alrededor de un 20 % de proteínas de alta digestibilidad, constituidas por varios aminoácidos esenciales para el metabolismo humano. Además puede considerarse también como un alimento de alto valor energético, ya que contiene de 45 a 70 % de carbohidratos totales. Por otra parte, aporta cantidades importantes de minerales (Socorro y Martín, 1998).

Este cultivo tradicionalmente se ha sembrado en nuestro país en pequeñas explotaciones campesinas, lo que se mantiene hasta nuestros días, aunque con la estructura actual de tenencia de la tierra se ha extendido a áreas de autoconsumo de organismos estatales de todo tipo.

El rendimiento promedio es relativamente bajo (0,63 t/ha) comparado con Chile, Perú y Argentina aunque similar o superior a otros países de la región (Massaya, 1984).

3.1.3.10. Factores climáticos

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo (Massaya, 1984).

- **Temperatura**

La planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27° C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5° C o 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (White, citado por Ríos y Quirós, 2002).

- Luz

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días.

Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Ríos, 2002).

- Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (White, citado por Ríos, 2002).

Se estima que más del 60% de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por falta de agua.

En contraste con lo anterior, las zonas donde se siembra fríjol en Colombia corresponden a los pisos altitudinales premontano (1.000 a 2.000 msnm) y montano bajo (2.000 a 3.000 msnm), con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual, y en el caso de las tierras cafeteras y del clima frío moderado, son superiores a los 1.000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo (Ríos, 2002).

Está demostrado que el fríjol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (White, citado por Ríos, 2002).

Estudios realizados para medir el consumo de agua del fríjol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas (Pavani, citado por Ríos, 2002).

3.2. ENFOQUES TEÓRICOS – TÉCNICOS

3.2.1. Bioestimulantes

Bioestimulantes o reguladores de crecimientos son sustancias sintetizadas o naturales en un laboratorio pero exógenos, que alteran el desarrollo vegetal que se traducen en cambios de forma, tamaño, estructura o constitución de algún órgano de la planta (Rodríguez ,2005).

Son sustancias sintéticas o naturales diseñadas para el resultado desarrollo de la planta. De igual manera se puede decir que la estructura química de ellos no se puede considerar igual a las hormonas vegetales. Aunque se puede decir que tienen efectos que influyen en las funciones de las hormonas y por tanto alteran la fisiología de la planta a las que se aplican (Weaver, 1976).

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas capaces de activar al máximo las potencialidades bioquímicas y fisiológicas de las plantas regulando e intensificando la acción de los factores agrotécnicos (riego, fertilización, etc.), permitiendo al organismo superar períodos críticos y obtener mejor producción cualitativa y cuantitativa, (Bido 1987).

Algunas categorías de los bioestimulantes son los aminoácidos, péptido, ácidos grasos, mezclas de vitaminas y vitaminas, ácido orgánicos y extractos crudos o refrigerados de plantas de algas entre otros (Santana, 2005).

Los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc), pudiendo estos compuestos químicos actuar sobre la división celular, diferenciación y elongación de las células o modificar procesos fisiológicos de las plantas.

Los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y / o crecimiento de los vegetales, (Russo y Berlyn 1990). Los definen como productos no nutricionales que pueden reducir el uso de fertilizantes y aumentar la producción y la resistencia al stress causado por temperatura y déficit hídrico (Biatti y Orlando 2003).

3.2.2. Importancia de los bioestimulantes

De acuerdo a su utilización, los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta. Por tanto, la importancia de los mismos depende del efecto de estos sobre los rendimientos y la calidad de la producción.

Aunque los bioestimulantes existen desde hace años, la creciente demanda de productos agrícolas por parte de algunos países hace necesario el acudir a ellos para obtener producción (Weaver ,1976).

3.2.3. Hormonas de crecimientos

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

Auxinas: sustancia que favorece el alargamiento de los tallos, formación de raíces entre otras. La auxina natural es el ácido indirecto (IAA), pero existen varios entre ellos, ácido indolácetico, naftilácetico, indolbutírico, 2,4-D y 2, 4,5-T. Se ubican en el meristemo de las yemas apicales, hojas jóvenes, endospermo y embrión de la semilla según (Liee, 1986).

Citoquinina: su propósito es estimular la citoquinesis o división celular, retarda la senescencia, inhibe el desarrollo de las raíces y estimula el crecimiento. El compuesto activo de esta sustancia es la

adenina. Se localizan sintetizadas en las raíces y transportada a otros organismos (Liese, 1986).

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

Ácido Abscísico: se presenta en la planta en la fase de letargo o dormancia, para sobrevivir en condiciones adversas. Inhibe el crecimiento, cierra las estomas durante el estrés por agua, mantiene la dormancia. Se encuentran en las hojas, tallos y frutos verdes (Santana, 2005).

Etileno: es la única en estado gaseoso y se difunde por los espacios aéreos existentes entre las células. Reduce el crecimiento de la raíz, promueve la maduración del fruto, la senescencia, se opone o reduce algunos efectos de las auxinas. Se hallan en los tejidos de los frutos maduros, nudos de tallos y hojas senescentes (Rodríguez, 2005).

3.2.4 Micronutrientes

Son nutrientes que las plantas requieren en pequeñas proporciones para el desarrollo fisiológico de la misma según (Lorenzo, 2007). El compuesto comercial de micro nutriente utilizado en el proyecto fue Poliquel Multi. Este es un fertilizante líquido de muy alta solubilidad, indicado para usos de frutales y hortalizas. Formado a base de un complejo el cual contiene zinc, hierro, magnesio, manganeso, cobre y cobalto acompañados de concentraciones balanceadas de boro, molibdeno y azufre (Rodríguez, 2005).

3.2.5. Macronutrientes

Son elementos que se necesitan en grandes cantidades para la planta según (Lorenzo, 2007). Liquid feed fue la mezcla comercial de macro nutrientes usada en este proyecto. Liquid feed es un activador del proceso fisiológico de la planta, contiene 12% de aminoácidos libres con efectos estimulantes y quelatante, además de micro con resultados nutricionales (Rodríguez, 2005).

3.2.6. Los bioestimulantes foliares y su influencia en la producción.

Los bioestimulantes son mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc),

pudiendo estos compuestos incrementar la actividad enzimática de las plantas y el metabolismo en general.

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

.

Los bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico (Lorenzo, 2007).

3.2.6.1. Beneficios del uso de los bioestimulantes foliares

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

- Mejoran la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo.
- Aumentan la resistencia de la planta a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades.
- Participan activamente en mecanismos de recuperación de plantas expuestas al estrés.
- Aumento de la producción y calidad de las cosechas (Lorenzo, 2007).

3.3. MARCO REFERENCIAL

3.3.1. Uso de bioestimulantes en cultivos agrícolas

La eficacia de estos productos se ha estudiado internacional y nacionalmente en numerosas investigaciones y bajo distintas condiciones agroecológicas; aplicaciones de bioestimulantes que han sido hechas en una amplia variedad de cultivos, desde cultivos hortícolas, frutales hasta cultivos tradicionales.

Se estudio el efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas sobre el rendimiento de dos cultivares de papas, Desirée y Pukara, utilizando como tratamiento a: 1) Kelpak ® a la semilla (inmersión del tubérculo), Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha, aplicado foliarmente

10 días después de la emergencia, 2) Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha, aplicado foliarmente mezclado con 2 kg/ha de NFK ® 10 días después de la emergencia, 3) Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha, aplicado foliarmente 30 días después de la emergencia, 4) Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha, aplicado foliarmente mezclado con 2 kg/ha NFK ® 30 días después de la emergencia y el tratamiento testigo, los rendimientos alcanzados fueron con Biozyme ® 34,320 kg/ha; Kelpak® ; 36,896 kg/ha y sin bioestimulante 31, 236 t/ha (Basly, 2003).

No se encontró diferencias estadísticamente significativas en: porcentaje de emergencia, número de tallos por planta, porcentaje de materia seca de los tubérculos y distribución de tubérculos por categorías. Solo encontró diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos cuando se evaluó el rendimiento comercial de los cultivares; aumentando éste en un 16% promedio cuando se utilizó Kelpak ® a la semilla en dosis de 2 L. de p.c./ha. Otro parámetro que el autor encontro diferencias estadísticamente significativas fue el rendimiento total; éste se vio aumentado en un 12% cuando se uso Kelpak ® a la semilla en dosis de 2 L. de p.c./ha, en un 13% al usar Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha, aplicado foliarmente 30 días después de la emergencia y en un 15% al usar Kelpak ® en dosis de 2 L. de p.c./ha + 2 kg/ha de NFK ® a los 30 días de emergida las plantas. (Basley, 2003)

Otro estudio que uso el bioestimulantes Kelpak ® aplicado foliarmente sobre un cultivar de maíz, aumentó la producción y favoreció el crecimiento de la raíz. De dos ensayos conducidos en 1996, las producciones fueron aumentadas en un 10% respecto al testigo, logrando un rendimiento de 15,158 t/ha de grano (no aplicación) (Hoffman, 1997).

En un análisis comparativo de cinco programas de aplicación de bioestimulantes naturales (Crop plus, Kelpak ®, Profert ®, Aminobox 8N ®, Aminobox 8K ®, Naturbox ®, Bioplus extra ®, Auxym ®, Reptsul ® y Spimplex ®), a través de aspersiones foliares, cuyo objetivo fue analizar el efecto sobre la calidad de uva de mesa, cultivares Thompson Seedles y Flame Seedles. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas para las variedades, peso de racimo (785 g), peso de bayas (3,5 g) y sólidos solubles (22,3%) . Respecto al diámetro ecuatorial, el diámetro polar y el peso del raquis obtuvieron diferencias significativas, destacándose los tratamientos 6 (Crop plus ®), 3 (Kelpak ® + Profert ®) y 2 (Aminobox 8N ® + Aminobox 8K ® + Naturbox ®) respectivamente por sobre los demás tratamientos. (Gana y Ramírez, 2000)

En un estudio comparativo de bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento de melón en la región metropolitana (Kelpak ®, Terrasorb ®, Zoberaminol ® y Profert ®). Experimento que constó de tres momentos de aplicación 1) aplicación de bioestimulante por inmersión de plántulas en pretasplante, no habiendo diferencias significativas; 2) aplicación de bioestimulante por riego de plántulas en pretrasplante, donde Kelpak ® (al 5%) fue superior su rendimiento significativamente en un 10% respecto al testigo y 3) aplicación de bioestimulante al follaje en post-trasplante, donde Kelpak ® (al 5%) fue el único bioestimulante significativamente superior en peso seco radicular al testigo en un 7% (Figuroa, 2003).

En una investigación se realizó el efecto de diferentes productos bioestimulantes (Zoberaminol Plus ®, Biotonico ®, Hungavit ®, Vitaphos ®) sobre el calibre, calidad y precocidad de tomate primor, aplicándolos foliarmente y a la raíz en los estados de primer, segundo y tercer racimo en botón. Fueron evaluados Vitaphos ® y Zoberaminol Plus ® en aplicaciones dirigidas al follaje en dosis de 0,15%. Se concluyó bajo las condiciones de ensayo de aplicación foliar, que los tratamientos no varían significativamente el rendimiento de calibre extra, super, segunda y precalibre, con respecto al testigo, en el calibre tercera en cambio, Vitaphos ® y Zoberaminol Plus ® ambos en segundo botón muestran

descensos en la producción, con respecto al testigo. En el ensayo de aplicaciones a las raíces, fueron evaluados Vitaphos ®, Zoberaminol Plus ®, Hungavit ® y Biotonico ®, en concentraciones de 0,15%, 0,15%, 1% y 1% respectivamente, concluyéndose que todos los tratamientos afectan todos, los calibres, con respecto al testigo. El precalibre disminuyó con aplicaciones de Vitaphos ® y Zoberaminol plus ® en primer botón con respecto al testigo. El rendimiento se incremento de 80,350 a 97 750 kg/ha (Arancibia, 1998).

Experimentalmente encontraron que GA a 5 ppm así como el fitorregulador Biozyme ® que contiene GA, además de las otras fracciones activas, acortan el tiempo de brotación en tubérculos de papa y producen brotes más largos en plantas de esta especie. Autores que de igual forma encontraron aumentos en el rendimiento al aplicar Antivol ® (GA) a la semilla y a la planta, lo mismo que Biozyme ® (GA + otras fracciones activas); tales aumentos fueron significativos cuando se aplicó a la semilla, pero no significativa cuando la aplicación fue sólo foliar. Mencionan además que al aplicar GA a la planta se estimula el desarrollo de la parte aérea pero los efectos en el rendimiento son inconsistentes (Rojas y Ramírez, 1987).

En cebolla aplicaciones foliares de Biozyme ® en dosis de 0,3 L. de p.c./ha a los 30, 70 y 110 días del trasplante se vieron aumentos en volumen de los bulbos y en un 3% en el rendimiento, no siendo éste significativo (Rojas y Ramírez,1987).

En un estudio realizado en la Universidad Austral de Chile, llamado optimización de sistemas de conservación in vitro de cultivares de papa; utilizo fitorreguladores hormonales que retardaban el crecimiento, evaluando el comportamiento de distintos cultivares en cuanto a su desarrollo radicular, número de brotes, altura de la planta y coloración del follaje. Los resultados obtenidos mostraron que hubieron diferencias estadísticamente significativas utilizando fitorreguladores en la altura de los brotes y coloración del follaje y hubieron diferencias estadísticamente significativa entre los cultivares para el número de brotes y el desarrollo radicular. Determinando que hay una serie de características no influida por el uso de fitorreguladores hormonales (Caniggia 1997).

Al evaluar las variaciones de prendimiento en el trasplante de hortalizas utilizando fitorreguladores a base de hormonas (auxinas), obtuvo resultados estadísticamente significativos en el prendimiento de plantas de solanáceas debido a que al aplicarle una solución hormonal a las

plantas, éstas estimulan el desarrollo radicular e inducen el alargamiento de células situaciones que benefician el prendimiento de las plantas (Caniggia , 1997).

Al evaluar el efecto de un fitorreguladores a base de GA (giberelinas) en el rompimiento del reposo vegetativo de semillas de papa; aplicaciones a los tubérculos de éste fitorregulador mostró claras ventajas en la interrupción del letargo. Plantas que además iniciaron antes la tuberización en comparación a plantas que no le habían tratado la semilla. (Guglielmetti y Gutiérrez, 1988).

3.3.2. Fertilización foliar

Es de conocimiento general que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, pero existen evidencias de la absorción de sales minerales y substancias orgánicas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas (Santana, 2005).

Los nutrimentos que pueden ser aplicados efectivamente en aspersiones foliares son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, molibdeno. Además señalan que los macro elementos pueden ser aplicados en aspersiones, únicamente como

suplemento nutricional a los cultivos durante los períodos críticos del crecimiento. Esta técnica de aplicación de nutrientes por aspersión se recomienda cuando estos elementos están deficientes o no disponibles en el suelo. Las aspersiones foliares se han utilizado por muchos años para aplicar fertilizantes al follaje. Los nutrientes de estas aspersiones se mueven dentro de la planta a través de los estomas de las hojas, cutícula y hectodermos, vía epidermis. Una dificultad para utilizar aspersiones foliares, es que la traslocación del nutriente dentro de la planta, se puede demorar (Santana, 2005).

La movilidad relativa de los nutrientes en plantas de frijol es un ejemplo de la variabilidad de la traslocación, el orden hacia abajo es de movilidad decreciente, en cada columna.

Dos condiciones que favorecen las aspersiones son:

- Cuando se necesitan en forma inmediata los micro elementos hierro, zinc, manganeso, molibdeno y cobre.
- Cuando se debe añadir nutrientes a los cultivos en suelos arenosos. En los suelos arenosos, las pérdidas por lavado pueden

ser astronómicas con lluvias o riegos excesivos, pues las arenas retienen pocos nutrimentos (Rodríguez, 2005).

a) Penetración del fertilizante foliar en la planta:

La cutícula que cubre la hoja no constituye una barrera infranqueable en la absorción de nutrientes aplicados foliarmente, ya que esta presenta resquebrajaduras y su comportamiento es algo semejante al de una esponja que se mucha más o menos según su estado de hidratación

Así mismo, la penetración se realiza a través de los pelos epidérmicos que abundan más en el envés de las hojas, lo que explica la penetración mucho más extensa de nutrimentos a través del envés

Por otro lado se indica que no existe penetración por los estomas, por cuanto que los poros estomáticos están llenos de gas y sus células internas se hallan suberizadas y cutinizadas. Además se ha comprobado experimentalmente que la absorción no guarda relación con el número de estomas. Las plantas absorben nutrientes por cualquier parte de su superficie, pero por las condiciones bajo las que se desarrollan, son las raíces los órganos especializados de absorción. (Rodríguez, 2005).

b) Metas de la fertilización foliar

Estimular los procesos de producción del cultivo muy intensivo mediante la aplicación a intervalos regulares y frecuentes de fertilizantes foliares. Ayudar a un cultivo de rendimiento mediano durante situaciones críticas (Rodríguez, 2005).

c) Factores que afectan la absorción de nutrientes vía foliar.

El proceso de absorción foliar, se deben considerar varios factores, para la máxima eficiencia de la práctica de suplementación de nutrimentos mediante aplicaciones foliares

A bajas temperaturas y alta humedad relativa, existe una mayor eficiencia de la absorción de soluciones foliares, esto se debe a que existe una relación lineal y negativa entre la temperatura del aire y la absorción y una relación positiva entre la humedad relativa y la absorción (Rodríguez, 2005).

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es de tipo experimental. Se trata de una colección de diseños de investigación que utilizan la manipulación y las pruebas controladas para entender los procesos causales. En general, una o más variables son manipuladas para determinar su efecto sobre una variable dependiente.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida por 1320 plantas de frejol canario, de las cuales se tomaron 240 plantas como muestra.

Tabla 2. Análisis físico- químico del suelo del área experimental, sector San Antonio valle de Moquegua (2010)

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	55%
Limo	32%
Arcilla	13%
Clase textural	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CO ₃ Ca	0,24%
pH	7,37
C.E.	1,02 ms/cm
Materia orgánica	1,15%
Nitrógeno	0,07%
Fósforo	11,97 ppm
Potasio	525 ppm

Fuente: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ciencias. Biológicas y Agropecuarias laboratorio regional de análisis de Suelos y plantas. (2010)

Se indica las siguientes características es un suelo franco arenoso, levemente salino, poco contenido de materia orgánica consecuentemente con poca retención de humedad, otra de sus características es que tiene bajísimo contenido de nitrógeno y fósforo, alto contenido de potasio, característicos de los suelos costeros, con un contenido de materia orgánica de 1,15 %, cuyo valor es considerada baja, el contenido de nitrógeno de 0,07 %, es considerado bajo, con respecto al pH de 7,37 es considerado neutro,(Tabla 2).

Este valor está dentro de los rangos normales que requiere el cultivo de frejol según lo establecido por Ríos (2002), la conductividad eléctrica de 1,02 ms/cm es considerada ligera, en el caso del frejol es tolerante, la presencia de de fósforo de 11,97 ppm, es considerado normal, según BASF (2000), sin embargo el contenido de potasio de 525 ppm es considerado alto.

Tabla 3: Datos meteorológicos sector San Antonio valle de Moquegua.

(2010)

Meses	Temperatura máxima mínima °C		Temperatura promedio °C	Humedad .relativa	Horas Sol
Diciembre	27,1	12,5	19,8	68,9	11,10
Enero	27,2	12,8	20,0	70,6	9,40
Febrero	28,7	12,9	20,8	71,4	8,60
Marzo	27,1	13,1	20,1	60,0	10,40
Abril	26,8	12,0	19,4	58,6	10,10
mayo	25,9	11,5	18,7	59,9	10,40

Fuente: SENAMHI – Moquegua (2010)

Según la tabla 3, la temperatura promedio mínima se registró durante el mes de mayo de 18,7 y la temperatura máxima durante el mes de febrero de 20,8 °C estos valores están dentro de los rangos óptimos de temperaturas para el cultivo de frejol entre 18 a 22°C. Durante la

noche y 28° a 30°C durante el día, lo cual nos indican que es un cultivo que se adapta bien a condiciones climáticas secas. Si la temperatura es menor de 15°C o superior a 30°C se tiene problemas en el desarrollo del cultivo o en la calidad del producto según lo mencionado por Sarita,V (1991).

4.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó como material experimental la variedad de frejol canario 2000 procedente del Instituto Nacional de investigación Agraria (INIA) y 5 bioestimulantes.

4.3.1. Características de la variedad canario 2000

Proviene de la cruce: CIFAC 1233 X canario DIVEX 8130 realizada en la estación experimental agropecuaria de Chíncha con el código CIFRA 4, selecciones masales fueron realizadas hasta la generación F6. En F7 se codificó con el CIFAC 87005.

Es una variedad de buen potencial de rendimiento, es altamente resistente a las enfermedades de la roya y al virus de mosaico común (BCMV), es de porte arbustivo y de mayor adaptación a las variedades comerciales similares. Su grano es de tamaño grande, de buena calidad

comercia, fácil cocción y de excelente sabor. Por todas estas características frejol canario 2000 constituye una mejor alternativa para producir más a menor costo. Las características más importantes son las siguientes:

Hábito de crecimiento:	Arbustivo determinado.
Altura promedio:	54 cm
Color de las de la flor	Lila claro
Días a la floración	50
Días a la floración fisiológica	90
Días a la cosecha	125
Color del grano	Amarillento intenso
Tamaño del grano	Grande
Peso promedio de 100 semillas	54 g
Número de granos por vaina	4
Perfil predominante de la vaina	Curvada
Rendimiento promedio (t/ha)	1500 a 2000 kg/ha
Rendimiento máximo alcanzado	2595 kg/ha

Reacción a plagas y enfermedades

Virus del mosaico común (BCMV):	Resistente
Nemátodo del nudo de la raíz (Meloydogine).	Susceptible

Mosca minadora *Liryomiza huidobrensis*

Tolerante

4.3.2. Tratamientos:

T₀: Sin aplicación

T₁: Kelpac: 500cc/200lit de agua

T₂: Pix: 250 cc/200lt de agua.

T₃: Biozyme: 400cc/200lt de agua

T₄: Aminofol 400cc/200lt de agua.

T₅: Stigern 500cc/200lt de agua

4.3.3. Descripción de los bioestimulantes:

T₁: Kelpac

Es un bioestimulante orgánico, 100% derivado del alga marina *Ecklonia maxima*, es un bioestimulante muy activo que, aplicado al suelo, promueve el desarrollo radicular en vides, frutales, hortalizas y ornamentales, y vía foliar actúa como bioestimulante para incrementar el tamaño de frutos en vides y kiwis.

- **Composición del bioestimulante Kelpac.**

Ingrediente Activo Auxinas: ácido-3-Indol acético (AIA), ácido indol-3-carboxílico, indol-3-aldehído (AIC), N, N-dimetiltriptamina. Citoquininas:

Transeatina (tZ), Cis-Zeatina (cZ), Trans-Ribosilzeatina (cZR), Dihidrozeatina (DHZ), Giberelinas, Aminoácidos (alanina, valina, glicina, isoleucina y licina entre otros), N, P, K. Además contiene Ba, B, Ca, Cu, F, I, F1e, Mg, Mo, Ni, Na, S, Zn, proteínas y carbohidratos. Concentración y formulación 11 mg l⁻¹, 0,031 mg l⁻¹, no cuantificadas, 2,5 g l⁻¹, 3,6 g l⁻¹, 8,2 g l⁻¹, 7,2 g l⁻¹ SL (concentrado soluble). Toxicidad

Se compone de Auxinas 11 mg/L., ácido indolacético, ácido indolcarboxílico, dimetiltriptamina. Citoquininas 0,031 mg/L., aminoácidos 2,48 g/L., macro y micronutrientes, carbohidratos 16,90 g/L., proteínas 3,0 g/L. y vitaminas

T₂Pix

Es un regulador del crecimiento de múltiples acciones favorables para las plantas: adelanta y uniformiza cosechas, mejora la calidad de frutos, aumenta los rendimientos y reduce los costos de conducción de cultivos. Beneficios comprobados en algodón, papa, tomate, frijol y cítricos.

- **Modo de acción**

Es tomado por las partes verdes de la planta y también por las raíces. Los cultivos tratados muestran una reducción del crecimiento vegetativo con priorización de órganos reproductivos y de reserva: frutos, bulbos, tubérculos.

- **Principales características y beneficios**

Pix® es un regulador de crecimiento sistémico, el cual es absorbido esencialmente a través de las hojas y se traslada por todas las partes de la planta hacia el meristema. El follaje tratado se presenta verde oscuro, debido a un mayor contenido de clorofila en las hojas

- **Composición**

Ingredientes activos:

Cloruro de mepiquat: Cloruro de N,N-dimetilpiperidinio
con un contenido de I.A. no menor al 100%

No menos de 4,20

Equivalente a 42 g de I.A./L)

Bacillus cereus: *Bacillus cereus*, cepa BP01

No menos de: 0,05%

(Equivalente a un mínimo de 1×10^7 unidades
generadoras de colonias por mililitro)

Ingredientes inertes:

Solvente, conservador y compuestos relacionados

No más de: 95,75%

Total: 100,00%

T₃.Biozyme

Biozyme ® es un fitorregulador hormonal complejo de origen natural, constituido por tres de las principales hormonas vegetales que participan en el desarrollo de las plantas, además de contener microelementos y otras moléculas biológicamente activas contenidas en los extractos vegetales. Para Rojas y Ramírez (1987), la composición del fitorregulador Biozyme® está dada por extractos vegetales, ácido giberélico y elementos menores.

Es un bioestimulante hormonal de origen natural, constituido de las tres principales hormonas vegetales que participan en el desarrollo de las plantas, además de contener microelementos y otras moléculas biológicamente activas contenidas en los extractos vegetales.

- **Composición**

Ingredientes activos %

Microelementos	1,86 %
Manganeso	0,12 %
Azufre	0,44 %
Boro	0,3 %
Zinc	0,37 %
Hierro	0,49 %

Magnesio	0,14 %
Extractos vegetales y fitohormonas	78,87 %
Giberelinas	32,2 ppm
Ácido indolácetico	32,2 ppm
Zeatina	83,2 ppm
Diluyentes y acondicionadores	19,27

- **Beneficios**

Su objetivo principal es promover la síntesis de enzimas y estimula los diferentes procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas como: división y diferencia celular, translocación de sustancia, síntesis de clorofila, diferenciación de yemas, uniformidad en floración y frutos, entre otros. Todo esto se resume en una mayor eficiencia metabólica que se traduce en un crecimiento y desarrollo más armónico de las plantas.

T₄. Aminofol

Es un bioestimulante especial de elevada solubilidad y alta concentración en unidades de fertilizante, enriquecido con Aminoácidos de síntesis, magnesio y microelementos quelatados en forma ácido etilendiaminotetraacético o EDTA, es una sustancia utilizada como agente quelante que puede crear complejos con un metal que tenga una estructura de coordinación octaédrica. Es un formulado para ser aplicado

en los distintos momentos del cultivo, pero en especial en floración, favoreciendo: La formación radicular, crecimiento celular., Floración y cuajado del fruto.

Es un polvo soluble muy estable, que por su formulación se recomienda aplicarlo desde el periodo de crecimiento hasta la recolección de los frutos, pudiendo ser empleado vía foliar, fertirrigación e hidroponía

Beneficios

La acción de este bioestimulante se manifiesta en un incremento de la actividad enzimática y en el propio metabolismo de la planta.

Consecuentemente se producen en ella notables aumentos:

- En la síntesis de proteína e hidratos de carbono.
- En la acumulación de vitaminas B1, B2, B6, C, polipéptidos y ácido pantoténico.
- En la producción de glutamina, factor de resistencia de las plantas a factores ambientales adversos.
- En la síntesis de sus propias hormonas vegetales.

Ventajas del uso

- Aumento de la energía germinativa.

- Aumento del crecimiento de las raíces y vegetativo.
- Adelanto y homogeneidad de la floración.
- Aumento de la producción de los frutos.
- Aumento de la calidad de los frutos (forma, peso, color).
- Aumento de la resistencia al estrés climático.
- Adelanto y uniformidad de la maduración.
- Aumento del contenido de azúcar

T₅. Stigern

Abono líquido inorgánico de aplicación al follaje, químicamente balanceado. Está especialmente indicado para regular y mejorar las condiciones generales de las plantas, así como para aportar nutrientes vía foliar, dejándolos rápidamente disponibles en ellas. Actúa tamponando el pH de la solución hacia valores neutros a ligeramente ácidos.

Ventajas de uso

- Buen crecimiento vegetativo
- Adecuado desarrollo del sistema radicular
- Tallos más vigorosos
- Excelente floración
- Regulación de la floración

- Excelente calibrado de fruto
- Frutos uniformes
- Mejor producción

4.4. Variables de respuesta:

A. Altura de planta:

Se registró la altura de la planta desde el cuello de la planta hasta el ápice de crecimiento, utilizando una cinta métrica, estas mediciones se efectuó en todas las parcelas en estudio tomando 10 plantas por unidad experimental

B. Número de vainas por planta:

Se obtuvo el conteo seleccionado 10 plantas por unidad experimental en forma aleatoria de cada uno de los tratamientos

C. Número de granos por vaina

De la muestra anterior se obtuvo el número promedio de granos por vaina de cada una de las plantas, para determinar el promedio por cada tratamiento.

D. Peso de 100 semillas

De la muestra extraída con anterioridad se tomaron 100 semillas de frijol, estas se tomaron para obtener el peso en gramos por cada tratamiento.

E. Días a madurez

Se procedió a tomar datos al momento en que el 90% de las plantas cambió de color en la vaina, de color verde a blanco, que es el color característico del material genético.

F. Rendimiento (t/ha)

Se determinó el rendimiento total de cada unidad experimental por tratamiento, el rendimiento del grano de frijol en kg/ha.

4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se empleo en el presente trabajo de investigación fue el diseño de bloques completos aleatorizados con 6 tratamientos y cuatro repeticiones.

4.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

A. Campo experimental:

- Largo : 40
- Ancho : 10
- Área total : 400 m²

B. Características del bloque:

- Largo : 10
- Ancho : 10
- Área total : 100 m²
- Número de bloques: 4

C. Características de la unidad experimental

- Largo : 10
- Ancho : 1,67
- Área total : 16,67²
- Número de parcelas: 24

ALEATORIZACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL

I					
T0	T1	T4	T3	T2	T5
II					
T3	T0	T5	T1	T4	T2
III					
T5	T3	T2	T4	T1	T0
IV					
T4	T5	T0	T2	T3	T1

4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

a. Medición de la parcela experimental

Esta labor se realizó con la ayuda de una wincha de 30 m y con esta se procedió a medir el campo experimental; luego se colocaron estacas, para marcar los hitos de referencia para los bloques y unidades experimentales

b. Preparación de terreno

Se realizó en forma mecánica, utilizando arado de discos y ranfla para su nivelado, seguidamente se incorporara materia orgánica de ovino a

razón de 10 t/ha, luego se realizara un riego para acelerar la descomposición de la materia orgánica con la finalidad de mejorar la textura del suelo.

c. Siembra (05/12/2009)

Antes de realizar la siembra se procedió a la desinfección de la semilla con Benlate con la finalidad de protegerla de la chupadera fungosa, pudrición radicular. La siembra se realizó en forma directa con la ayuda de una lampa colocando 3 a 4 semillas por golpe a un distanciamiento de 30 cm y 90 cm entre surcos

4.7.4. Riego

El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano, se efectuó en forma de gravedad, los riegos se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, las condiciones climáticas y la edad de la planta, la retentividad de humedad del suelo.

d. Aplicación de los bioestimulantes

Se aplicaron al follaje únicamente los productos bajo estudio, en las siguientes etapas del cultivo:

- Primera aplicación: Al inicio de la floración, cuando del total de las plantas alcancen una floración de 80 % aproximadamente
- La segunda aplicación se efectuó después de los 15 días de la primera para lograr una buena uniformidad de los frutos
- La tercera y última aplicación se realizó a los 10 días después de la segunda aplicación

e. Fertilización

La fórmula utilizada fue de: N - 100, P₂O₅ - 80 y el K₂O 60 la primera fertilización se realizó a los 15 días después del transplante a base de Compomaster (20-20-20), la segunda fertilización se realizó a los 30 días después a base de úrea que contiene el elemento vital que es el nitrógeno, éstas aplicaciones se realizaron mediante golpes a 5 cm de la planta.

f. Control de malezas

El cultivo y deshierbo tienen por finalidad: Eliminación de las malezas favorecer el crecimiento de la raíz. Favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico, oxigenación de la raíz. El control de malezas se realizó en forma manual cada 15 días en las primeras etapas de desarrollo de la

planta y posteriormente una vez al mes. Las malezas que se encontraron en el campo fueron:

Amaranthus hybridus: Yuyo

Malva spp: Malva

Taraxacum officinale: Diente de león

Ricinus comunis: Higuera

g. Enfermedades y plagas

Plagas

- Gusanos cortadores (*Agrotis* sp. y *Feltia* sp) se aplicó TIFON 4E, a razón de 200 – 300 ml/200L Al momento del establecimiento y emergencia del cultivo.
- Gusano de las vainas (*Heliothis virescens*) se controló con Rayosac 50 EC 100 ml/200L y Lannate 90 PS se aplicó 200 – 300 g/200L. al inicio de la formación de las vainas.

Enfermedades:

- Oidiosis (*Erysiphe polygoni*) se aplicó Folicur 250 EW a razón de 60 – 80 ml/200L. durante el proceso de crecimiento del cultivo.

h. Cosecha (03/04/2010)

La cosecha del poroto se realizó en forma manual y permitió separar las vainas secas de las verdes.

4.8. Técnicas aplicadas en la recolección de la información.

En la presente investigación, se procedió a obtener toda la información necesaria de cómo se llevan a cabo todos los procesos en la investigación experimental, recolectando la información durante el desarrollo y crecimiento del material experimental

4.8.1. Observación directa:

Esta técnica se utilizó para las observaciones desarrolladas en el campo experimental

4.8.2. Instrumentos

- Fichas de evaluación.

4.9. MÉTODOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Para realizar el análisis de datos se empleo el análisis de varianza (ANVA) y para realizar las comparaciones entre promedios de tratamientos se empleo la prueba de significación de Duncan.

CAPITULO V
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1.1. Resultados

Cuadro 2: Análisis de varianza de altura de planta (cm) del cultivo de frejol variedad canario 2000

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	263,293	87,764	8,50	**
Tratamientos	5	36,4632	7,2926	0,71	NS
Error	15	154,843	10,332		
Total	23	454,598			

C.V. 7,60%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 2 del análisis de varianza de altura de planta nos muestra de que existen diferencias estadísticas altas entre bloques, es decir que los bloques fueron heterogéneos, para los tratamientos no existe diferencias estadística. En general los bioestimulantes aplicados no mostraron efecto significativo en el crecimiento de las plantas de frejol variedad canario 2000 es decir el comportamiento de los bioestimulantes

fue estadísticamente iguales. El coeficiente de variabilidad de 7,60%, el cual nos da un nivel aceptable de confiabilidad debido a un buen manejo del experimento y cuyos datos lo reflejan.

Cuadro 3. Análisis de varianza de número de vainas por planta del cultivo de frejol variedad canario 2000

F de V	GL	SC	CM	FC	F α 0,05 0,01
Bloques	3	304,125	101,375	4,102	*
Tratamientos	5	182,208	36,441	1,470	NS
Error	15	0,0260	24,708		
Total	23	856,958			

CV: 10,36%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 3, del análisis de varianza de número de vainas por planta nos muestra de que existen diferencias estadísticas altas entre bloques, es decir que los bloques fueron heterogéneos, para los tratamientos no existe diferencias estadística, es decir que los bioestimulantes utilizados tuvieron el mismo efecto sobre la variable de respuesta. El coeficiente de variabilidad de 10,36% está indicando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 4: Análisis de varianza de número de granos por vainas por planta del cultivo de frejol variedad canario 2000

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	0,0379	0,01263	0,28	NS
Tratamientos	5	0,3270	0,06541	1,43	NS
Error	15	0,68458	0,04563		
Total	23	1,04958			

C.V. 6,28%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 4, del análisis de varianza de número de granos por vaina nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre bloques, asimismo para los tratamientos no existe diferencias estadística. En general los bioestimulantes aplicados no mostraron efecto significativo en el crecimiento de las planta de frejol variedad canario 2000. es decir el comportamiento de los bioestimulantes fue estadísticamente iguales. El coeficiente de variabilidad de 6,28 % está indicando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 5. Análisis de varianza de días a la madurez del cultivo de frejol
variedad canario 2000

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	7,50	2,50	0,3131	NS
Tratamientos	5	219,33	43,8667	22,690	**
Error	15	29,00	1,9333		
Total	23	255,833			

C.V. 1,09 %

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 5, del análisis de varianza de días a la madurez nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre bloques, para los tratamientos existe diferencias estadística altamente significativas, los bioestimulantes aplicados mostraron efecto altamente significativo en los días a madurez de la variedad canario 2000 es decir el comportamiento de los bioestimulantes fue estadísticamente diferentes. El coeficiente de variabilidad de 1,09 % está indicando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 6. Prueba de significación de Duncan para días a la madurez de la variedad de frejol canario 2000

Orden de Mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₀ : SIN APLICACIÓN	132,75	a
2	T ₅ : STIGERN	129,25	b
3	T ₃ : BIOZYME	128,75	b
4	T ₂ : PIX	126,25	c
5	T ₁ : KELPAC:	124,25	c
6	T ₄ : AMINOFOL	124,25	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de DUNCAN señala que el tratamiento T₀ SIN APLICACIÓN tuvo el mayor número de días a la madurez con un promedio de 132,75, seguido de los tratamientos T₅: STIGERN y T₃: BIOZYME con 129,25 y 128,75 días respectivamente, los tratamientos T₁: KELPAC: T₄: AMINOFOL obtuvieron los menores promedios con 124,25 días respectivamente.

Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de 100 semillas de frejol variedad canario 2000

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	52,403	17,4677	1,05	NS
Tratamientos	5	117,690	23,538	1,41	NS
Error	15	250,369	16,6912		
Total	23	420,369			

C.V. 11,92 %

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 7, del análisis de varianza de peso de 100 semillas nos muestra que no existen diferencias entre bloques, es decir que los bloques fueron homogéneos, para los tratamientos no existe diferencias estadística. En general los bioestimulantes aplicados no mostraron efecto significativo en el peso de frejol variedad canario 2000 es decir el comportamiento de los bioestimulantes fue estadísticamente iguales. El coeficiente de variabilidad de 11,92 % está indicando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 8. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) variedad canario
2000

F de V	GL	SC	CM	FC	Sig
Bloques	3	0,3827	0,1275	1,68	NS **
Tratamientos	5	2,6683	0,534	7,01	
Error	15	1,1415			
Total	23	4,19261			

CV.20, 08 %

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 8, del análisis de varianza de rendimiento (t/ha) nos muestra que no existen diferencias estadísticas entre bloques, para los tratamientos existe diferencias estadística altamente significativas, En general los bioestimulantes aplicados mostraron efecto altamente significativo en el rendimiento de la variedad canario 2000 es decir el comportamiento de los bioestimulantes fue estadísticamente diferentes. El coeficiente de variabilidad de 20,08 % está indicando la confiabilidad de los datos.

Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan rendimiento (t/ha) de frejol

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	T ₅ STIGERN	1,82	a
2	T ₂ PIX	1,77	a
3	T ₃ BIOZYME	1,54	a b
4	T ₁ KELPAC:	1,33	b
5	T ₄ AMINOFOL	1,16	b c
6	T ₀ SIN APLICACIÓN	0,88	c

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de DUNCAN de rendimiento (t/ha) señala que los tratamientos T₅ STIGERN; T₂ PIX y T₃ Biozyme lograron los mayores promedios con 1,82; 1,77 y 1,54 t/ha respectivamente. Los tratamientos T₄: AMINOFOL y T₀ SIN APLICACIÓN fueron los de menor promedio con 1,16 y 0,88 t/ha.

Cuadro 10. Análisis de correlación lineal (r) entre el rendimiento (t/ha) y las demás variables en estudio

Variables	Rendimiento (t/ha)
Altura de planta	r=0,042
Número de granos por vaina	r= 0,784*
Número vainas por planta	r= 0,07
Peso de 100 semillas	r= 0,478
Días a la madurez	r= 1,00**

* Correlación significativa al α 0,05 ** correlación altamente significativa

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 10 del análisis de correlación lineal, indica existe correlación significativa positiva perfecta entre el rendimiento y el número de granos por vaina el coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,784^*$, existe una mediana correlación entre el rendimiento y el peso de 100 semillas siendo $r = 0,478$ sin embargo existe una alta correlación positiva perfecta entre el rendimiento y días a la madurez siendo $r = 1,00$

**.

5.2. DISCUSIÓN

Para la altura de planta no se halló significación estadística en la presente investigación sin embargo Alférez (2010) utilizó el bioestimulante Stimplex logró un promedio de 38,26 cm en su cultivo de vaina inferior al logrado en la presente investigación. Por su parte Guamanarca (2006) en su investigación utilizando bioestimulantes a base de abono de frutas, purín de hierbas y Newfol plus en dos variedades de frejol obtuvo un promedio de altura de planta de frejol de 56,94 cm siendo la variedad Paragachi la que ocupa el primer rango con una altura de 78,85 cm y el segundo rango lo ocupó la variedad Canario con 57,80 cm, asimismo señala que la determinación de estos dos rangos se debe a que la altura de la planta depende de la variedad y su carácter genético estos promedios de ambas variedades son superiores a los obtenidos en el presente estudio. Sin embargo Guamanarca (2006) investigó la respuesta del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación complementaria de bioestimulantes foliares a base de abono de frutas, purín de hierbas y Newfol Plus obtuvo un 48,47 cm, siendo abono de frutas con el mayor promedio con 50,30 cm; en tanto que, con el menor promedio lo obtuvo con purín de hierbas con 47 cm, esta diferencia entre los bioestimulantes,

probablemente se debe a que el abono de frutas es más completo con relación al purín de hierbas.

En lo relacionado al número de vainas por planta no hubo diferencia entre los tratamientos concuerda con los resultados obtenidos por Monteiro (1986) y Picken (1984), quienes señalan que al aplicar auxinas exógenas no aumenta el número de frutos y el porcentaje de cuaja, sino que solo mejora el tamaño de los frutos con respecto al control sin aplicación. Una explicación de Monteiro (1986) a este hecho, sería el fuerte sin que impongan los frutos que cuajan primero luego de la aplicación de auxinas exógenas. Sin embargo Guamanarca (2006) en su investigación obtuvo un promedio de número de vainas por planta con 37,50 a la aplicación de diferentes bioestimulantes inferior a los obtenidos en la presente investigación, por otra parte Coque, (2002) Concluyó en su investigación utilizando bioestimulantes en su cultivo de vainita a base de Ergostin y Stimplex que incrementaron el número de vainas con valores que fluctuaron entre 20 a 25 vainas por planta, estos valores concuerdan con los obtenidos en la presente investigación, asimismo Alférez (2010) utilizando el bioestimulante Stimplex Obtuvo un promedio optimo de 26,36 vainas por planta. Estos resultados corroboran con lo detectado por Llumiquinga quien establece que, los aminoácidos,

promueven la formación de proteínas y el contenido de agua lo que produce un incremento de número de vainas / planta. Además confirma Sánchez, citado por unigarro, que la cysteina provoca una mayor respuesta en el número de vainas por planta.

En lo que se refiere al número de granos por vaina no haló diferencias estadísticas, por su parte Guamanarca A. (2006) en su investigación utilizando bioestimulantes a base de abono de frutas, purín de hierbas y Newfol Plus obtuvo un promedio de número vainas por planta de frejol de 4,14 granos superior a los obtenidos en la presente investigación, asimismo señalan que los bioestimulantes provocan una respuesta positiva en esta variable debido al incremento de la actividad enzimática y el metabolismo vegetal, estimulando los procesos de respiración, transpiración y síntesis de clorofila, favoreciendo notablemente el aumento del contenido de sustancias protéicas, carbohidratos, vitaminas, hormonas de crecimiento. sin embargo Martínez a. (2010) utilizando ácidos húmicos en Pillier Humus, Eco Humus, Humic Acid, Bio Cat en dos variedades de frejol INIAP 429 E INIAP 420 Canario, obtuvo un promedio general de 4,69 granos superior a los obtenidos en la presente investigación, presentando la aplicación de ácidos húmicos.

Se halló diferencias altamente significativas en cuanto a los días de madurez de maduración de los frutos, esta diferencia que existe entre los tratamientos posiblemente se debe a la aplicación correcta y equilibrada de los bioestimulantes foliares, los mismos que ayudan a la formación de los primeros botones florales. Por otra parte Martínez (1993) utilizando ácidos húmicos en Pillier Humus, Eco Humus, Humic Acid, Bio Cat en dos variedades de frejol INIAP 429 E INIAP 420 Canario, Obtuvo un promedio general 89,06 días a la madurez fisiológica, sin embargo la variedad Paragachi con 84,17 días a la madurez fisiológica y la variedad Canario con 93,89 días a la madurez fisiológica, la determinación de estos dos rangos se debe a que los ácidos húmicos han intervenido en la aceleración de la madurez fisiológica de cada una de las variedades conservando sus características genéticas. Estos rangos son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, puede haber influido las condiciones agroclimática de la zona.

El peso de 100 semillas se comporta bastante uniforme entre todos los tratamientos en estudio. Sin embargo en su investigación Guamanarca (2006) en su investigación utilizando bioestimulantes a base de Abono de Frutas, Purín de Hierbas y Newfol Plus obtuvo un promedio general de

55,30 g respectivamente, obteniendo el mayor promedio con Newfol PLUS, estos resultados posiblemente se deben a que uno de los beneficios del Newfol Plus es mejorar los procesos fisiológicos de la floración, polinización fecundación y fructificación.

Para la variable rendimiento se halló diferencias estadísticas altamente significativas, al respecto Godo, (2003) evaluó el efecto en el rendimiento del cultivo de Frijol Caupí Var. Vaina Blanca, frente a los bioestimulantes Bionergy, Seaweed Extract y Fertimar, entre los tipos de aplicación al follaje, suelo, follaje + suelo y un testigo (Sin aplicación) los más altos rendimientos por hectárea (2,89 y 2 74 t/ha), se obtuvieron cuando se empleó el bioestimulante Fertimar aplicado al follaje + suelo y el mismo bioestimulante aplicado al follaje respectivamente, estos valores fueron superiores a los obtenidos en la presente investigación, sin embargo Gonzales, (2003) obtuvo los mayores rendimientos con la aplicación del bioestimulante Biostan, destacando las variedades Porrillo sintético, CIAP 7247 e ICA PIJAO con 1, 57, 1, 17 y 1, 15 t/ha, respectivamente, estos promedios son similares a los obtenidos con los bioestimulantes Biozyme; Kelpac: y Aminofol utilizados en la presente investigación. Por otra parte Incagro (2010), en su investigación sobre el desarrollo de variedades de frijol Cranberry, Red kidney y Canario en la

macro región norte, Cajamarca, obtuvo un rendimiento promedio 1 454 t/ha con la variedad canario, este valor promedio es inferior al obtenido a los promedios aplicados con los bioestimulantes Stigern y Pix, sin embargo superior a los promedios obtenidos con los fitorreguladores Kelpac y Aminofol, por otra parte Mansilla A. (2002) realizó su investigación utilizando fertilización fosfórica y tres densidades de siembra en cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Dark Red Kidney, donde obtuvo un rendimiento promedio de 2,92 t/ha superior a lo obtenido en la presente investigación

En su investigación Martínez (2010) utilizando ácidos húmicos en Pillier Humus, Eco Humus, Humic Acid, Bio Cat en dos variedades de Fréjol INIAP 429 e INIAP 420 Canario, obtuvo un promedio general de 2,09 t/ha, con la variedad Paragachi tiene mayor rendimiento con un promedio de 2,39 t/ha respecto a la variedad Canario con 1,80 t/ha, este último valor es estadísticamente similar al obtenido en la presente investigación con los bioestimulantes Stigern y Pix respectivamente, sin embargo Guamanarca (2006) en su investigación utilizando bioestimulantes a base de Abono de Frutas, Purín de Hierbas Y Newfol Plus obtuvo un promedio general de 4,47 t/ha respectivamente, mayor al obtenido en la presente investigación, la determinación de estos

promedios se debe a que el rendimiento depende de la variedad y su carácter genético. Estos resultados evidencian el efecto beneficioso del bioestimulante en el crecimiento y desarrollo del cultivo, coincidiendo con Garcés (2000), quien señala que el producto presenta una alta actividad biológica a bajas concentraciones facilitando el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas y el desarrollo de mayor floración con una fructificación acentuada, que dan por resultado plantas más saludables y vigorosas que ofrecen una mayor producción total y más rendimiento por área de cultivo.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los resultados de rendimiento (t/ha) señalan que los tratamientos de mayor efecto fueron los T₅ Stigern; T₂ Pix Y T₃ Biozyme lograron los mayores promedios con 1,82; 1,77 y 1,54 t/ha respectivamente.

SEGUNDA: En cuanto a las características agronómicas: Altura de planta, número de granos, peso de 100 semillas no hubo significación estadística, sin embargo en el número de días a la madurez señala que el tratamiento T₀ sin aplicación tuvo el mayor número de días a la madurez con un promedio de 132,75 días.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar más experimentos con los bioestimulantes STIGERN; PIX y BIOZYME que lograron los mayores promedios de rendimiento aplicando en el mismo cultivos u otros

SEGUNDA: Utilizar otras variedades de poroto e híbridos a fin de estudiar su comportamiento.

TERCERA: Con posibilidades de obtener datos que den soporte a los establecidos en esta investigación se recomienda replicar este ensayo en otras áreas que tengan significación en la producción de este cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFÉREZ (2010) Efecto de la aplicación del bioestimulante stimplex - g en el rendimiento de la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO TRES densidades de siembra en el sector de la Yarada – Baja” tesis Ing. Agrónomo UNJBG- Tacna-Perú 115 pp.
2. ARANCIBIA, F. (1998). Efecto de diferentes productos bioestimulantes sobre el calibre, calidad y precocidad de tomate para primor. Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. UCV. Quillota. 54 p.
3. ARIAS R., J. H. Y COLABORADORES. (2001). Tecnología para la producción y manejo de semilla de fríjol para pequeños productores. Boletín Divulgativo 1. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 32 pp.
4. BASF (ALEMANIA) (2013) s.f Fertilización de hortalizas. República Federal de Alemania. 22 p.

5. BASLY, P. (2003). Efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de papas, Desirée y Pukara, Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias. Agropecuarias. Universidad de Nariño. pp 62.
6. BIDO, J.; CALDERÓN, J. Y POLANCO, R. (1987). Perito Agrónomo. I.P.L. San Cristóbal, RD. 35 pp.
7. BIETTI, SY ORLANDO J. (2003). Nutrición vegetal; insumos para cultivos orgánicos Accesado el 20 de abril de 2004. 256 pp
8. CASTILLO J. (1998) Dos condiciones de producción en el rendimiento de variedades de frijol (*P. vulgaris*) en las montañas de Guerrero. Chapingo. 12 (58-59): 35 pp.
9. CANIGGIA, G. (1997). Optimización de sistema de conservación in vitro de cultivares comerciales de papa. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía. UACH. Valdivia-Chile. 142 pp.

10. DURAN, V. (1964). Variación del porcentaje de prendimiento en el trasplante de hortalizas utilizando fitohormonas y diferentes soluciones de comienzo. Tesis presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Chillan-Chile. 92 pp

11. RODRÍGUEZ, B.A. (1993). Evaluación del efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la aldea Macanché, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 pp.

12. FAO (2012). Cultivo de frejol. 16 pp.

13. FIGUEROA, V. (2003). Efectos de bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento de melón en la región metropolitana. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad Santo Tomas. pp 85.

14. GARCÉS, N.; R. Marbot ; R. Ramos y Lidia García (2003) : Sustancias con actividad biológica sobre las plantas en el producto Liplant (Humus Líquido). V Encuentro de la Agricultura Orgánica de la ACTAF, Resúmenes, La Habana, Cuba, pp. 71, 2003.
15. GODO, O. (2003) efecto de tres bioestimulantes orgánicos aplicados al follaje y suelo en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) Var. Vaina Blanca en el Valle De Tumbes. Tesis presentada para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. 2003, 23 pp.
16. GUAMANARCA A. (2006) respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria con tres bioestimulantes. 15 pp
17. GUGLIELMETTI, H Y GUTIÉRREZ, M. (1988). Aumente el rendimiento en papa "cuasmera". Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria La Platina N° 50. pp 10-12. Disponible en el Sistema de Información y Documentación Agropecuaria de las Américas, página Web. [http://www. sidalc.com](http://www.sidalc.com).

18. HOFFMAN, L. (1997). Seed Treatments-Growth Regulators. Effect of Kelpak on corn height, grain yield and moisture. The Department of Agronomy at The Pennsylvania State University. USA. 80 pp.
19. INCAGRO (2010) Desarrollo de variedades de frijol Cranberry, Red kidney y Canario, y de pallar de grano verde de tipo exportación para la macro región norte. 110 pp.
20. LIEE, FREDREY. (1986) Manual de práctica de fruticultura. Primera edición. San José, costa rica. Editorial II Ca. 152 pp.
21. LORENZO, (2007). The effect of auxin, giberellin and vibrator on greenhouse tomatoes fruitsetting and yield in mild winter climatic condition. 41 pp.
22. MANSILLA, A. (2002) Fertilización fosfórica y tres densidades de siembra en cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Dark Red Kidney. Arequipa Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 55 pp.

23. MARTINEZ A. (2010) efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos en el cultivo de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L*) en Carpuela, Imbabura. 63 pp.
24. MARTÍNEZ TORRES, A.I. (1993) Evaluación del efecto de fertilizantes orgánicos foliares palo pito (*Ervtrhina berteroa*), liguerillo (*Ricinus comunis*) y estiércol de caballo, en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la aldea Las Viñas, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 pp.
25. MASSAYA, P. (1984). La situación del cultivo de frijol en Guatemala In Curso Internacional sobre investigación y producción de frijol)1984. Jutiapa, Gua). Investigación y producción de frijol. Guatemala, Instituto de ciencia y Tecnología Agrícolas. 54 pp.
26. MONTEIRO, A. (1986). The effect of auxin, gibberellin and vibrator on greenhouse tomatoes fruit setting and yield in mild winter climatic condition. Acta Horticulturae 361 pp.

27. PICKEN, A. J. 1984. A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Journal of Horticultural Science* 59:1-
28. RÍOS, M., J. y QUIRÓS D., J. (2002). El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 193 pp
29. RODRÍGUEZ (2005). bioestimulantes. Primera edición. España Madrid. B. A. de Edición. 63 pp.
30. ROJAS, M y RAMÍREZ, H. (1987). Control hormonal del desarrollo de las planta. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 pp.
31. RUSSO, R.O, BERLYN, G.P, 1(990). The use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agricultura. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol 1(2) 47 pp.
32. SANTANA, Luís. (2005). Tecnólogo Agrónomo. I.P.L. San Cristóbal, RD. 35 pp.

33.SOCORRO, M, Martín, W.(1998) .Granos. Instituto Politécnico Nacional. México.318 pp.

34.WEAVER, Roberto. (1976) reguladores de Crecimiento en las plantas de la agricultura. 104 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Número de vainas por planta

tratam/ repet	I	II	III	IV
T0	52	42	53	40
T1	52	37	42	48
T2	55	46	58	54
T3	50	49	46	40
T4	48	49	53	39
T5	49	43	60	46

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Altura de planta

trat/ rep	I	II	III	IV
To	43,40	30,10	45,00	46,00
T1	43,33	39,70	43,00	41,00
T2	43,70	40,00	49,00	44,00
T3	43,00	38,70	48,00	41,00
T4	42,00	38,90	42,500	39,00
T5	40,00	37,00	53,00	43,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Peso 100 semillas

trat/ rep	I	II	III	IV
T0	38,94	30,56	36,53	35,69
T1	37,05	35,12	29,18	27,07
T2	37,08	26,95	34,63	37,05
T3	24,21	32,33	36,23	31,89
T4	36,37	31,25	39,06	33,89
T5	39,07	34,75	36,97	40,64

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Número de granos

trat/ rep	I	II	III	IV
T0	3,5	3,8	3,6	3,4
T1	3,4	3	3,1	3,3
T2	3,4	3,4	3,7	3,4
T3	3,7	3,3	3,2	3,6
T4	3,5	3,2	3,1	3,6
T5	3,1	3,6	3,4	3,4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Días a la madurez

trat/ rep	I	II	III	IV
T0	135	134	129	133
T1	123	124	124	126
T2	125	127	126	127
T3	130	127	128	130
T4	125	124	124	124
T5	129	130	129	129

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Rendimiento (t/ha)

trat/ rep	I	II	III	IV
T0	1,010	0,875	0,765	0,865
T1	1,297	1,213	1,367	1,425
T2	1,475	1,875	2,069	1,672
T3	1,485	1,562	1,412	1,685
T4	0,959	1,259	1,406	1,022
T5	1,489	1,532	2,729	1,533

Fuente: Elaboración propia