

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACION FOSFATADA EN EL
RENDIMIENTO DE VARIETADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*)
BAJO INVERNADERO**

RAUL ALBERTO GARAY CUENTAS

La Paz, Bolivia
2006

**Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EFFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACION FOSFATADA EN EL
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*)
BAJO INVERNADERO**

*Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el Título
de ingeniero agrónomo*

Presentado por

RAUL ALBERTO GARAY CUENTAS

Asesores:

Ing. Victor Paye Huaranca

Ing. Paulino Ruiz Huanca

Comité Revisor:

Ing. Msc Jorge Pascuali Cabrera

Ing Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes

Ing. Frida Maldonado de Kalam

Decano a.i. :

Ing Ph. D. Renè Chipana Rivera

“A las personas mas importantes de mi vida:
Mi señora Madre Benedicta, mi padre Jesús,
Mi hermano Eduardo, mi novia Eva, y a mis
Amigos de toda la vida Carlos, Omar, Wilson
y Ernesto.”

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas e instituciones que contribuyeron directa o indirectamente en la elaboración de este proyecto de grado:

- A la madre Teresa, directora del Colegio técnico agropecuario “Luis Espinal Camps”, quien me acogió en su institución para la elaboración en campo de este proyecto.
- Al Ingeniero Agrónomo Eduardo Yugra, encargado del proyecto “FLORES”, en predios del Colegio Técnico Agropecuario “Luis Espinal Camps”, quien con su amistad y ayuda, se supo hacer una buena labor.
- Al Ing Victor Paye Huaranca, quien me supo guiar con efectividad en toda la elaboración del presente estudio, tanto en campo, así como también en la elaboración del documento final.
- Al Ing. Msc Jorge Pascuali Cabrera, quien me apoyo incondicionalmente con sus conocimientos, en la revisión de la tesis en su integridad.
- Al Ing Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes, quien me apoyo con su sabiduría desde el primer momento.
- A la Ing. Frida Maldonado de Kalam, quien me supo aconsejar en la revisión del documento final.
- A la universidad Mayor de San Andrés, la Facultad de Agronomía, casa de estudios superiores en la que me formé académicamente.
- Finalmente a mis queridos padres Benedicta, Jesús, a mi hermano Eduardo, y a mis amigos de toda la vida Carlos, Wilson, Omar y Ernesto quienes me apoyaron incondicionalmente en todo proyecto realizado.

INDICE GENERAL

	pagina
CONTENIDO	i
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE GRÁFICOS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
HIPOTESIS	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Fertilizantes	4
2.2. Elementos del suelo para el crecimiento de las plantas	4
2.2.1. Nitrógeno	5
2.2.2. Fósforo	5
2.2.2.1. Ciclo del fósforo	6
2.2.2.2. El fósforo y la planta	8
2.2.2.3. Eficiencia de la absorción y el uso del fósforo	9
2.2.2.4. Factores que modifican la respuesta del rendimiento de los fertilizantes	
Fosfóricos	10
2.2.3. Potasio	12
2.2.4. Calcio	12
2.2.5. Magnesio	12
2.2.6. Hierro	13
2.2.7. Boro	13
2.2.8. Cobre	13
2.2.9. Zinc	13

2.2.10.	Molibdeno	14
2.2.11.	Cloro	14
2.3.	Programas de fertilización	14
2.3.1.	Mecanismo para la toma de Nutrientes	14
2.3.2.	Aplicación de fertilizantes	15
2.3.3.	Aplicación de fondo y de mantenimiento	15
2.3.3.1.	Abonado de fondo	15
2.3.3.2.	Abonado de mantenimiento	16
2.4.	Floricultura	17
2.5.	Cultivo del clavel	17
2.5.1.	Antecedentes	17
2.5.2.	Importancia económica	17
2.5.3.	Taxonomía	18
2.5.4.	Características botánicas	19
2.5.5.	Requerimientos ambientales	20
2.5.5.1.	Temperatura	20
2.5.5.2.	Fotoperiodo	20
2.5.5.3.	Humedad relativa	21
2.5.6.	Requerimiento edáficos	21
2.5.7.	Requerimientos hídricos	21
2.6.	Manejo del cultivo	22
2.6.1.	Preparación del terreno	22
2.6.1.1.	Desinfección del suelo	22
2.6.1.2.	Remoción del suelo	23
2.6.1.3.	Formación de platabandas	23
2.6.2.	Transplante	23
2.6.3.	Labores culturales	24
2.6.3.1.	Pinzado	24
2.6.3.2.	Desbrote	25
2.6.3.3.	Tutorado	25
2.6.4.	Rendimiento	26
2.6.5.	Cosecha	26
2.6.6.	Post-cosecha	27

2.6.6.1.	Clasificación	27
2.6.6.2.	Almacenamiento	28
2.6.6.3.	Mercado	29
2.6.7.	Plagas y enfermedades	29
2.6.7.1.	Plagas	29
2.6.7.2.	Enfermedades	30
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1.	Características de la zona	32
3.1.1.	Ubicación	32
3.1.2.	Clima	32
3.1.3.	Fisiografía	35
3.1.4.	Suelo	35
3.1.5.	Vegetación predominante	35
3.2.	Materiales	36
3.2.1.	Infraestructura del invernadero	36
3.2.2.	Material Vegetal	45
3.2.3.	Materiales de campo	37
3.2.4.	Productos químicos	38
3.2.5.	Material de gabinete	38
3.3.	Metodología	38
3.3.1.	Procedimiento experimental	38
3.3.1.1.	Diseño experimental	38
3.3.1.2.	Modelo estadístico	39
3.3.1.3.	Factores de estudio	39
3.3.1.4.	Tratamientos	40
3.3.1.5.	Características del ensayo	40
3.3.1.6.	Croquis del lugar de ensayo	42
3.3.2.	Metodología de campo	43
3.3.2.1.	Preparación del sitio del experimento	43
3.3.2.2.	Muestreo y análisis del suelo	43
3.3.2.3.	Desinfección del suelo	44

3.3.2.4.	Medición del terreno y formación de platabandas	44
3.3.2.5.	Fertilización	45
3.3.2.6.	Transplante	47
3.3.2.7.	Tutorado	49
3.3.2.8.	Pinzado	51
3.3.2.9.	Desbrote	51
3.3.2.10.	Peinado o acomodo	52
3,3,2,11.	Riego	52
3.3.2.12.	Manejo de plagas	53
3.3.2.13.	Cosecha	54
3.3.3.	Variables agronómicas	55
3.3.3.1.	Altura de planta	55
3.3.3.2.	Diámetro de tallo floral	55
3.3.3.3.	Longitud de tallo floral	56
3.3.3.4.	Diámetro de flor cerrada	56
3.3.3.5.	Diámetro de flor semicerrada	57
3.3.3.6.	Diámetro de flor abierta	57
3.3.3.7.	Días a la floración	58
3.3.3.8.	Tiempo de Duración post-cosecha	59
3.3.3.9.	Rendimiento a los 270 días	59
3.3.4.	Análisis de costos parciales	60
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1.	Condiciones climáticas	61
4.1.1.	Temperatura y humedad relativa fuera de la carpa	61
4.1.1.1.	Temperatura	61
4.1.1.2.	Humedad relativa	62
4.1.2.	Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero	63
4.1.2.1.	Temperatura	63
4.1.2.2.	Humedad relativa	64
4.2.	Interpretación del análisis del suelo	65
4.2.1.	Características físicas	65

4.2.2.	Propiedades químicas	66
4.2.3.	Status de fertilidad del suelo	67
4.2.4.	Ciclo agrícola del cultivo	67
4.3.	Variables de respuesta	68
4.3.1.	Altura de planta	68
4.3.2.	Diámetro de tallo floral	73
4.3.3.	Longitud de tallo floral	77
4.3.4.	Diámetro de flor cerrada	83
4.3.5.	Diámetro de flor semicerrada	91
4.3.6.	Diámetro de flor abierta	99
4.3.7.	Días a la floración	104
4.3.8.	Tiempo de duración post-cosecha	109
4.3.9.	Rendimiento a los 270 días	112
4.4.	Correlación y regresión de las variables de respuesta respecto al rendimiento a los 270 días	118
4.5.	Análisis de costos parciales	121
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
5.1.	Conclusiones	126
5.2.	Recomendaciones	128
6.	BIBLIOGRAFÍA	129

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Temperaturas optimas, mínimas y máximas del clavel	20
Cuadro 2.	Clasificación de los claveles comerciales	28
Cuadro 3.	Temperatura histórica anual en la zona	33
Cuadro 4.	Características de las variedades en estudio	37
Cuadro 5.	Niveles de fertilización a aplicar	45
Cuadro 6.	Características físicas del suelo en la localidad de Collpani	65
Cuadro 7.	Características químicas del suelo en la localidad de Collpani.	66
Cuadro 8.	Cálculo de dosis de NPK a emplear	67
Cuadro 9.	Análisis de varianza para la altura de planta	69
Cuadro 10.	Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en las diferentes dosis de fertilización fosfatada	70
Cuadro 11.	Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos variedades de clavel	71
Cuadro 12.	Análisis de varianza para diámetro de tallo floral	74
Cuadro 13.	Prueba de Duncan para comparar el diámetro de tallo floral en tres niveles de fertilización fosfatada	75
Cuadro 14.	Análisis de varianza para longitud de tallo floral	78
Cuadro 15.	Prueba de Duncan para comparar la longitud de tallo floral en las diferentes dosis de fertilización fosfatada	79
Cuadro 16.	Prueba de Duncan para comparar la longitud de tallo floral en dos variedades de clavel (B)	81
Cuadro 17.	Análisis de varianza para diámetro de flor cerrada	85
Cuadro 18.	Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor cerrada en las diferentes dosis de fertilización fosfatada (A).	86
Cuadro 19.	Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor cerrada en dos variedades de clavel (B).	87
Cuadro 20.	Análisis de efectos simples para la interacción entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel. (AxB)	88
Cuadro 21.	Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada (A), dentro de la variedad Domingo en la variable diámetro de flor cerrada	90

Cuadro 22.	Análisis de varianza para el diámetro de flor semicerrada.	93
Cuadro 23.	Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor semicerrada en tres niveles de fertilización fosfatada (A)	94
Cuadro 24.	Análisis de efectos simples para la interacción entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel. (AxB) para la variable diámetro de flor semicerrada.	96
Cuadro 25.	Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada (A), dentro de la variedad Melocotón	98
Cuadro 26.	Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada (A), dentro de la variedad Domingo	99
Cuadro 27.	Análisis de varianza para diámetro de flor abierta.	101
Cuadro 28.	Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor abierta en las diferentes dosis de fertilización fosfatada (A).	102
Cuadro 29.	Correlación de diámetro de flor cerrada y semicerrada sobre el diámetro de flor abierta.	105
Cuadro 30.	Análisis de varianza para días a la floración	107
Cuadro 31.	Prueba de Duncan para comparar los días a la floración en las diferentes dosis de fertilización fosfatada (A).	108
Cuadro 32.	Prueba de Duncan para comparar días a la floración en dos variedades de clavel (B)	109
Cuadro 33.	Análisis de varianza para tiempo de duración post-cosecha	111
Cuadro 34.	Prueba de Duncan para comparar el tiempo de duración post-cosecha de la flor en dos variedades de clavel (B)	112
Cuadro 35.	Análisis de varianza para rendimiento a los 270 días.	115
Cuadro 36.	Prueba de Duncan para comparar el rendimiento a los 270 días en las dosis de fertilización fosfatada	117
Cuadro 37.	Prueba de Duncan para comparar el Rendimiento a los 270 días en dos variedades de clavel (B)	118
Cuadro 38.	Rendimiento total calculado en todo el estudio con relación a las dosis de fertilización fosfatada.	120
Cuadro 39.	Variables de respuesta con alta correlación respecto al rendimiento (Número de flores por planta)	121

Cuadro 40. Variables de respuesta con baja correlación respecto al rendimiento a los 270 días	122
Cuadro 41. Presupuesto parcial	123
Cuadro 42. Costos variables de producción	125
Cuadro 43. Análisis de dominancia	125
Cuadro 44. Análisis marginal (TRM)	126

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Precipitación pluvial (mm) registrado por gestiones agrícolas periodo 1998 – 2002	33
Grafico 2.	Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la zona	61
Grafico 3.	Porcentaje de humedad relativa registradas en la zona	62
Grafico 4.	Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas al interior de la carpa	63
Grafico 5.	Humedad relativa promedio registradas en el interior de la carpa.	64
Grafico 6.	Comportamiento del cultivo a diferentes niveles de fertilización fosfatada	68
Grafico 7.	Altura de planta a diferentes dosis de fertilización fosfatada (A)	70
Grafico 8.	Altura de planta a dos variedades de clavel (B)	72
Grafico 9.	Comportamiento del diámetro de tallo a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	
Grafico 10.	Diámetro de tallo floral a diferentes dosis de fertilización fosfatada (A)	76
Grafico 11.	Comportamiento del diámetro de tallo a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	78
Grafico 12.	Longitud de tallo floral a diferentes dosis de fertilización fosfatada (A)	80
Grafico 13.	Longitud de tallo floral en dos variedades de clavel	81
Gráfico 14.	Porcentaje de longitud de tallo floral de acuerdo la calidad	82
Grafico 15.	Comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	84
Grafico 16.	Diámetro de flor cerrada a diferentes dosis de fertilización fosfatada (A).	86
Grafico 17.	Diámetro de flor cerrada en dos variedades de clavel (B)	87
Gráfico 18.	Diámetro de flor cerrada para la interacción fertilización fosfatada entre variedades de clavel (AxB)	89
Grafico 19.	Comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	92
Grafico 20	Diámetro de flor semicerrada a diferentes dosis de fertilización fosfatada	94
Gráfico 21.	Diámetro de flor semicerrada para la interacción fertilización fosfatada entre variedades de clavel (AxB).	97
Grafico 22.	Comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	100

Grafico 23.	Diámetro de flor cerrada a diferentes dosis de fertilización fosfatada(A)	102
Gráfico 24.	Porcentaje de calidad en el diámetro de flor abierta	104
Grafico 25.	Comportamiento de los días a la floración a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	106
Grafico 26.	Días a la floración a diferentes dosis de fertilización fosfatada	108
Grafico 27.	Días a la floración en las dos variedades de clavel fosfatada	109
Grafico 28.	Comportamiento del tiempo de la duración de la flor post-cosecha a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	111
Grafico 29.	Tiempo de duración post-cosecha para dos variedades de clavel	113
Grafico 30.	Comportamiento del rendimiento a diferentes niveles de fertilización fosfatada.	114
Grafico 31.	Rendimiento a los 270 días a diferentes dosis de fertilización fosfatada	117
Grafico 32.	Rendimiento a los 270 días para dos variedades de clavel.	119

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo del fósforo.	7
Figura 2.	Operación del pinzado	24
Figura 3.	Tres tipos de agrupamientos de claveles para empacado 25 tallos c/u	29
Figura 4.	Sitio del experimento	36
Figura 5.	Preparación del sitio experimental	43
Figura 6.	Formación de platabandas	44
Figura 7.	Primera fertilización de fondo	46
Figura 8.	Fertilización por cobertera	47
Figura 9.	Transplante	48
Figura 10.	Densidad de siembra	48
Figura 11.	Distribución al azar de los tratamientos y variedades	49
Figura 12.	Soporte del enmallado	50
Figura 13.	Formación e mallas	50
Figura 14.	Vista panorámica después del pinzado.	51
Figura 15.	Proceso de desbrote	52
Figura 16.	Sistema de riego por goteo	53
Figura 17.	Hojas de clavel con problema de Alternaria	53
Figura 18.	Proceso de Cosecha	54
Figura 19.	Altura de planta	55
Figura 20.	Clasificación de acuerdo al tallo floral	56
Figura 21.	Diámetro de flor semicerrada	57
Figura 22.	Diámetro de flor abierta	58
Figura 23.	Invernadero en plena etapa de producción intensiva (270 días)	59
MAPA	Ubicación geográfica del sitio del experimento.	34
CROQUIS	Croquis del experimento	42

ANEXOS

- Anexo A. Datos del análisis físico químico del suelo en la localidad de collpani
- Anexo B. Cálculos para las dosis de fertilización.
 - Anexo B-1 Análisis físico químico del suelo
 - Anexo B-2 Cálculo de la dosis teórica de fertilizante a aplicar
 - Anexo B-3 Cálculo de la dosis real de fertilizante a aplicar
 - Anexo B-4 Cálculo de cantidad de fertilizante a aplicar por tratamiento de acuerdo a la dosis teórica y dosis real.
- Anexo C Cálculo de beneficio costo de los tratamientos propuestos de acuerdo a la calidad.

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación titulado: “Efecto de niveles de fertilización fosfatada en el rendimiento de variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), bajo invernadero”, se realizó en la gestión 2004, en predios del proyecto “Flores”, perteneciente a la granja agrícola del Colegio Técnico Agropecuario “Luis Espinal Camps”, ubicada en la ciudad de El Alto, Departamento de La Paz, Provincia Murillo, a una altitud de 3854 msnm, dentro de las coordenadas geodésicas 16°32'5'' de latitud sur y 68°14'54'' . Para este propósito, se utilizó el modelo estadístico de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones, donde el factor principal fueron tres niveles de fertilización fosfatada 31, 61, 81, Kg/P₂O₅/ha y un testigo con 0 Kg/P₂O₅/ha, el segundo factor se atribuyeron las dos variedades de clavel en estudio (Melocotón y Domingo), con el objeto de determinar el efecto de los tres niveles de fertilización fosfatada, variedades, y la interacción entre ambos para determinar en el rendimiento del cultivo del clavel. Las variables de respuesta en este estudio fueron: altura de planta, longitud de tallo floral, diámetro de tallo floral, diámetro de flor cerrada, diámetro de flor semicerrada, diámetro de flor abierta, días a la floración, tiempo de duración post cosecha de la flor y rendimiento a los 270 días de evaluación. Los principales resultados indicaron que por efecto del nivel 61 Kg P₂O₅/ha, el tiempo promedio de días a la floración fue de 123, mientras que sin fertilización fosfatada el tiempo se incrementa a 141 días; en función de esta variable el mayor rendimiento en cuanto al número de flores por planta se obtuvo en el nivel de 61 Kg P₂O₅/ha en la variedad Domingo con un promedio de 10 flores por planta en 270 días de evaluación; La mayor altura de planta se obtuvo en el nivel 61 Kg P₂O₅/ha en la variedad Domingo, con una valor promedio de 87.34 cm; La mayor longitud de tallo floral se obtuvieron en los niveles 31, 61, 81 Kg P₂O₅ en ambas variedades, alcanzando valores hasta de 53.7 cm; Los mayores diámetros de flor abierta se obtuvieron en los tres niveles planteados (31,61 y 81 Kg P₂O₅ /ha), en las dos variedades. Alcanzando valores de 66 a 68 mm. Obteniéndose así un porcentaje de 28 % de flores de primera calidad, 56 % de flores de segunda calidad, y 16 % de flores de tercera calidad. Se alcanzaron mayores utilidades en la dosis 61 Kg P₂O₅, aplicados a la variedad Domingo, llegando a la conclusión que este es tratamiento recomendado para esta y otras variedades de Clavel.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la agricultura, la humanidad ha conocido el beneficioso efecto que produce un buen aporte de nutrientes en el suelo para un mejor desarrollo de los cultivos. Quedaba por resolver el problema de cómo se nutría la planta y bajo qué forma absorbía los principios alimenticios que le eran precisos para subsistir. En 1823, se descubrió que un aporte directo de estiércol en el suelo no tenía una absorción inmediata de la planta, ya que este debía pasar por una serie de fenómenos de descomposición, osmóticos y de capilaridad. Es así que se vislumbró rápidamente la posibilidad de suministrar los elementos nutritivos requeridos por la planta, bajo forma mineral. Tal fue la importancia que adquirió esta forma de fertilización mineral en los posteriores años que su uso se globalizó rápidamente, influyendo de gran manera en los procesos de incremento en la producción de diferentes cultivos de importancia.

La fertilización fosfatada es importante para el cultivo de flores de corte, puesto que este juega un papel preponderante durante todo el desarrollo vegetativo, en las primeras fases potencia el crecimiento radicular, favorece el crecimiento e induce a un incremento y precocidad en la floración.

La producción florícola, está ligada al desarrollo agrícola por el carácter intensivo de este cultivo, siendo la misma, una fuente importante de ocupación de mano de obra que da ingresos a determinados sectores, primordialmente a la población rural.

El clavel (*Dianthus caryophyllus*), constituye uno de los cultivos más importantes dentro de la actividad florícola, su producción a gran escala es muy difundida más que todo en países europeos de donde esta es originaria. La producción de flores se obtiene en un 70% entre los meses de noviembre a abril, sin embargo, el mayor interés comercial se presenta en los meses de invierno y comienzos de primavera, periodo caracterizado por la escasez de flores en el mercado.

En el ámbito nacional, el departamento de mayor producción de claveles es Cochabamba, donde la producción alcanza un área de 669,500 m², que abarca el 46% de la producción total de todo el país. Mientras que no se tienen registros acerca de la

productividad en La Paz más concretamente en el Altiplano, pero si se ha podido observar un mayor interés de los productores acerca de la producción a gran escala de este cultivo.

Este cultivo, representa para nuestro país un rubro importante por su implicancia en la gran demanda de los diferentes mercados de flores, el agricultor por lo general produce solo variedades locales obviando algunas especies mejoradas.

El conocimiento sobre la nutrición mineral en el cultivo del clavel en la región andina es casi inexistente, ya que el uso de fertilizantes para este cultivo, está basado en su mayoría en experiencias empíricas, de ahí la necesidad de evaluar la eficiencia de esas aplicaciones en la producción.

El estudio de los niveles de fertilización fosfatada en el cultivo del clavel, permitirá conocer el efecto de las deficiencias o excesos del mismo en todo el ciclo del cultivo, además de proporcionar conocimientos sobre el adecuado nivel de fertilización fosfatada en el Altiplano para mejorar los niveles de rendimiento y por tanto los ingresos del agricultor.

Considerando al cultivo de clavel como una buena alternativa productiva para la región andina y lo expuesto anteriormente, estos son los objetivos propuestos para el siguiente estudio:

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el efecto que tienen diferentes niveles de fertilización fosfatada, en el rendimiento de variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*), bajo invernadero en el altiplano central.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los niveles de fertilización fosfatada en la calidad del clavel (diámetro de flor abierta, longitud de tallo floral).
- Evaluar el comportamiento agronómico de cada variedad en estudio.
- Comparar los costos parciales de los tratamientos propuestos.

Hipótesis

- Los tres niveles de fertilización fosfatada no tiene efecto sobre el rendimiento de las variedades en estudio.
- Los costos parciales en los diferentes tratamientos son similares.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. FERTILIZANTES

Hasta los primeros años del decenio de 1960, el uso de fertilizantes en los países en desarrollo se limitaba a unos pocos cultivos valiosos y de exportación. Con la difusión del riego y el mejoramiento de semillas, el uso de fertilizante aumento en ocho veces su consumo en 1979 (Banco Mundial, 1992). En nuestro país en la gestión 1987 – 1997 se llegó a un promedio de uso de 9333.66 toneladas de fertilizantes complejos, siendo el precio promedio de Bs. 2,200. (FAO, 1999).

Es así que los fertilizantes químicos a medida que transcurren los años son insumos mucho mas utilizados por los agricultores de nuestro país y su importancia radica en que estos además de sanear los suelos, incrementan la producción de diferentes cultivos de importancia económica.

2.2. ELEMENTOS NUTRITIVOS DEL SUELO PARA EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Domínguez (1984), indica que el término nutrimento mineral o elementos minerales esenciales fue expuesto por Amon y Stout en 1339; Estos autores concluyeron que para que un elemento sea considerado esencial, hay tres criterios que se deben conocer:

- Una planta no puede completar su ciclo de vida en ausencia de un determinado elemento mineral.
- La función de un elemento mineral no puede ser reemplazado por otro elemento mineral.
- El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de la planta.

Así mismo Martines (1995), menciona que hasta ahora se conocen 16 elementos químicos esenciales para el crecimiento de las plantas, de acuerdo a su importancia estos son:

El carbono (CO_2), el oxígeno (O_2) y el hidrógeno (H^+), gracias a los cuales la planta crece al absorberlos del aire y del agua. La planta los absorbe en cantidades masivas y representa mas del 99% de peso de la materia viva.

2.2.1. NITRÓGENO

Según López (1994), cuando existe suficiente nitrógeno, existe mas cantidad de clorofila, buena asimilación y síntesis de productos orgánicos, mayor vigor vegetativo. Por ende incremento en la velocidad del crecimiento (por la multiplicación y alargamiento de las células), mayor producción de hojas, frutos, semillas, etc. y una buena resistencia a heladas.

Los síntomas de deficiencia de nitrógeno en las plantas son los siguientes: presenta una coloración verde - amarillenta (clorosis) a nivel foliar, desarrollo y crecimiento lento y escaso, debilitamiento del tallo, necrosis o muerte del tejido, caída de hojas, enrollamiento del ápice y agrietamiento del cáliz de flor. Cuando hay deficiencia grave de nitrógeno, las hojas medias se tornan amarillas prematuramente y se marchitan desde los márgenes llegando a adquirir un tono marrón claro ligero.

Un exceso de nitrógeno, ocasionará un excesivo desarrollo vegetativo, disminución de la rigidez del tallo, mayor sensibilidad a enfermedades fungosas, menor conservación post-cosecha.

2.2.2. FÓSFORO

El fósforo a menudo aparece como un nutriente limitante en los suelos agrícolas, cualquiera sea su forma de manejo. Se constituye en el segundo elemento mas importante para el desarrollo del cultivo. (Chilon ,1996).

La fuente original de fósforo en el suelo es la apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$) (Donahue et al., 1981), un fosfato cálcico de baja solubilidad, el cual por procesos de meteorización se convierte en fósforo asimilable para la planta. Además de la apatita, el fósforo asimilable también tiene origen a partir de la descomposición de residuos vegetales, animales además de la fertilización mineral,

La abundancia de las formas de fósforo inorgánico variará de acuerdo al origen del suelo, a los niveles de materia orgánica y al pH (Donahue et al, 1981).

De manera general se ha encontrado que algunos factores, como la temperatura, la precipitación pluvial, la acidez del suelo, la actividad biológica y el grado de desarrollo de los suelos, determinan la participación de las fracciones orgánicas en el fósforo total. En condiciones de acumulación de materia orgánica en el suelo (baja temperatura y alta precipitación; acidez del suelo; y escasa actividad biológica) predominan los fosfatos orgánicos (Tisdale, 1977).

2.2.2.1. CICLO DEL FÓSFORO

En el ciclo del fósforo se puede observar que las interacciones no solo se limitan al suelo con las plantas (ecosistema), sino que también participan la hidrosfera (percolación) y litosfera (mineralización). Las plantas utilizan el ión fosfato (H_2PO_4) que es incorporado en sustancias orgánicas. Una parte de las plantas, después de la cosecha, es incorporada nuevamente al suelo: aquí, los fosfatos orgánicos son mineralizados, liberándose ácido fosfórico en la solución del suelo. (Black, 1975).

La figura 1, muestra el ciclo del fósforo en la naturaleza y la intervención del hombre en el mismo. Se puede observar que se pierde fósforo por: escurrimiento, erosión, lavado y extracción en la cosecha. Por otro lado se regresa fósforo al suelo por medio de adición de fertilizantes minerales (que es la más importante y significativa), retorno de residuos de animales y plantas y por deposición atmosférica (FAO, 2000).

Figura 01. Ciclo del fósforo.



Fuente: Fao (2000).

Jacob (1976), al respecto también menciona que cualquier fertilizante ya sea de origen orgánico o mineral debe de transformarse primero en esas especies (formas químicas) antes de ser utilizado por el cultivo. Las diferencias entre los residuos orgánicos y los fertilizantes minerales son principalmente dos: 1) velocidad de disponibilidad para el cultivo (los residuos orgánicos tienen que ser primero descompuestos por los microbios, mientras que los abonos minerales ya tienen los compuestos en la forma que la planta los utiliza) y 2) concentración (los residuos orgánicos tienen concentraciones más bajas de fósforo).

Beck (1982), menciona que el fósforo es el elemento de más difícil aplicación ya que además de su baja solubilidad existe el peligro de precipitación al reaccionar con el calcio. Aún utilizando aguas que no sean cálcicas, el fósforo precipita o es adsorbido en el suelo y no es aprovechable por las raíces.

Cuando se elige la fuente de fertilizante fosfatado, se debe tener la precaución de evitar que se formen los precipitados de P-Ca y P-Mg en el suelo. La formación de estos

precipitados se puede evitar manteniendo el pH hasta 6, como para que las sales permanezcan solubles. Esto se logra utilizando una fuente de P ácida, por ejemplo, ácido ortofosfórico (H_3PO_4), ureafosfato (UP) o fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$). Recordemos que las sales monovalentes de Ca y Mg (H_2PO_4) son más solubles que las bivalentes (HPO_4^{2-}). El ácido fosfórico se utiliza en forma efectiva como fuente de fósforo y permite incrementar la absorción de fósforo durante los estadíos tempranos de crecimiento (Gros, 1986).

2.2.2.2. EL FÓSFORO Y LA PLANTA

El fósforo es un elemento esencial para la vida, las plantas lo necesitan para crecer y desarrollar su potencial genético. Lamentablemente, el fósforo no es abundante en el suelo. Y lo que es peor mucho del fósforo presente en el suelo no está en formas disponibles para la planta. La disponibilidad de este elemento depende del tipo de suelo, según este, una pequeña o gran parte del fósforo total puede estar “fijado” (no disponible) en los minerales del suelo. (Beck, 1982).

Los compuestos fosfóricos además de dar energía suficiente para los procesos metabólicos de la planta (ATP), también interfiere en el proceso de respiración, fotosíntesis, glicólisis, ciclo de la pentosa-fosfato, síntesis de ácidos nucleicos y enzimas las cuales son esenciales para la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos, formando así parte de toda la estructura vegetal especialmente en la estructura de las membranas celulares. El núcleo de cada célula vegetal contiene fósforo, por lo que la división y crecimiento celular son dependientes de adecuadas cantidades de él. El fósforo es concentrado en las células que se dividen rápidamente las que activan el crecimiento de raíces y tallos. También el fósforo interviene en la estructura de las membranas celulares (Gros, 1986).

A respecto Chilon (1997), indica que el fósforo es el segundo de los elementos esenciales para todas las plantas y especialmente para las plantas de flor, los fosfatos promueven la buena formación de flores, semillas y frutos, contribuye a la formación de tallos fuertes y vigor en general en las plantas.

Según Barberet & Blanc (1998), en cuanto al cultivo del clavel, el fósforo estimula el crecimiento en el tamaño de botón floral, reducen del tiempo de madurez fisiológica y por ende adelanta la floración y aumento general de la lozanía, regula la absorción de nitrógeno y otros elementos, brinda mayor resistencia a condiciones adversas ya sean enfermedades o condiciones climáticas (la carencia de fósforo le da mayor sensibilidad a la planta hacia las heladas).

Finalmente se puede decir que el fósforo otorga un desarrollo mas uniforme en el crecimiento vegetativo, adelanto de la floración y aumento de la maduración.

En cuanto a las deficiencias de fósforo, Donahue et al., (1981) indica que este interfiere con la normal apertura de los estomas, creando temperaturas 10% más altas en las hojas, durante períodos de sol que en las hojas de plantas con adecuado fósforo. Las altas temperaturas en las hojas pueden afectar críticamente el crecimiento de la planta.

Plantas Jóvenes deficientes de fósforo son atrofiadas y generalmente de un color verde oscuro, por su alto contenido de nitrógeno La deficiencia de fósforo aumenta el pigmento autociamina (púrpura rojizo). Con la disminución de la clorofila (pigmento verde). El color púrpura se inicia en la punta de la hoja y continua por los bordes, el color puede desaparecer, cuando la planta desarrolla un sistema radicular más grande (Donahue et al., 1981).

El exceso de fósforo en el suelo causa una mayor susceptibilidad a las enfermedades causadas por virus, además de la carencia de cobre, zinc y de hierro disponibles para la planta y una intensa mortalidad de las hojas y una madurez prematura por lo que el rendimiento disminuirá (Chilon 1997).

2.2.2.3. EFICIENCIA DE LA ABSORCIÓN Y USO DEL FÓSFORO

Las diferencias genotípicas en la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes pueden deberse a la absorción o la utilización del mismo ya que bajo condiciones de baja fertilidad del suelo la eficiencia de absorción tiene especial importancia para mejorar el

desarrollo del cultivo. La eficiencia de absorción se puede deber a factores fisiológicos (la eficiencia en el sistema de absorción, expulsión de exudados, etc.) o morfológicos (volumen radicular, largo de pelos absorbentes, etc.).

Según Gros (1986) para caracterizar la habilidad de un genotipo a una producción promedio con suministro de nutrientes por debajo de lo óptimo, se plantea dos componentes en el uso eficiente de los mismos:

- a) **Eficiencia de uso.** cuando el suministro de un nutriente es limitado las plantas tienen que hacer uso eficiente de los que absorben, entonces será necesario considerar la repartición de los nutrientes en la planta.
- b) **Eficiencia para absorber nutrientes del suelo.** Las características morfológicas de la raíz y la extensión del sistema radicular son especialmente importantes para la absorción de macro nutrientes N, P, K.

Bukman (1992), mencionado por Luna (1999), indica que las diferencias entre cultivares en la absorción de fósforo pueden ser explicados por las diferencias en el crecimiento de las raíces. Consecuentemente factores ambientales que estimulan el crecimiento de las raíces aumentan la absorción de fósforo.

Siñani (2004) asevera que adicionalmente a las posibles diferencias genotípicas en la absorción de fósforo, la adaptabilidad a suelos pobres en este elemento puede ser parcialmente atribuida a diferencias genotípicas la eficiencia de uso. Desde el punto de vista agronómico, el monto total de biomasa y/o el rendimiento económico producido por cada unidad de nutriente absorbido indica una eficiencia de uso del nutriente.

2.2.2.4. FACTORES QUE MODIFICAN LA RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE LOS FERTILIZANTES FOSFÓRICOS

- a) **Ubicación del fertilizante.** La ubicación más eficiente del fertilizante es aquella que provee una fertilización mas adecuada de nutrientes solubles en una zona

bien aireada llena de humedad de suelo ocupada por raíces de absorción muy activas y en periodos de crecimiento cuando las demandas de nutrientes de la planta son más agudas (Harris, 1992).

Cantidades moderadas de fertilizante tienden a ser utilizadas más eficientemente cuando son ubicadas en un lugar específico que cuando han sido distribuidas al boleó y menor cantidad de fertilizante es necesitada para alcanzar niveles máximos de rendimiento (Denisen, 1988),citado por Pujro (1992).

b) Precipitación de la irrigación durante la estación de crecimiento. El riego puede interferir con la toma de nutrientes a partir de la planta en formas diversas por ejemplo a través de la lixiviación de nutrientes solubles por debajo de la profundidad radicular ó limitando la absorción por condiciones de suelo muy seco (Domínguez, 1982).

c) Densidad de plantas. Cosio (1970), señala que la mayoría de los experimentos sobre el efecto de la densidad de plantas han sido conducidos en un rango de aplicación de fertilizantes, pero que en los casos de la interacción entre fertilizante y densidad de plantas que han sido Investigados, algunos muestran que un incremento en el nivel de nitrógeno, fósforo y potasio, tuvo mayor efecto en altas densidades que en bajas densidades de plantas.

d) pH del suelo. Buckman et al (1965), asevera que el pH del suelo determina la disponibilidad de fosfatos asimilables para el vegetal. A medida que aumenta el pH, crece la proporción de los fosfatos bibásicos (PO_4H^{-2}) y tribásico (PO_4H^{-3}) de menor absorción o inasimilable. Este fenómeno (el paso de los fosfatos asimilables a formas asimilables o insolubles) se llama fijación del fósforo o inmovilidad.

El mismo autor acota que en los suelos ácidos, los fosfatos asimilables se unen al Fe^{++} , Al^{++} y a los hidróxidos de éstos y forman sales y complejos insolubles. En los suelos alcalinos, se unen al Ca^{++} y al Mg^{++} y forman sales insolubles

como el fosfato tricálcico $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$. Una vez absorbido el fósforo circula como fosfato monobásico (PO_4H_2) en las plantas y es muy móvil.

- e) **Tamaño de la raíz.** Es un factor muy importante, ya que este determinara una buena asimilación del fósforo por la planta. (Luna, 1999).

2.2.3 POTASIO

Gros (1986), menciona que la importancia del potasio para la planta, ya que este constituirá la estructura de sostén del tallo, formación del cáliz, formación del color, incrementa la resistencia de las plantas a la sequía, aumenta la resistencia a las heladas y proporciona resistencia contra enfermedades criptogámicas al cultivo.

Según Chilón (1997), se producen deficiencias principalmente en suelos ácidos, suelos arenosos muy lavados y ciertos suelos en los que el potasio es fijado por las arcillas y la materia orgánica, además que la deficiencia de potasio hace que decrezca la alididad del tallo, que se dobla con gran facilidad, incrementa el número de cálices reventados, disminuye el rendimiento y la conservación post-cosecha de la flor.

2.2.4 CALCIO

El calcio cumple una función en la estructura de sostén del tallo, de formación del cáliz, dotándolos de consistencia y una mayor resistencia a la sequía (Hepler, 1985).

Las deficiencias de calcio según Hepler (1985). El exceso de calcio en la planta provoca una rotura de tallos por fragilidad, reducción del crecimiento de los tejidos meristemáticos,

2.2.5. MAGNESIO

Una de las principales funciones del magnesio en la planta es la formación de clorofila y la buena asimilación de otros nutrientes (Chilon, 1997).

Las deficiencias magnesio se suelen dar en suelo con pH mayor que 6.8, en suelos encalados y en suelos pobremente drenados, en la planta se manifiesta primero en hojas jóvenes.

2.2.6. HIERRO

Forma parte de la clorofila, es por lo tanto clave en la respiración, forma parte de algunas enzimas y hormonas (Chilón 1997).

Las deficiencias pueden verse asociado a un exceso de riego, encharcamiento, este exceso ocasionará una clorosis férrica, debido a la falta de clorofila en las hojas nuevas.

2.2.7. BORO

Las misiones del Boro en la planta contribuye al metabolismo y transporte de hormonas vegetales, metabolismo en los glúcidos y su transporte, síntesis de las proteínas, lignificación de los tejidos vegetales, permeabilidad de las membranas vegetales. En la interacción con el Calcio; un exceso de Boro hace disminuir la absorción del Calcio; un exceso de Calcio, frena los efectos tóxicos del Boro (Donahue et al., 1981).

2.2.8. COBRE

Barberet & Blanc (1998), indica que el cobre es importante en la respiración e indirectamente para la producción de clorofila, forma parte de varias enzimas y es un activador de las mismas, interacciones con Hierro, Fósforo, Zinc.

2.2.9 ZINC

Chilon (1997), asevera que el zinc interviene en el metabolismo de las auxinas y también en las transformaciones de los hidratos de carbono, interacciones con los elementos N, Fe, Cu y Mg.

2.2.10. MOLIBDENO

El molibdeno favorece la fijación del nitrógeno atmosférico, síntesis de proteínas, síntesis de ácido ascórbico y de sustancias pépticas. El Fósforo facilita la asimilación de molibdeno y el azufre reduce la asimilación de molibdeno. (barberet & Blanco 1998).

2.2.11. CLORO

El cloro es cofactor en la fotosíntesis (formación de clorofila), es muy raramente deficiente en la planta, pero el exceso produce crecimiento lento y necrosis. (Barberet & Blanc 1998).

2.3. PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN

2.3.1. MECANISMO PARA LA TOMA DE NUTRIENTES

Las plantas absorben los nutrientes del suelo mas en forma de iones. Las plantas pueden obtener nutrientes por absorción a través de las hojas o de las raíces (Donahue et al .,1981).

Los nutrientes son suministrados por los siguientes mecanismos:

- Flujo de masa.
- Difusión.
- Intercepción radicular.

La continua absorción y transpiración de agua por las plantas significa que grandes volúmenes de agua deben moverse a través del suelo. El agua con los nutrientes disueltos se llama solución del suelo y se mueve del suelo a las raíces. El movimiento de los nutrientes a través del suelo, es llamado flujo de masa (Thompson, 1979).

Al momento que las raíces absorben nutrientes de la solución del suelo, los nutrientes disueltos se mueven hacia las raíces sin agua por las leyes de difusión de áreas

de mayor concentración de nutrientes a áreas de menor concentración. (Donahue et al., 1981).

En un experimento realizado en maíz se puede observar que hasta el 90.9% de fósforo es absorbido gracias a la difusión (Donahue et al.,1981).

2.3.2. APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

Según Barberet & Blanc (1998), en dependencia de los momentos críticos del cultivo de claveles, las aplicaciones de fertilizantes químicos se deben realizar:

- 1ra aplicación: En el momento del trasplante.
- 2da aplicación: en el momento de pinzado.
- 3ra aplicación: antes de la floración.
- 4ta aplicación: en plena floración.

Cuando el cultivo tenga más de un año se debe hacer una aplicación adicional de fertilizantes o abono, para mantener una producción estable, siempre que no haya riesgo de pérdida (Santos, 1992).

English (1967), indica que la fertilización es una labor que se puede hacer aprovechando el riego. Es mejor usar fuentes solubles y aplicar los fertilizantes lo mas frecuentemente posible.

2.3.3. APLICACIÓN DE FONDO Y MANTENIMIENTO

2.3.3.1. ABONADO DE FONDO

Según Barbert & Blanc (1998), el abonado de fondo se realiza antes del trasplante para evitar el exceso de toxicidad en las plantas, los fertilizantes mayormente utilizados son los siguientes:

- Superfosfato simple. (0 – 21 – 0)
- Superfosfato triple. (0 – 45 – 0)
- Sulfato de potasio. (0 – 0 – 50)
- Sulfato amónico. (21 – 0 – 0)
- Urea. (46 – 0 – 0)
- Cloruro de potasio. (0 – 0 – 60)
- Cloruro de amonio. (24 – 0 – 0)

La cantidad de micro elementos (Fe, Cu, Zn, Mn y Mo) suele ser suficiente en el suelo tras el aporte de estiércol anteriormente indicado, no siendo preciso su aportación como abonado de fondo, aunque en casos como el Calcio, Boro y Hierro, es frecuente su aportación en cobertura (Gamboa 1988).

2.3.3.2. ABONADO DE MANTENIMIENTO

Se aplican según Barberet & Blanc (1998), ya sea mediante cobertura, o fertilización foliar, los abonos simples más comúnmente empleados son:

- Nitrato Amónico (33,5 – 0 – 0)
- Fosfato Monoamónico (11 – 48 – 0)
- Cloruro de potasio (0 – 0 – 60)
- Complejo de micro elementos.
- Quelato de hierro.

A partir del programa actual de fertilización debemos extraer el equilibrio de nutrientes. Esto se realizará teniendo en cuenta las riquezas en elementos nutritivos de cada fertilizante.

Partiendo de este dato, veremos las cantidades reales de cada elemento que se están aportando. Al hacer la adición de los elementos correspondientes a cada fertilizante, llegamos a la cantidad total de cada nutriente que tenemos en el equilibrio. Esto es lo que llamamos el "equilibrio real" (Chilon 1997).

2.4. FLORICULTURA

En los últimos años la floricultura en nuestro país ha mostrado un notable incremento y en el futuro tiende a seguir aumentando por la demanda interna y externa de flores lo que implicara que mas agricultores se dediquen a esta laboriosa y lucrativa actividad, por lo que grandes productores y comercializadores de flores indican que la floricultura juega un papel muy importante al desarrollo rural al contribuir a la diversificación de otros rubros dentro la producción agrícola. (Philippe, 1981).

Abosoflor (1992), menciona que en Bolivia, la producción de flores de corte para el mercado interno como externo se inició a partir de 1980 con la producción de rosas, claveles y posteriormente crisantemos.

2.5. CULTIVO DEL CLAVEL

2.5.1. ANTECEDENTES

Según Santos (1992), muchas especies de *Dianthus* fueron encontradas creciendo silvestremente en Europa y partes de Asia. Su principal ancestro, *Dianthus Caryophyllus* puede ser encontrado creciendo silvestre a lo largo del mediterráneo desde Francia hasta Grecia.

Lopez (1989), señala que el género a que pertenece el clavel (*Dianthus sp.*) es un vocablo griego que significa flor de Zeus (divinidad suprema de la mitología griega); parece que esta planta era ya cultivada hace dos mil años, toda vez que Teofrasto la cita en sus escrituras sobre " las causas de la vegetación".

2.5.2. IMPORTANCIA ECONOMICA

En la actualidad se cultivan para flor cortada las variedades americanas y europeas. Se destacan porque en su mayoría reúnen las características de adaptación a las diferentes condiciones climáticas de las zonas productoras de clavel y cumplen con las exigencias de calidad que demanda el mercado.

En América del sur, los países de mayor producción son Colombia, Chile y Venezuela.

Rocabado (2000), señala que actualmente Bolivia exporta importantes lotes de cajas de clavel a los siguientes países:

- Argentina (Buenos Aires, Córdoba y Salta).
- Brasil (Corumbá y Manaus).
- Chile (Arica).
- Uruguay (Montevideo).
- Paraguay (Asunción).
- USA (Miami).
- Canadá (Toronto)

Al respecto el mismo autor agrega que se realizan ventas en las ciudades de Yacuiba y Puerto Suarez, se convirtieron en grandes consumidores de clavel.

2.5.3. TAXONOMIA

La descripción taxonomía del clavel según Font Quer (1982), es la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Angiospermas.
Clase	: Dicotiledóneas.
Sub-clase	: Arquiclamideas.
Orden	: Centrospermales.
Familia	: Caryophyllaceae.
Género	: <i>Dianthus</i> .
Especie	: <i>Dianthus caryophyllus</i> .
Nombre Común	: Clavel

2.5.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Holley (1963), señala que esta especie, originaria del sur de Europa, suele tener en su forma primitiva flores de color rojo o rosa, poseyendo un intenso olor y sus tallos y hojas de color verde oscuro.

Planta herbacea, con tallos con 40-50 cm. de longitud, frágiles e hinchados en sus nudos, erecto en el inicio de su crecimiento y algo tendidos en el resto de su desarrollo.

Guzmán (1998), al respecto menciona que un tallo típico de clavel Sim consta de 15 a 18 nudos y en cada nudo posee brotes laterales. Cuanto más altos sean los nudos, más tendencia tienen a florecer en .seguida, a medida que descendemos vamos encontrando entrenudos más largos (nudos 5.6 y 7 cm) hasta que normalmente por debajo del nudo .séptimo el brote .será vegetativo. Las yemas axilares se desarrollan fácilmente.

hojas lineares de 0.8-1.5 cm de longitud, enteras sin estipulas, planas y blandas, acuminadas y glaucas, cubierta de una cutícula cerosa, con una base envainadora. Las hojas sentadas y opuestas abrazan al nivel de los nudos.

Cronquist (1988), señala que la flor es regular hermafrodita con sobrecaliz de 4 a 6 brácteas anchas, abruptamente acuminadas, mucho más cortas que el cáliz. El cáliz gamosépalo de 2.5 a 3 cm de longitud, con dientes triangulares. Carece de estipulas. Sus Pétalos son dentados de forma irregular, de 1 a 1.5 cm de longitud, de color rosado-púrpura en las especies silvestres. con flores solitarias o en panículas, pentámeras radiadas y limbo que puede ser dentado o no; sus flores son de una amplia gama de colores;

posee diez estambres con filamentos enteros biloculares, dos estilos filiformes estigmatizados con ovario unilocular súpero ya que tiene los pétalos y los estambres insertos por debajo del ovario sobre un tálamo mas o menos prolongado el llamado ginóforo o carpóforo . El fruto es una cápsula dehiscente.

2.5.5. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

2.5.5.1. TEMPERATURA

Según Gamboa (1988). la temperatura influye directamente en el crecimiento y en la producción, este factor puede acelerar o atrasar el desarrollo del cultivo, afectando directamente la calidad.

Smilh (1965), señala que cuando se tienen altas temperaturas se acelera el desarrollo, produce flores con tallos muy delgados y botones pequeños, el número de pétalos es menor, cuando se tienen temperaturas bajas se atrasa, el crecimiento es tan lento que produce tallos muy gruesos y botones tan "lentos" que el cáliz se hace susceptible al reventón.

López (1989), indica que el clavel es uno de los cultivos de flor cortada, que tiene resistencia a baja temperaturas, capaz de resistir algunas heladas moderadas sin ningún tipo de daños, es por eso que los problemas de este cultivo es son más de exceso de temperatura que de falta de ella, en el cuadro 1 se puede observar las temperaturas óptimas requeridas.

Cuadro 1. Temperaturas optimas, mínimas y máximas del clavel.

	OPTIMAS		MÁXIMAS		MINIMAS	
	Diurno	nocturno	diurno	Nocturno	diurno	nocturno
INVIERNO	15 - 18 °C	7 - 10 °C	20 °C	10 °C	13 °C	(-) 3 °C
VERANO	21 °C	10 °C	32 °C	15 °C	15 °C	1 °C

Fuente: López (1989).

2.5.5.2. FOTOPERIODO

Verdugo (1989), menciona que cuando las plantas de clavel están sujetas a períodos de días largos (o con luz continua) .se promueve la iniciación de la floración, así que las horas recomendables de horas luz será de 8 a 10 horas.

2.5.5.3. HUMEDAD RELATIVA

Según Santos (1992), la humedad relativa óptima para este cultivo es de 70%, un exceso de este puede inducir a enfermedades fungosas como la Botrytis.

2.5.6. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

FAO (2000), señala que el clavel prefiere suelos cuyas propiedades permitan buenas condiciones de humedad; capacidad de drenaje interno y a la vez de retención de agua. Todo esto permite a su vez mantener buenas condiciones fitosanitarias en el cuello y raíces del cultivo, evitando principalmente el desarrollo de enfermedades fungosas.

El mismo autor indica que se debe considerar el aspecto químico del suelo, entre los puntos más importantes están: pH, sales, contenido macro y micro elementos disponibles.

López (1989), menciona que el clavel requiere suelos cuyo pH oscile entre 6.5 y 7.2. El pH bajo favorece el desarrollo de hongos, uno de los más característicos y peligrosos es el *Fusarium sp.*, (que produce marchites y amarillamiento de las plantas). Si no hay problemas de *Fusarium* es posible cultivar, en suelos con PH de 5.8 a 6.2.

Según English (1967), El clavel al ser una planta rústica puede soportar altas salinidades tanto del suelo como del agua de riego, aunque el óptimo de producción se consigue con una salinidad de 2 ds/m.

2.5.7. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Según Gamboa (1988), el riego está directamente relacionado con el tipo de suelo y la preparación que se le dio antes de la siembra, el clavel exige suelos con buena retención de humedad, pero con suficiente aireación.

Las primeras fases del cultivo (un mes), es necesario disponer de un sistema de riego por micro aspersion que facilite el arraigo del esqueje y que evite la deshidratación. Con ello haremos pulverizaciones con poca cantidad de agua varias veces al día en las

horas de más calor, para evitar deshidrataciones y facilitar el arraigo (Luna 1990; citado por Guzmán 1998).

Una aplicación de agua semanal oscila entre 25 a 30 litros por metro cuadrado, dependiendo de la temperatura se pueden distribuir en dos o tres riegos por semana. No es conveniente provocar cambios bruscos de humedad en el suelo, es preferible mantener el suelo en condiciones constantes.

2.6. MANEJO DEL CULTIVO

2.6.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

2.6.1.1. DESINFECCIÓN DEL SUELO

Según Barberet & Blanck (1998), En los casos donde sea preciso desinfectar y en función del tipo de suelo las desinfecciones pueden ser:

- Metam-sodio: cuando se realice la desinfección con Metam-sodio se aplicará en total 400 gr/m^2 de este producto como se indica a continuación :
 - 1er riego: 200 gr/m^2 , usando 30 litros de agua $/\text{m}^2$.
 - 2do riego: 200 gr/m^2 , usando 30 litros de agua $/\text{m}^2$, 2 ó 3 días después del primer riego.
- Basamid: se debe efectuar una labor de cultivador para dejar el terreno bien suelto, quedando este con buen tempero, ni demasiado húmedo, ni demasiado seco, aplicando 20 a 30 gr/m^2 .

Se cubre entonces con lonas de plástico, de forma que quede perfectamente hermético, para impedir posibles fugas de gas. Las lonas se deben mantener en el terreno 15 días.

Una vez levantadas se debe dar una labor para airear y favorecer la libración del gas durante 15 días.

En ambas desinfecciones debe hacer con temperatura promedio del suelo de 15°C, así mismo la desinfección de debe realizar un mes antes del transplante.

2.6.1.2. REMOCIÓN DEL SUELO

Santos (1992), indica que la remoción del suelo debe ser profunda, para evitar futuras compactaciones.

2.6.1.3. FORMACIÓN DE PLATABANDAS

Barberet & Blanck (1998), asegura que las dimensiones aconsejables de las platabandas es de 80cm de ancho en zonas húmedas y 1.05 m de ancho en zonas secas y con un ancho de pasillos de 40 a 45 cm.

Es aconsejable rellenar los pasillos entre platabandas con grava, para evitar la formación de charcos. Una ligera pendiente en el pasillo y las platabandas para facilitar el drenaje y riego del agua.

2.6.2. TRANSPLANTE

Según Barberet & Blanck (1998), 2 días antes de la plantación definitiva, se debe inundar las platabandas.

Según Santos (1992), la plantación se realiza entre los meses de octubre a enero, las distancias entre plantas es entre 20 a 30 cm entre plantas y 20 a 30 cm entre hileras, plantándose así 25 plantas por metro cuadrado. La plantación puede ser en fila o en tres bolillo.

El mismo autor indica que la plantación de los esquejes debe ser superficial (para evitar la podredumbre del cuello), hasta el primer par de hojas y por horas de la tarde o de la madrugada preferiblemente.

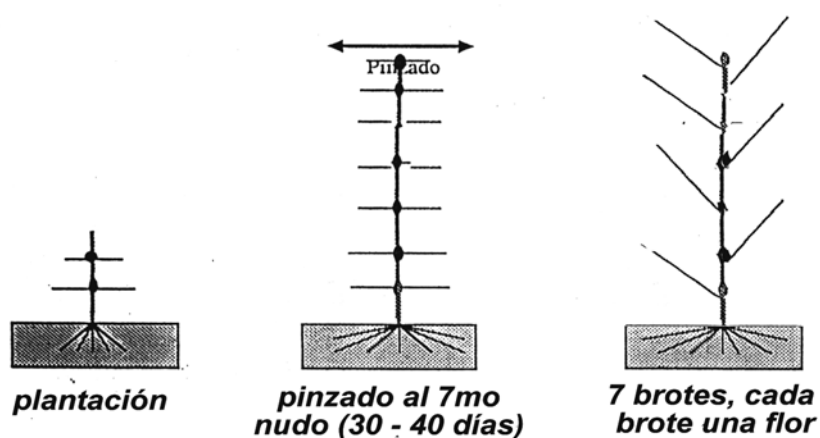
2.6.3. LABORES CULTURALES

2.6.3.1. PINZADO

English (1967), indican que es muy importante la supresión de la parte terminal de la planta Joven de clavel ya que este estimula la producción de los brotes en las axilas de las restantes hojas para florecer y desarrollarse la planta en forma mas uniforme y más frondosa.

Lopez (1989), asimismo indica que con el pinzado se consigue que la planta ramifique y que las primeras flores sean más largas; Cuanto más alto se efectúa el pinzado más flores se obtendrán, pero la calidad puede no ser muy buena al ser demasiadas para la planta. Por el contrario, si se pinza muy cerca del .suelo, saldrán pocas flores aunque serán de buena calidad.

Figura 2. Operación del pinzado.



Fuente: Barberet & Blanc (1998).

Barberet & Blanc (1998), señala que se emplean los siguientes métodos de pinzado o despuntes:

Pinzado único: El esqueje directamente plantado se despunta por encima del quinto o séptimo par de hojas tan pronto como queda establecido de diez días a cuatro semanas después de la plantación. La mayor parte de las plantas de la cama pueden quedar despuntadas a la primera operación pero una segunda operación de diez a catorce días después completa el trabajo.

Pinzado y medio: La cantidad a despuntar depende de la calidad del crecimiento pero generalmente se tratan de dos a tres brotes. Se eligen los brotes más tuertes y se despuntan tan pronto como se les pueden dejar de cinco a siete hojas en el lateral a fin de producir hasta tres sub-laterales por debajo de cada despunte.

2.6.3.2. DESBROTE

Gamboa (1988), al respecto menciona que esta labor consiste en cortar todos aquellos brotes que salgan en cada par de hojas localizados a lo largo del tallo de arriba hacia abajo, hasta el sexto o séptimo nudo.

Esta labor se realiza en el campo y se mantiene con regularidad el manejo post-cosecha se facilita, puede hacerse esta labor en la sala de empaque aumentando el manipuleo de la flor, causando problemas en la calidad.

2.6.3.3. TUTORADO

Verdugo (1984), señala que las estructuras de soporte o mallas son determinantes para obtener clavel de buena calidad. Su función es permitir a la planta crecer con un tallo erecto, además de mantener ordenados todos los tallos y favorece tanto la ventilación como la aplicación de agroquímicos. En general favorece la sanidad del cultivo.

El método tradicional de entutorar claveles es mediante alambres y cuerdas conducidos hasta soportes en los extremos y con "escaleras" o "puentes" intermedios. Cada cama necesita de diez a doce capas de intervalos de 15 cm en altura para sostener las plantas durante sus 20-24 meses de vida. English (1967).

No es conveniente diseñar camas muy largas, se considera que una longitud adecuada por razones de manejo es de 30 metros. La primera malla es muy importante porque además de sostener el esqueje permitirá soportar la planta cuando este adulta, además de que disminuye la posibilidad de ataque de hongos.

2.6.4. RENDIMIENTO

Salinger (1981), al respecto menciona que la planta comienza a producir entre el 4º y 6º mes después de plantada, dependiendo de la fecha. Es posible iniciar el cultivo en invernadero en cualquier época, la producción varía entre 10 a 12 varas cada año, con un total de 18-21 flores por planta en los 2 años de vida útil total de la especie. Esto significa aproximadamente 2.000.000 de varas por hectárea física.

2.6.5. COSECHA

Los claveles se cortan en dos estados de apertura diferente, si son de invierno o de verano (también si son de exportación).

English (1967), indica que en verano las flores se cortan en botón de dos centímetros a pétalos paralelos, ya que las flores abrirán después normalmente. Pero en invierno se ha de cortar con pétalos paralelos a pétalos semi-abiertos (copa). Nunca antes, de lo contrario se quedarán dormidas.

La altura del corte también es importante. Lo ideal es cortar entre el 8º y 10º nudo, considerando el 8º nudo cuando se inicia el cultivo, y el 9º o 10º después.

Fao (2000), al respecto complementa que las flores deben ser cortadas en horas de bajas temperaturas y después de un riego para que estén hidratadas, cuando les falta agua se producen los claveles blandos que duran muy poco después de cortados.

Luego de cortados se recogen del invernadero rápidamente y se llevan a un lugar fresco (idealmente cámara), donde se enfrían y se empaquetan.

Asimismo Gamboa (1988), afirma que la cosecha puede hacerse manualmente o con tijeras podadoras. En el primer caso se requiere mayor habilidad de los obreros, tiene una gran ventaja porque se evita la posibilidad de contaminación en el caso de que existan enfermedades vasculares.

Barbereyt & Blanc menciona que el criterio para determinar cuál es el punto de apertura adecuado depende principalmente de:

- Donde se localiza el cliente y cuales son sus preferencias.
- Cada variedad, algunas abren rápidamente, mientras que en otras es proceso es mas lento.
- El manejo post-cosecha, uso o no de preservantes y otros.
- El día de exportación y los canales utilizados.
- La época del año.

2.6.6. POST COSECHA

2.6.6.1. CLASIFICACION

Según FAO (2000), tres aspectos básicos de calidad de flor, afectan la comercialización y por tanto, los retornos económicos, estos son: 1° La apariencia, que comprende factores tales como: el tamaño de la flor, color, forma de inflorescencia, limpieza de la flor y follaje, longitud y vigor del tallo. La presentación, ya que tendrán preferencias aquellas flores más atractivas al consumidor y 3° La longevidad de la flor cortada.

Además deben ir totalmente cerradas o por lo menos iniciando su apertura, esto por cuanto a que la flor por cortada continúa con su proceso vegetativo (a no ser que se la refrigere). En cuanto a las normas fitosanitarias debe ir totalmente libres de parásitos o enfermedades.

Según Salinger (1991), los rasgos característicos de un clavel de calidad son los siguientes:

- Tallo fuerte y derecho con hojas limpias y anchas.
- Pedicelo recto, manteniendo firmemente erguida la flor.
- Cáliz entero no rasgado, con los pétalos esparcidos uniformemente y el centro lleno.
- Color de pétalos uniformes y que estos no estén con bandas por ataques de áfidos y trips.
- Deben tener una buena vida en jarrón que es incrementada por el pre-tratamiento del cultivador.

Cuadro 2. Clasificación de los claveles comerciales.

Tipo	Largo (cm)	Torcedura	Follaje	Tamaño de Flor	Cáliz
Select	65 a 75	Nada	Completo	Mayor a 7 cm	Sin partidura
Fancy	55 a 64	Leve	Completo	mayor a 7 cm	Sin partidura
Standard	45 a 54	Mediana	Faltan 1a 2 hojas	6,5 a 7 cm	Sin partidura
Segunda	42a 50	Mediana	Incompleto	6,5 cm	% partido
Tercera	35 a 42	Grave	Incompleto	6,5 cm	% partido

Fuente: FAO (2000).

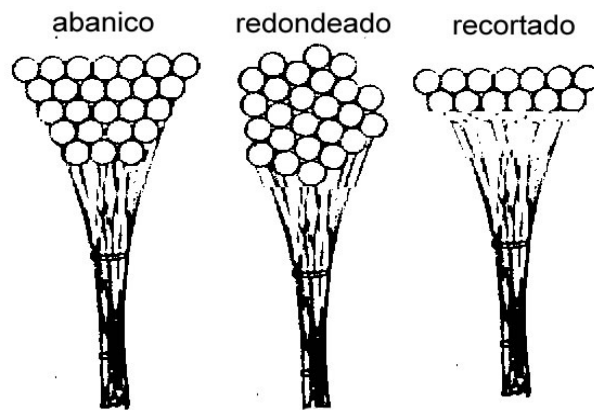
2.6.6.2. ALMACENADO

López (1989), indica que las flores abiertas de alta calidad, pueden ser almacenadas por 2 a 4 semanas antes de comercializarlas. Por otra parte el almacenado de botones tiene un potencial aún mas grande por varias razones. Los botones están menos expuestos a daños e infecciones por enfermedades. Además de que estos serán más fáciles de manejar .

2.6.6.3. MERCADO

Barberet & BLanc (1998), menciona que los claveles se venden de acuerdo a la demanda, precios y la generación de utilidades para el agricultor.

Figura 3. Tres tipos de agrupamientos de claveles para empacado 25 tallos c/u



Fuente: Reponse (2000).

2.6.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.6.7.1. PLAGAS

- **Arañitas:** Corresponden a ácaros de color rojo que causan serios problemas. Su ataque es mayor en primavera y verano; la sucesión de generaciones en esas épocas hace difícil su control. Se pueden aplicar productos como Omite (180 g/100 l de agua), Penstil (25 cc/100 l de agua), Acaban (100 cc/100 l de agua) y Stopper (30 g/100 l de agua). Con el control de esta plaga hay que rotar los productos (familias químicas) e incluso control de huevos, larvas y adultos.
- **Pulgones:** Estos se aglomeran en los tejidos jóvenes, originando deformaciones. Su control se debe realizar tomando en cuenta los productos para el control de trips, más productos como Confidor (35 cc/100 l de agua) y Pirimor (200 cc/100 l de agua) específicos para pulgones.

- **Trips:** El daño que provocan es al alimentarse de flores y centros de crecimiento provocando decoloraciones y deformaciones en los tejidos afectados. Mantener limpio de malezas el invernadero y 2 m a su alrededor. Comenzar el control químico cuando se presente un aumento de las temperaturas, control preventivo con productos de alta sistemia, como método curativo hacer tres aplicaciones cada cinco días de Mesurol 50 WP, a los siete días un insecticida de suelo y luego continuar el programa normal de rotación de productos.

2.6.7.2. ENFERMEDADES

Barberet & Blanc (1988) y Lopez (1989), las principales enfermedades para el clavel son las siguientes:

- **Roya (*Uromyces dianthi*):** Frecuente en periodos de otoño y primavera. La planta se ve afectada en su totalidad por pústulas de color rojizo que además de afectar directamente el desarrollo de la planta, la desprecia en su calidad. Como medida de control hay que retirar las hojas con pústulas con la ayuda de un papel húmedo, aplicar productos como Bayletón (75 cc/100 l de agua), Bumper (50 cc/100 l de agua), Tilt (20 g/100 cc de agua), Duett (100 cc/100 l de agua), etc.
- **Alternaria (*Alternaria dianthi*):** Los riegos de infección están presentes todo el año. En tallos y hojas aparecen pequeñas manchas similares a aquellas producidas por el aceite. Se recomienda un buen control de la humedad ambiental y excesivo sombreado al interior del invernadero. Con plantas infectadas hacer aplicación de algún fungicida como Manzate (200 g/100 l de agua) u otro similar.
- **Fusarium (*Fusarium oxisporum*):** Es una enfermedad que no se puede controlar. Afecta al sistema vascular pudiendo llevar al desecamiento y muerte de la planta. Como medidas de manejo preventivo esta la desinfección de suelo

previo a la plantación y evitar excesos de humedad en la zona del cuello de la planta. En caso que se presenten plantas enfermas retirarlas del cultivo y quemarlas.

- **Heterosporium:** Manchas circulares con el centro de color negro. Se conoce también como ojo de perdiz o de pavo. Su control es difícil, se usan productos en base a Clorotalonil.
- **Botritis (Botrytis cinerea):** Produce producción gris de las flores. Se favorece su desarrollo con alta humedad, poca ventilación y exceso de nitrógeno. Se pueden aplicar productos como Captan (200 g/100 l de agua), Sumisclex (75 cc/100 l de agua), Rovral (150 g/100 l de agua) y Pomarsol (200 g/100 l de agua).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

3.1.1. UBICACIÓN

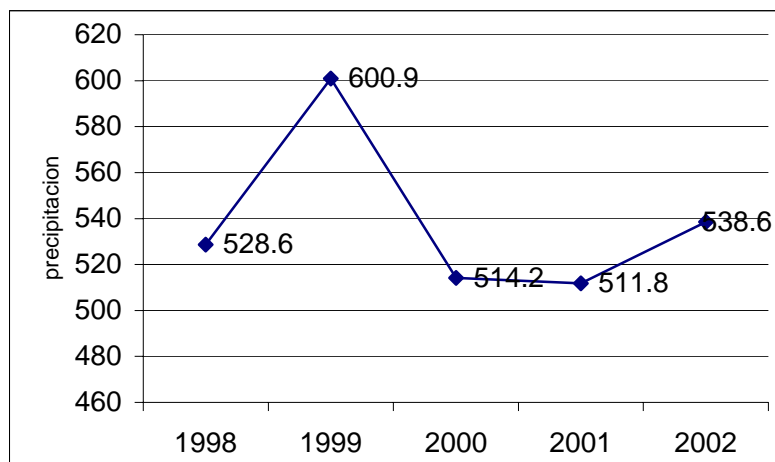
El presente estudio se llevo a cabo en predios del Colegio Humanístico Técnico Agropecuario “Luis Espinal Camps” de Fe y Alegría, ubicado en la zona Villa Zaragoza Sub-Distrito tres de la ciudad de El Alto, Altiplano Norte del departamento de La Paz, provincia Murillo, distanciado a 35 Km al sud oeste de la ciudad de La Paz. Sus coordenadas geográficas se encuentran aproximadamente entre los paralelos 16°32'5'' de latitud sur y 68°14'54'' de longitud oeste, Su altitud aproximada es de 3854 m.s.n.m. (Montes de Oca, 1999).

Actualmente en la zona existe un proyecto denominado “proyecto flores” a cargo del Ingeniero Agrónomo Eduardo Yugra, en donde además del clavel se cultivan otro tipo de flores y diversos productos hortícolas, crianza de cuyes, crianza de lombrices rojas californianas y otras actividades, los cuales ayudan a la formación práctica del alumnado.

3.1.2. CLIMA

El clima es templado frío, piso sub andino – subtropical, presentando una temperatura promedio de 7.78 °C, con una humedad relativa promedio de 56% y un periodo libre de heladas de 120 días a una probabilidad del 50% (SENAMHI 2000).

Gráfico 1. Precipitación pluvial (mm) registrado por gestiones agrícolas periodo 1998 – 2002.



Fuente: SENAMHI (2003).

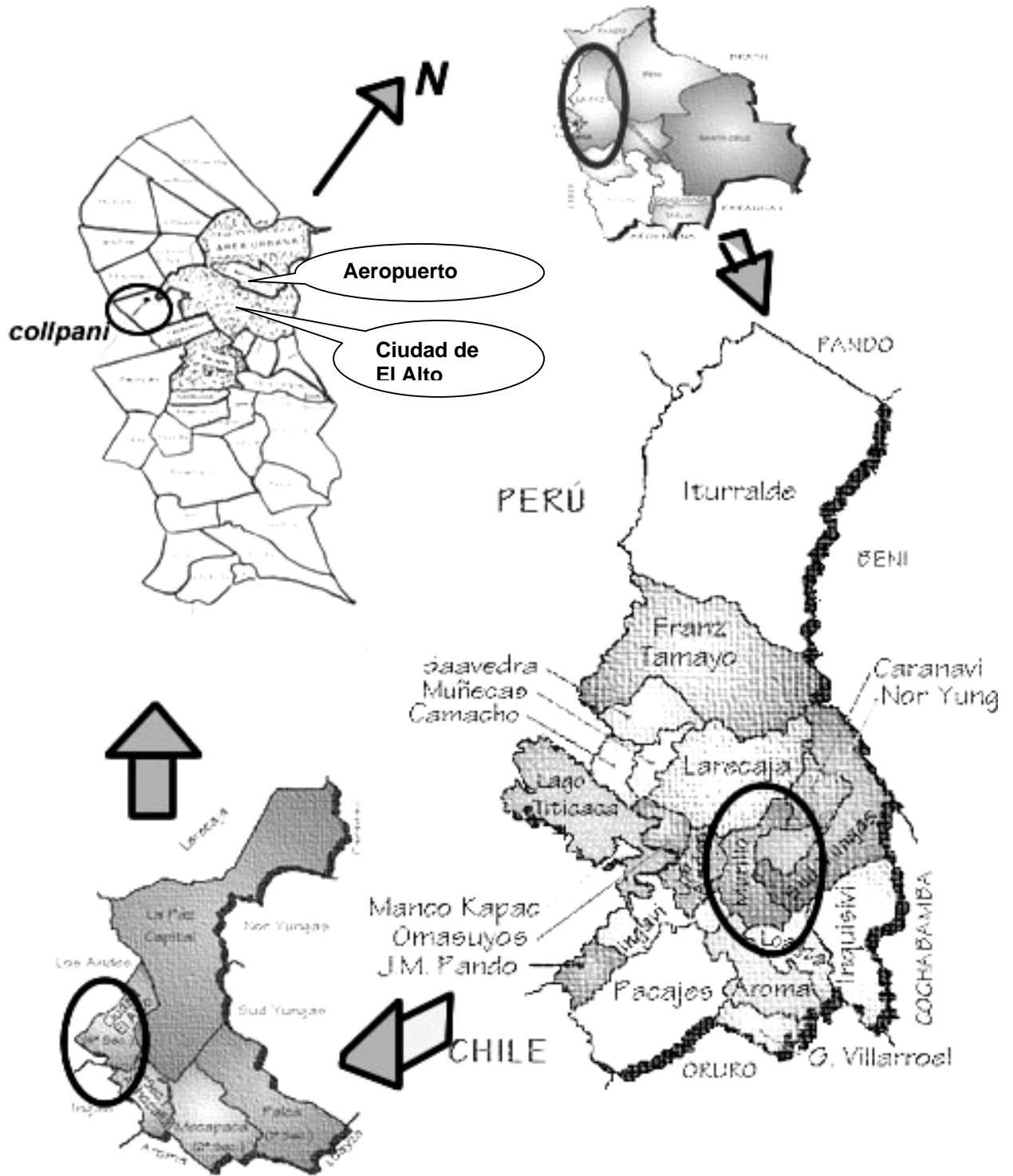
La precipitación pluvial anual fluctúa entre 500 a 550 mm/año, con promedio anual de 538 mm/año (SENAMHI 2003).

Cuadro 3. Temperatura histórica anual en la zona.

MESES	AÑOS				
	1999	2000	2001	2002	2003
	°C	°C	°C	°C	°C
Enero	11.5	11.7	11.5	9.3	11.2
Febrero	10.5	9.7	10.2	8.5	10.4
Marzo	8.8	8.2	8.4	8.1	8.3
Abril	7.5	7.5	7.6	7.2	7.5
Mayo	6.7	5.9	5.8	5.1	6.1
Junio	5.1	4.3	4.7	4.1	5.5
Julio	5.9	4.8	5.2	4.2	6.1
Agosto	6.7	6.1	6.7	5.9	7.4
Sptiembre	8	7.5	7.9	7.5	8
Octubre	9.1	8.2	9.1	8.1	9.1
Noviembre	10.9	9.7	11.3	8.7	10.4
Diciembre	11.1	11.8	12.1	10.1	11.6

Fuente: SENAMHI, (2003).

Como se puede ver en el cuadro 3, las temperaturas no sufren cambios significantes de año en año, registrándose las menores temperaturas los meses de abril a agosto, y las mayores temperaturas de septiembre a marzo.



MAPA: Ubicación geográfica y política de la zona de Collpani, provincia Murillo departamento de La Paz.

3.1.3. FISIOGRAFIA

De acuerdo a las formas y características del relieve, la zona presenta los siguientes paisajes: gran paisaje de llanuras plano onduladas y colinas, el primero conformado por superficies estructurales de relieve plano ondulado, cuya característica fundamental es su formación fluvio lacustre con problemas de drenaje y depresiones con afloraciones salinas y el segundo conformado por ondulaciones pronunciadas, constituida mayormente por materiales volcánicos, y sedimentos e intrusiones en menor proporción (IGM, 2000).

3.1.4. SUELO

Las clases texturales predominantes de la zona van desde, franco arcillosa hasta arcillosa, son suelos poco profundos, en algunas zonas existe problema de sales, drenaje imperfecto y poca acumulación de materia orgánica (Chilon, 1996).

3.1.5. VEGETACIÓN PREDOMINANTE

El lugar cuenta con distintas zonas pastoriles formadas principalmente por diversas asociaciones de gramíneas, las principales especies presentes en esta región se citan a continuación: *festuca dolichophylla* J. Presl (Chilliwa), distintas especies del género *Calamagrostis spp* (K'eñas), *Hypochoeris meyeniana* (Walp), griseb (Sik'i), *Juncus spp*, (junco), y otros en menor proporción.

La zona agrícola mas cercana es Puchocollo, en donde por ser una zona lechera, se cultivan distintos tipos de forrajes como ser: avena (*Avena sativa*), Alfalfa (*Medicago sativa*), Cebada (*Hordeum vulgare*), festuca (*Festuca alta*), y otros de menor proporción.

3.2. MATERIALES

3.2.1. INFRAESTRUCTURA DEL INVERNADERO

El invernadero utilizado para el presente estudio es de tipo túnel Waliphini, lo que significa que esta es semisubterránea (Estrada 1990), con paredes de adobe y techo formado por fierros de construcción, lo que le da la forma de túnel. Las longitudes son: de 20 m de largo por 5.5 m de ancho. (ver figura 4).

Figura 4. Sitio del experimento.



fuelle: propia.

3.2.2. MATERIAL VEGETAL

Para este estudio se emplearon las variedades de Clavel: Melocotón y Domingo, los cuales fueron importados desde la empresa española “Barbert & Blanc”, en forma de esquejes, de pureza F1 y sin enraizar.

Características morfológicas de las variedades de clavel en estudio:

Variedad Melocotón: de crecimiento casi rastrero a comparación de las demás variedades, hojas simples y opuestas, de tallos y hojas verde claro, flores de color naranja muy vistosas, distancia de entrenudos cortos, variedad muy precoz y susceptible susceptible a alternaria (*alternaria sp*).

Variedad Domingo: de crecimiento erecto, hojas simples y opuestas de color verde oscuro, flores de color rojo muy vistosas, distancia de entrenudos largos, tiene alta precocidad y pero poco resistencia al calor.

Las características generales e ambas variedades se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Características de las variedades en estudio.

Característica	Variedades	
	Melocotón	Domingo
Pureza física	95%	98%
Resistencia	Media	Alta
Resisnt. al clima	media	media
Adaptabilidad	media	buena
Precocidad	Alta	Alta
Color	Naranja	Rojo
tamaño esqueje	10 cm	10cm

Fuente: Catalogo Barbert y Blanc (1998).

3.2.3. MATERIALES DE CAMPO

Los materiales de campo utilizados en el estudio fueron: termómetro de máximas y mínimas, higrómetro, picota, chontilla, estacas, mochila de fumigación (20 litros). alambre, cuerda, cuaderno de campo, cámara fotográfica, balanza de precisión, lienzo, flexómetro, calibrador, cinta métrica, etc.

3.2.4. PRODUCTOS QUÍMICOS

- a) Fertilizantes: nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de potasio, complejo de micro nutrientes, borax.
- b) Productos químicos: zancozeb, vapam, furadan. Manzate.

3.2.5. MATERIAL DE GABINETE

Se utilizó lo siguiente: computadora, cuaderno de apuntes, cuaderno de campo, bolígrafos, lápiz, calculadora, bernier, flexómetro y otros.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.3.1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fue conducido bajo el diseño bloques completos al azar con arreglo factorial (Pascuali, 2000), donde el factor principal son los niveles de fertilización fosfatada, y el factor secundario son las dos variedades de clavel.

3.3.1.2. MODELO ESTADISTICO

Para evaluar el efecto entre los diferentes niveles de fertilización fosfatada y las variedades de clavel, se utilizó el siguiente modelo lineal aditivo:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general

β_k = Efecto del i-esimo bloque

α_i = Efecto del j-esimo nivel de fertilización fosfatada

γ_j = Efecto del k-esimo variedad de clavel

$(\alpha\gamma)_{jk}$ = Interacción entre nivel de fertilización fosfatada y variedad

ε_{ijk} = Error experimental

3.3.1.3. FACTORES DE ESTUDIO

Para el presente estudio, se establecieron los siguientes factores:

		N	P	K	
Factor (A)	Fertilización fosfatada	N1	= 142	- 31	- 2
		N2	= 142	- 61	- 2
		N3	= 142	- 81	- 2
		N4	= 142	- 0	- 2 (testigo)
Factor (B)	Variedades	V1	= Melocotón.		
		V2	= Domingo.		

Para calcular los niveles de fertilización fosfatada aplicar por tratamiento, se utilizo la metodología de Chilon (1997), estos se encuentran en el Anexo (B).

3.3.1.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron establecidos de la siguiente manera: combinación de tres niveles de fertilización fosfatada y el testigo con las dos variedades de clavel en estudio.

N1 V1 = fertilización fosfatada 1 (142 – 31 – 2), con la variedad Melocotón.

N1 V2 = fertilización fosfatada 1 (142 – 31 – 2), con la variedad Domingo.

N2 V1 = fertilización fosfatada 2 (142 – 61 – 2), con la variedad Melocotón.

N2 V2 = fertilización fosfatada 2 (142 – 61 – 2), con la variedad Domingo.

N3 V1 = fertilización fosfatada 3 (142 – 81 – 2), con la variedad Melocotón.

N3 V2 = fertilización fosfatada 3 (142 – 81 – 2), con la variedad Domingo.

N4 V1 = Testigo (142 – 0 – 2), con la variedad Melocotón.

N4 V2 = Testigo (142 – 0 – 2), con la variedad Domingo.

3.3.1.5. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Número total de tratamientos:	8
Número de repeticiones:	4
Área total del experimento:	110 m ²
Área neta del experimento:	68 m ²

Platabandas.

Número de platabandas:	4.
Largo de platabanda:	18 m
Ancho de platabanda:	0.8 m
Área de platabanda:	14.4 m ²
Calle entre platabandas:	0.4 m

Bloques.

Número de bloques:	4
Largo del bloque:	4.25 m
Ancho del bloque:	4 m
Área del bloque:	17 m ²
Distancia entre bloques:	0.6 m

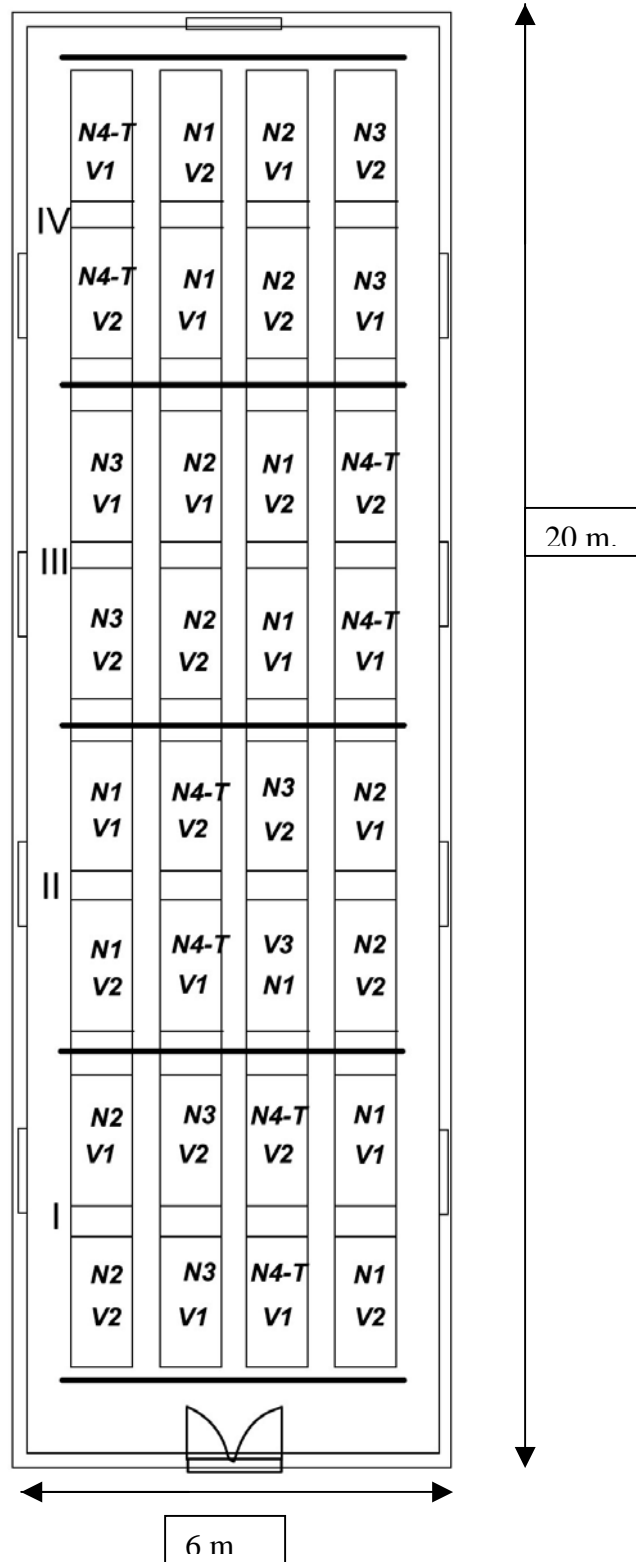
Unidades experimentales.

Número total de unidades experimentales:	36
Número de unidades experimentales por bloque:	8
Largo de las unidades experimentales:	1.8 m
Ancho de las unidades experimentales:	0.8 m
Área de las unidades experimentales:	1.44 m ²

Plantas.

Numero total de plantas	1152
Número de plantas por bloque	288
Numero de plantas por unidad experimental	36
Distancia entre hileras	20 cm
Distancia entre plantas	20 cm

3.3.1.6. CROQUIS DEL LUGAR DE ENSAYO



3.3.2. METODOLOGÍA DE CAMPO

3.3.2.1. PREPARACIÓN DEL SITIO DEL EXPERIMENTO

La preparación del terreno se llevó a cabo en el mes de diciembre del 2003, esta actividad consistió en una remoción profunda (25 cm), posteriormente se hizo un desterronado y finalmente un nivelado con pendiente adecuado para la futura formación de platabandas.

Figura 5. Preparación del sitio experimental.



Fuente: propia.

3.3.2.2. MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELO

Para este cometido, se tomaron muestras al azar de diferentes lugares en el área experimental para que la muestra final sea representativa de acuerdo a la metodología propuesta por Coca (1994).

3.3.2.3. DESINFECCIÓN DEL SUELO

Con el propósito de evitar el ataque de patógenos causantes de enfermedades al cultivo, se desinfecto utilizando formol.

Se aplico una solución del producto indicado, preparado en la proporción de 1 litro de formol al 40 % en 50 litros de agua, una vez preparado el desinfectante este se esparció mediante riego a todo el terreno. Luego se cubrió con polietileno, manteniéndose así alrededor de los 10 días.

3.3.2.4. MEDICION DEL TERRENO Y FORMACIÓN DE PLATABANDAS

Cuando se tenía el terreno listo, se precedió a la medición de las platabandas, bloques, tratamiento y unidades experimentales de acuerdo al croquis establecido.

La formación de platabandas se realizó por me método de camas de tierra (Blanco 1989), muy adecuado para el cultivo del clavel, se utilizó botellas pet desechables para marcar los límites entre bloques y unidades experimentales.

Figura 6. Formación de platabandas.



Fuente : propia.

3.3.2.5. FERTILIZACION

Se utilizaron como fuente de nitrógeno Nitrato de amonio (35.5 N), como fuente de fósforo fosfato diamónico (18 %N, 46% de P_2O_5), como fuente de potasio sulfato de potasio (50% de K_2O). Además de complejo de micro nutrientes y borax.

Los niveles de fertilización aplicados al área experimental se muestran en el cuadro 5, los cálculos que determinaron la cantidad de fertilizante a aplicar, se encuentran en el (anexo B).

Cuadro 5. Niveles de fertilizante a aplicar.

Niveles	Fertilización teórica (Kg/ha)			Fertilización real (Kg/ha)			Fertilización en exp (gr/17m ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N1	142	31	2	178	103	3	267	195	4.5
N2	142	61	2	178	203	3	267	304.5	4.5
N3	142	81	2	178	270	3	267	405	4.5
N4 (Test)	142	0	2	178	0	3	267	0	4.5

Fuente: propia

La fertilización teórica tiene origen a partir de la sugerencia de fertilización que propone la empresa Barberet & Blanc (1998), como se puede observar, los niveles de fertilización tanto en el nitrógeno como en el potasio son constantes en todos los tratamientos, mientras que los niveles de fósforo varía de acuerdo al tratamiento.

Para los cálculos de la fertilización real, se tomo en cuenta los índices de absorción del fertilizante mineral, ya que de un 100 % de Nitrógeno aplicado al suelo, 80% es asimilado por la planta, de un 100% de P_2O_5 solamente un 30 % es absorbido por el cultivo, el resto es retenido en el suelo, y finalmente de un 100 % de K_2O implementado como fertilizante un 50 % es absorbido por el cultivo. (Chilon, 1997).

Para calcular la fertilización aplicada al estudio, se hizo una conversión de Kg/ha a gr/17m², ya que 17m² es el área experimental en donde se encuentran todos los tratamientos.

La aplicación del fertilizante calculado para los diferentes tratamientos esta distribuido en cinco etapas de acuerdo al desarrollo y crecimiento del cultivo (Barberet & Blanc 1998).

- a) **Primera aplicación:** Antes del transplante del cultivo al terreno definitivo, se aplico fertilizante en toda la platabanda mediante una escarda profunda, de acuerdo a los tratamientos propuestos y el tamaño de la unidad experimental.

Figura 7. primera fertilización de fondo.



Fuente: propia

- b) **Segunda aplicación:** Se realizó a los 60 días después del transplante, utilizando cantidad de fertilizante preparado previamente de acuerdo a los tratamientos propuestos. La aplicación de estas cantidades de fertilizante en las unidades experimentales fue mediante una escarda superficial, aprovechando la remoción del suelo.

- c) **Tercera aplicación:** se llevo a cabo antes de la floración, utilizando los fertilizantes respectivos en la cantidad de fertilizante calculada.

Figura 8. fertilización por cobertera.



Fuente; propia.

- d) **Cuarta aplicación:** Se llevó a cabo a los 180 días del transplante durante la floración. Con los niveles de fertilización fosfatada ya propuesta en los tratamientos.
- e) **Quinta aplicación:** Sé llevó a cabo a los 240 días del transplante, esta fertilización fue la última del ensayo.

3.3.2.6. TRANSPLANTE

El transplante de ambas variedades y de acuerdo a la distribución tratamientos propuestos al alzar (ver croquis), se realizó en fecha 10 de marzo del 2004.

Previo al transplante se realizó un riego profundo tanto a las camas como a los pasillos, para alcanzar una humedad relativa aceptable en el suelo y en el ambiente

(English 1988), los esquejes no fueron transplantados profundamente debido a que un entierro profundo ocasionaría un bajo desarrollo radicular y problemas de enfermedades fungosas en el cuello de la planta, como se muestra en la figura 9.

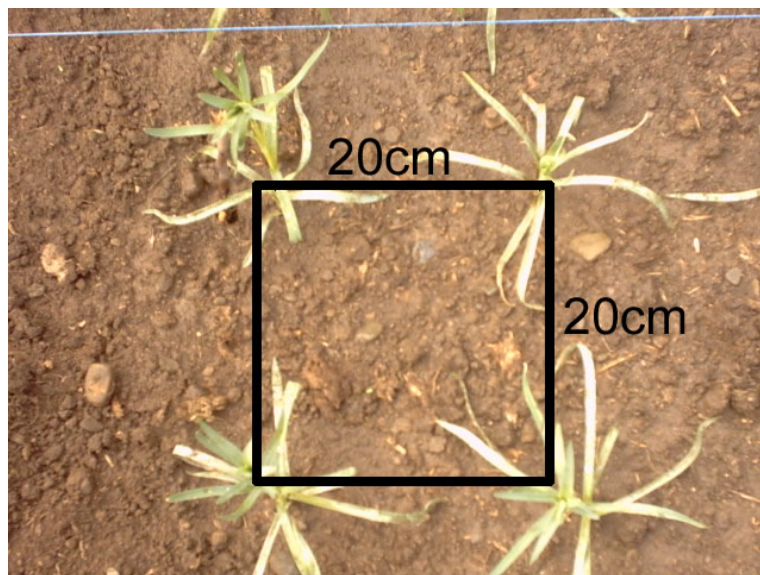
Figura 9. transplante.



Fuente: propia

La densidad de siembra fue de 20 centímetros entre plantas y 20 cm entre hileras, así se muestra en la figura 10.

Figura 10. densidad de siembra.



Fuente: propia

En la figura 11, se puede observar la distribución al azar, de acuerdo al tratamiento y la variedad utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar.

Figura 11. distribución al azar de los tratamientos y variedades.



Fuente: propia.

3.3.2.7. TUTORADO

Originalmente el cultivo de clavel se caracteriza por ser una planta rastrera (Santos 1992), es decir que necesita de un apoyo para que los tallos crezcan rectos y hacia arriba, de ahí nace la importancia del tutorado.

Los fierros de construcción fue el material que se utilizo para los soportes del tutorado, estos fierros fueron diseñados de acuerdo al ancho de la cama y a la distancia entre mallas, como se muestra en la figura 12.

Figura 12. soporte del enmallado.



Fuente: propia

Para el tejido de las mallas cuadrículadas, se utilizaron tablas y cuerdas resistentes, ya que estas deben soportar la tensión que se forma cuando la planta ya está muy desarrollada. La primera malla es la que soporta casi todo el peso de los claveles; por esta razón debe tesarse muy fuertemente a 12 cm del suelo, la segunda malla a 15 cm y el resto se separa una de otra entre 18 a 20 cm.

Figura 13. formación de mallas.



fuentes: propia

3.3.2.8. PINZADO

Esta labor se realizó a partir de los 35 días después del trasplante cuando la planta alcanzó una altura promedio de 27 cm y nudos bien diferenciados, para este cometido solamente se hizo un pinzado único al séptimo nudo. Este proceso induce la formación de tallos laterales (López, 1989).

Figura 14. vista panorámica después del pinzado.



Fuente: propia.

3.3.2.9. DESBROTE

El crecimiento de brotes en los tallos laterales hace que el cultivo distribuya los nutrientes necesarios para la floración en la formación y crecimiento de estos brotes, perjudicando la producción y calidad de la flor, de ahí la importancia de realizar desbrotes periódicos en toda la etapa productiva de este cultivo.

Figura 15. proceso de desbrote.



Fuente: propia.

3.3.2.10. PEINADO O ACOMODO

Esta labor consiste en acomodar los tallos laterales dentro de su espacio en la malla. Este procedimiento se realizó en forma periódica.

3.3.2.11. RIEGO

Para la primera fase de crecimiento después del trasplante y por el lapso de 15 días, el riego se realizó mediante regadera, esto para adaptar la planta al medio, al suelo y para que la raíz empiece a vigorizar.

Pasados las dos semanas de trasplante, se instaló el sistema de riego por goteo para este cometido se utilizaron 2 cintas de riego por platabanda. Las frecuencias de riego estaba planificado de acuerdo a la época del año. De marzo a abril la frecuencia de riego fue de 3 riegos por semanas. De mayo a septiembre la frecuencia de riego fue día por medio y de septiembre a noviembre la frecuencia de riego volvió ser de 3 riegos por semana.

Figura 16. Sistema de riego por goteo.



Fuente: propia.

3.3.2.12. MENEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Para prevenir enfermedades fúngicas, se aplicó Manzate (200 g/100 l de agua), el se utilizó contra, (botrytis, fusarium, alternaria y phytopthora), sin embargo la variedad Melocotón tuvo problemas de Alternaria el cual fue saneado con Sancozeb, dos dosis por semana.

Figura 17 hojas de clavel con problema de Alternaria.



Fuente: propia

Para el ataque de plagas se utilizó Furadan (Principio activo: Carbofuran 5% Formulaci3n:G Insecticida Nematicida de acci3n tanto por contacto como sist3mico.), plaguicida de amplio espectro, con una dosis cada dos semanas.

3.3.2.13. COSECHA

La cosecha se practic3 d3a por medio siguiendo los consejos bibliogr3ficos sugeridos por English (1967) ; Barberet & Blanc (1998) y Gamboa (1988).

Se cosecharon las flores en un estado de flor semi-abiertas, por que los mercados de destino de esta producci3n as3 lo requer3an. Las flores de primera y segunda calidad fueron destinados al cementerio jard3n y al cementerio general; flores de segunda y tercera calidad, al cementerio general y al mercado de flores de diferentes mercados alte3os.

Figura 18. Proceso de cosecha.



Fuente: propia.

3.3.3. VARIABLES AGRONOMICAS

3.3.3.1. ALTURA DE PLANTA

Se tomaron datos a partir de la segunda semana del transplante, hasta la primera cosecha, el campo muestral estuvo compuesto por 10 plantas por unidad experimental, lo datos de altura se registraron a partir del cuello de la planta hasta el ápice, la unidad de media es centímetros.

Figura 19. altura de planta.



Fuente: propia.

3.3.3.2. DIÁMETRO DE TALLO FLORAL

Según Chilon (1997), el fósforo es un elemento que ayuda al crecimiento y desarrollo radicular, y por ende al cultivo, este influenciará directamente en esta variable.

Los datos para esta variable se registraron desde el inicio de crecimiento del tallo lateral, hasta la cosecha del mismo, la unidad de medida que se utilizó fue milímetros (mm).

3.3.3.3. LONGITUD DE TALLO FLORAL

Se tomaron datos a partir del inicio de crecimiento del tallo lateral, hasta la cosecha del mismo, la longitud de tallo floral es una variable que se toma muy en cuenta en el momento de determinar la clasificación de las flores en cuanto a su calidad.

- mayor a 50 cm, calidad primera
- entre 40 y 50 cm, calidad segunda
- menor a 40 cm, calidad tercera

figura 20. clasificación de acuerdo al tallo floral.



Fuente: propia

3.3.3.4. DIÁMETRO DE FLOR CERRADA (BOTÓN FLORAL)

Esta variable nos permitirá observar cual es el efecto de las dosis de fertilización fosfatada en el diámetro de flor cerrada (botón floral) y cual es el grado de correlación entre el diámetro de flor cerrada con respecto al diámetro de flor abierta.

Los datos se registraron con la ayuda de un vernier, a partir de botones florales elegidos completamente al azar, este dato está expresado en milímetros (mm).

3.3.3.5. DIÁMETRO DE FLOR SEMICERRADA

Esta variable nos ayudará a identificar cual es el efecto de las diferentes dosis de fertilización fosfatada y las características genotípicas y fenotípicas de las variedades de clavel en el diámetro de flor semicerrada,

Al igual que la anterior variable agronómica, se tomaron datos de flores ya elegidas al azar de un campo muestral por cada unidad experimental, esta estará expresada en milímetros (mm).

Figura 21 diámetro de flor semicerrada.



Fuente: propia.

3.3.3.6. DIÁMETRO DE FLOR ABIERTA

El fósforo juega un papel muy importante en la floración, el uso de esta variable de respuesta, nos ayudará a determinar en que grado las diferentes dosis de fertilización

fosfatada y las variedades de clavel influirán en el diámetro de flor abierta, por ende en la calidad de flor.

Se tomaron los datos de esta variable en el momento de la cosecha y clasificando de acuerdo a los criterios planteados por la FAO (2000) y Barberet & Blanc (en su catalogo), combinados con el criterio del mercado local:

- Calidad primera: de 6.7 a 7 cm de diámetro de flor abierta.
- Calidad segunda: de 6.4 a 6.6 cm de diámetro de flor abierta.
- Calidad tercera: menor a 6.4 cm de diámetro de flor abierta.

Figura 22. diámetro de flor abierta.



Fuente: propia

3.3.3.7. DIAS A LA FLORACIÓN

Como ya hemos mencionado, (Gros 1986), asevera que el fósforo juega un papel muy importante en la reducción del tiempo en la madurez fisiológica y la rápida formación de flores.

Para registrar este dato, los días se contaron desde el momento del transplante, hasta el momento de la cosecha.

3.3.3.8. TIEMPO DE DURACIÓN - POST COSECHA

Con esta variable, se quiso observar cual es el efecto de los niveles de fertilización fosfatada y las variedades en estudio en cuanto a la duración de las flores en el florero. Puesto que el fósforo con el potasio, ayudan a mantener la turgencia celular y por ende el tiempo de vida de las flores post cosecha.

Los datos fueron contados, desde el día de la cosecha, hasta que las flores alcancen un grado de marchites no comercial.

3.3.3.9. RENDIMIENTO A LOS 270 DÍAS

A los 270 días, se contaron el número de flores que se cosecharon por cada planta representativa obteniéndose así la media general de todos los tratamientos, para finalmente obtener la media general de todo el estudio.

Figura 23. Invernadero en plena etapa de producción intensiva (270 días).



Fuente: propia

3.3.4. ANÁLISIS DE COSTOS PARCIALES

El análisis económico del ensayo se estableció sobre la base del método de evaluación económica propuesto por el CIMMYT (1988), el cual propone una metodología sobre el presupuesto parcial y el análisis marginal, como herramientas útiles para determinar las aplicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados.

El análisis económico se realizó con el propósito de identificar los tratamientos que mas beneficios pueden otorgar a los agricultores de esta región en términos económicos. Todos los datos de costos de producción (mano de obra, transplante, labores culturales), fueron calculados para la superficie de una carpa de 110 m², con los cálculos de rendimientos obtenidos por cada uno de los tratamientos.

Los rendimientos de flores en promedio por tratamiento, han sido ajustados al 10%, para de alguna manera asemejar las condiciones del agricultor y compensar ciertas pérdidas que puedan ocasionarse.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

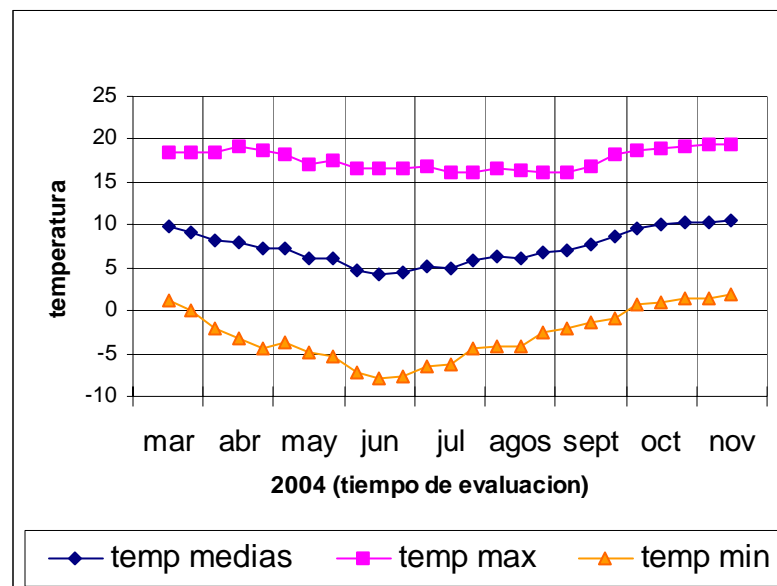
En el presente estudio se tomaron en cuenta las variaciones de temperatura fuera del invernadero y variaciones de temperatura y humedad relativa dentro del mismo, esto para determinar el efecto que tienen las temperaturas extremas y medias del ambiente sobre la temperatura al interior del invernadero.

4.1.1. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA FUERA DE LA CARPA

4.1.1.1. TEMPERATURA

En el gráfico 2 Se observa las variaciones de temperaturas fuera de la carpa, máximas, mínimas y medias registrado por cada diez días durante el periodo del estudio, desde el transplante hasta la cosecha a los 270 días.

Gráfico 2. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en la zona.



Fuente: propia

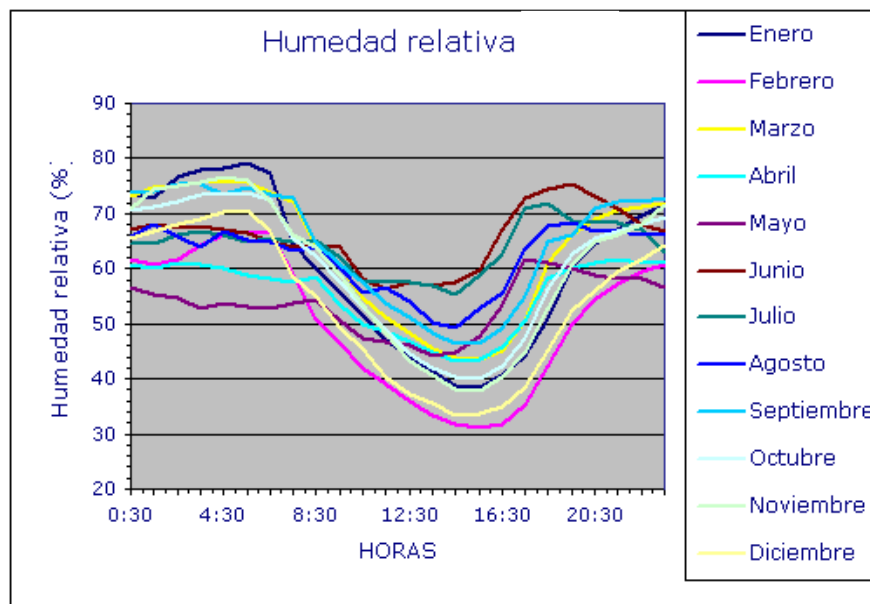
La temperatura media del ambiente, tuvo un decremento a partir del día 10mo día del mes de mayo (6.15 °C), posteriormente siguió decreciendo llegando a un valor de 4.2 °C en la segunda década del mes de junio conforme acontecía el periodo invernal. Luego la temperatura fue en crecimiento a partir del mes de septiembre con un valor de 7 °C. El promedio de temperaturas medias fue de 7.28°C.

Las temperaturas máximas extremas se dieron en el mes de noviembre, alcanzando una valor de 19.5 °C, la temperatura mínima extrema se registro durante el mes de junio con un valor de 8 °C bajo cero con una media de – 2.89 °C en todo el periodo del estudio.

4.1.1.2. HUMEDAD RELATIVA

En el gráfico 3, se observa las variaciones de humedad relativa fuera de la carpa, de acuerdo a los meses en el año 2004.

Gráfico 3. Porcentaje de humedad relativa registradas en la zona.



Fuente: SENAMHI: 2004.

En el gráfico 3, se puede observar que las variaciones de humedad relativa están de acuerdo a las horas del día. La humedad relativa promedio alcanzó valores altos en los

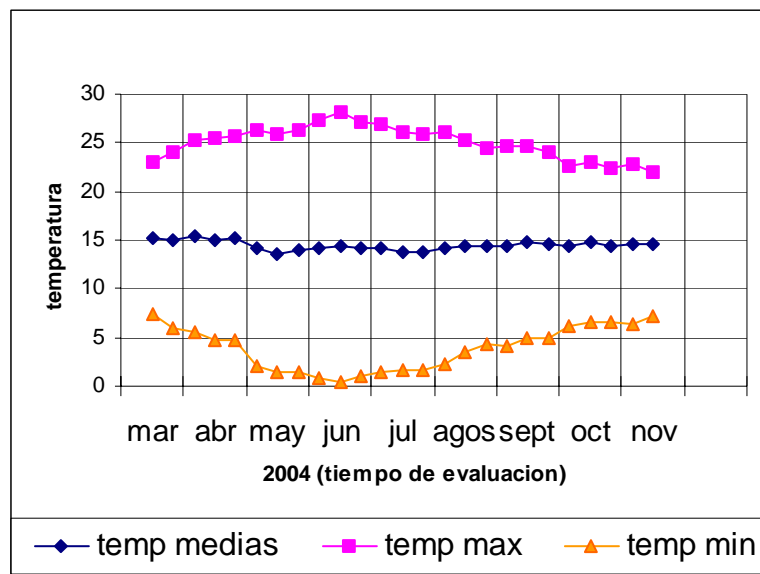
meses de octubre, noviembre, febrero, marzo, el resto del periodo la humedad relativa tuvo valores bajos, esto por la falta de lluvias en los meses de abril, mayo junio, julio, y por exceso de vientos en el mes de agosto, la humedad relativa promedio fue de 64.3% en todo el periodo del estudio SENAMHI (2004).

4.1.2. CONDICIONES AMBIENTALES DENTRO DEL INVERNADERO

4.1.2.1. TEMPERATURA

En el gráfico 4, se observa las variaciones de temperaturas al interior de la carpa, máximas, mínimas y medias registrado por cada diez días durante el todo el periodo del estudio. (10 de marzo al 10 de noviembre de 2004).

Gráfico 4. Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas al interior del invernadero.



Fuente: propia

Como se puede observar en el gráfico 2, en comparación al gráfico 4, existe un comportamiento similar en las temperaturas mínimas extremas, ya que en los meses de mayo a julio las temperaturas decrecen en a valores mínimos extremos. En las temperaturas máximas el comportamiento en la variación de temperatura es diferente,

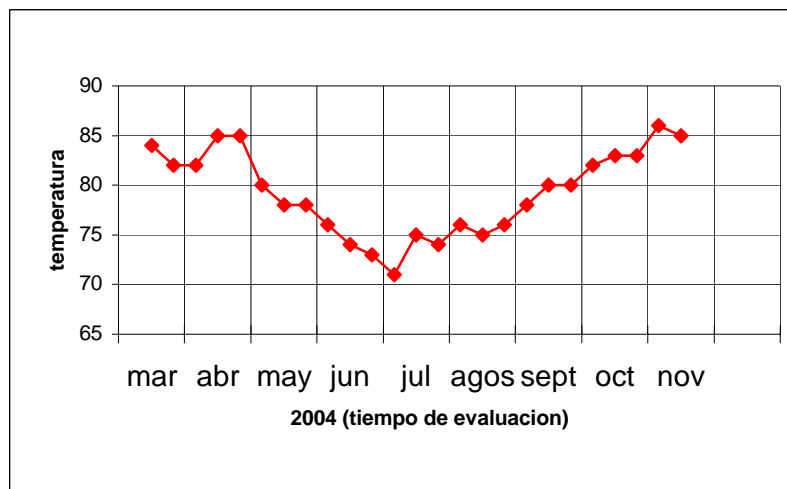
puesto que las temperaturas al interior de la carpa muestran valores altos en los meses de abril a julio, no siendo así en las temperaturas al exterior de la carpa, esto se debe a que la humedad relativa en época de invierno generalmente tiene valores muy bajos y por ende estos días son muy secos (SENAMHI 2004) influenciando así en la temperatura ambiente, todo lo contrario sucede al interior de invernadero, ya que estos meses es donde existe mas insolación y con el constante riego existe una buena humedad relativa y por ende temperaturas mas altas así lo corrobora Blanco, (1999).

Las temperaturas media hacia el interior de la carpa presento valores constantes en promedio, ya que la similitud de temperaturas máximas y mínimas hizo que este comportamiento tenga esas características, ver gráfico 4.

4.1.2.2. HUMEDAD RELATIVA

En el gráfico 5, se observa las variaciones de humedad relativa al interior de la carpa, durante el periodo de estudio (marzo a noviembre del 2004).

Gráfico 5. Humedad relativa promedio registradas en el interior de la carpa.



Fuente: propia.

Las variaciones de humedad relativa durante todo el periodo de estudio fueron de 72 a 86 %, alcanzando valores relativamente bajos el mes de mayo a agosto. Altos en los meses de marzo, abril, septiembre octubre y noviembre.

Las variaciones en la humedad relativa no presentaron valores extremos en el estudio, por que generalmente estas están determinadas por la cantidad y frecuencia de riego además de la insolación hacia interior del invernadero.

4.2. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DEL SUELO

Las muestras de suelo, extraídas antes del trasplante del cultivo, presentan los siguientes valores para la zona de Collpani, mismos que se observan en el (anexo 1), estos datos nos permiten interpretar el nivel de fertilidad del suelo sobre la base del análisis de laboratorio (Buckman1996).

4.2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Los resultados del análisis de las características físicas de la muestra de suelo, se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Características físicas del suelo en la localidad de Collpani.

CARACTERITICA	VALOR
Profundidad	25 cm.
% de arena	32
% de arcilla	36
% de limo	32
Clase textural	Franco arcilloso
% Grava	9.7
Densidad aparente	1.356 g/cc

Fuente: análisis de suelo (anexo 1).

Las características físicas corresponden a la capa arable del sitio experimental el cual presentó una textura franco arcillosa (32% arena. 32% limo, 36% arcilla); con una cantidad de grava (9.7%) considerable, y una densidad aparente de 1.356 g/cc, coherente para el tipo de textura (FY), no muy apto para el cultivo del clavel, ya que este necesita una textura franco.

4.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

Las características químicas del suelo, obtenidas mediante análisis de laboratorio, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Características químicas del suelo en la localidad de Collpani.

CARACTERITICA	VALOR
PH	7.45
Conductividad eléctrica	1.120 ds/m
Materia Orgánica	3.14 %
Nitrogeno total	0.17%
Fósforo asimilabe	5.70 ppm
Potasio cambiabile	120.70 ppm
Calcio	8.64 meq/100gr
Magnesio	2.79 meq/100gr
Sodio	0.45 meq/100gr
C.I.C.	13.301
Ca / Mg	3.1/1
Ca / K	12.17/1
Mg / K	3.93/1
T.B.I	13.26
% S.B	99.7
Al + H	0.042 meq/100 gr

FUENTE: Análisis de suelo (Anexo 1)

El análisis de suelo presentó un pH ligeramente básico (7.45); con una conductividad eléctrica baja de 1.120 ds/m, sin problema de sales.

La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) presento un valor de 13.301, en la relación calcio y magnesio, se puede observar que existe una elevada cantidad de magnesio con relación al calcio, a consecuencia de esto. El magnesio además de retener fósforo en el suelo, se manifestará en una leve toxicidad, lo que implica un menor desarrollo de la planta y una clorosis y necrosis en hojas jóvenes. En cuanto a la relación

Calcio y potasio, los estándares de intercambio cationico entre ambos elementos esta dentro de los parámetros normales. Finalmente en la relación Magnesio y potasio, nuevamente se puede identificar que existe una leve saturación de magnesio, no permitiendo así una buena absorción del potasio ni del fósforo por la raíz. (Tisdale, 1997).

El porcentaje de saturación de bases (% S.B.) tuvo un valor de 99.7 % lo que indica que un 99.7% de la fracción del C.I.C, está satisfecha con cationes básicos o bases cambiables.

En cuanto a la acidez cambiante (Al + H), mostró valores bajos (0.042 meq/100 gr), lo que indica que no existe problemas de acidez.

4.2.3. ESTADO DE FERTILIDAD DEL SUELO

El porcentaje de materia orgánica es de 3.15%. El nitrógeno presente en el suelo tiene un valor de 0.17% (medio), la cantidad de fósforo asimilable es de 5.70 ppm (bajo), en cuanto al potasio este presentó un valor de 121ppm (medio), esta clasificación es señalada por (Garman, 1989).

Los suelos en esta zona son poco profundos, sueltos, con menor presencia de gravas horizontales moderadas.

4.2.4. CICLO AGRÍCOLA DEL CULTIVO

El ciclo agrícola real del cultivo del clavel es de 2 años, con una media general de 11 a 13 flores por planta/año. Para el presente estudio, se hizo una evaluación de 9 meses (270 días).

4.3. VARIABLES DE RESPUESTA

Aplicando los procedimientos descritos en el capítulo de metodología, se analizaron las siguientes variables: altura de planta, diámetro de tallo floral, longitud de tallo floral,

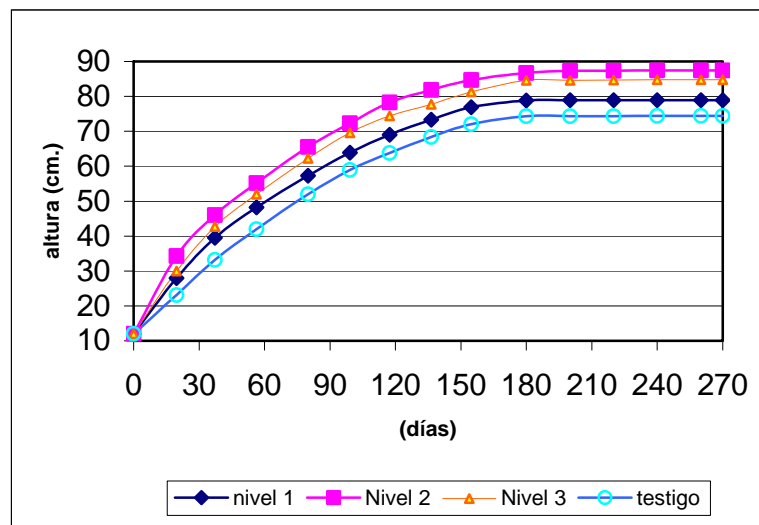
diámetro de flor cerrada, diámetro de flor semicerrada, diámetro de flor abierta, días a la floración, tiempo de duración – post cosecha (de la flor), rendimiento a los 270 días.

4.3.1. ALTURA DE PLANTA

La importancia en la obtención de datos para esta variable (altura de planta), radica en la correlación que tiene este con la longitud de tallo floral, el cual es un indicador importante de la calidad del clavel (Fao 2000).

Para esta variable, se registraron datos de altura a partir del momento del transplante, hasta el fin del estudio (270 días).

Gráfico 6. comportamiento del cultivo a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



Como se puede observar en el gráfico 6, el comportamiento en el crecimiento es similar en todos los niveles de fertilización fosfatada, donde en un inicio los primeros 90 días se observa un crecimiento vertiginoso, luego de 90 a 180 días, el crecimiento tiene a disminuir a medida que empieza las primeras cosechas, y a los 270 prácticamente ya no existe crecimiento formándose una curva constante. Existen diferencias en altura de planta de acuerdo a los factores en estudio, estas se analizan a continuación:

Para la interpretación de los resultados, se utilizó el análisis de varianza (ANVA) con el fin de determinar las diferentes significancias existentes en esta variable.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de planta.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	94.492	31.497	9.934	3.07 *
Fertilización fosfatada	3	817.41.6	272.472	85.934	3.07 **
Variedades de clavel	1	21.929	21.929	6.916	4.32 *
Interacción (N x V)	3	6.075	2.250	0.709	3.07 NS
Error	21	66.585	3.170		
Total	31	1067.173			

Coefficiente de variación = 3.19%

* Significativo

** Altamente significativo

NS No significativo

El coeficiente de variación (CV) para esta variable alcanzó un valor de 3%, valor menor a 30%, límite considerado como máximo para investigaciones agronómicas.

Existieron diferencias significativas entre bloques en la variable de respuesta (altura de planta), según Calzada (1982), esta significancia nos indica que existió precisión en planteamiento del diseño bloques completos al azar para la altura de planta.

El análisis de varianza, también muestra que no existieron diferencias significativas en la interacción fertilización fosfatada con variedad el clavel, lo que indica que existe una relación de dependencia entre ambos factores.

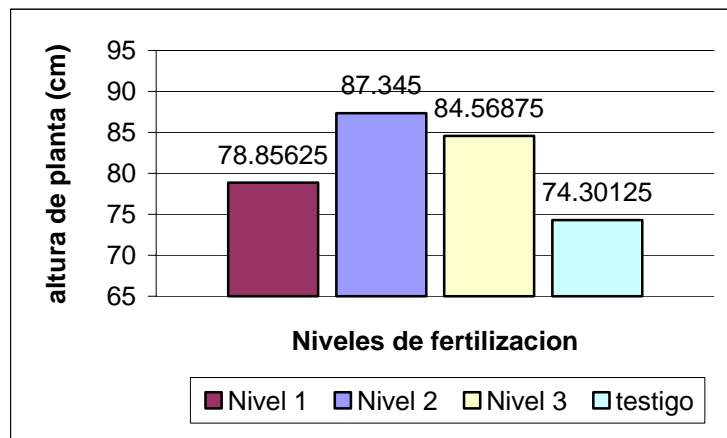
Existieron diferencias altamente significativas a un nivel de 5% de probabilidad estadística, para el factor fertilización fosfatada, y diferencias estadísticamente significativas en el factor variedad de clavel.

Se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad, para estudiar a mayor detalle las diferencias en altura de planta efecto de la fertilización fosfatada, estos se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en diferentes niveles de fertilización fosfatada.

nivel de fertilización fosfatada	Altura de planta (cm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	87.34	A
N3 (142 – 81 – 2)	84.57	A B
N1(142 – 31 – 2)	78.86	B
Test (142 – 0 – 2)	74.30	C

Gráfico 7. Altura de planta a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



De acuerdo a la clasificación de Duncan, (Guzmán 2002), la altura de planta de 87.34 cm en el nivel 2 (N2) de fertilización fosfatada, mostró superioridad al resto de los promedios, además presento diferencias estadísticamente significativas sobre 84.57 y 78.86 cm, N3 y N1 respectivamente, la altura de planta de 74.30 cm que corresponde al testigo, nos muestra datos por debajo de los demás niveles.

A mayor cantidad de fertilización fosfatada (N3), como muestra el gráfico 7, no se obtendrá mayor altura de planta, esto debido a la saturación de fósforo en el suelo, no permitiendo la absorción de nitrógeno, y calcio, causando un efecto directo en su crecimiento y desarrollo. (Domínguez 1984), también se puede observar que a bajo nivel de fertilización fosfatada (N2) no se obtuvieron valores óptimos en altura, esto debido a la falta de nutrientes fosfatados disponibles en el suelo para el normal crecimiento y desarrollo radicular (Garaman 1989). El nivel de fertilización de 61 Kg P₂O₅/ha (T2), fue el que mayor altura de planta en promedio registró.

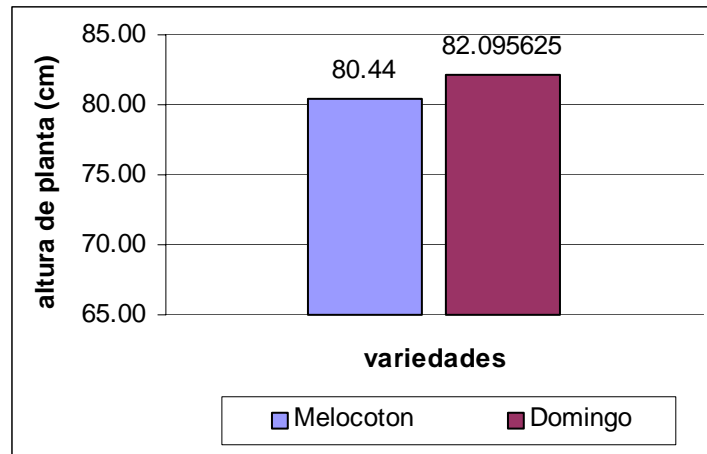
En cuanto al testigo (N4), donde no se aplicó fertilizantes fosfatados, se observó que las plantas se quedan atrofiadas, demostrando así que el fósforo influye directamente en el crecimiento de la planta. Otra característica que se observó en estas plantas es la coloración verde oscura púrpura que presentaron sus hojas, es se debe al exceso de nitrógeno y calcio en el tejido vegetal (Chilon 1997).

Como también existieron diferencias estadísticas en el factor variedades de clavel, en la altura de planta, según el análisis de varianza ya planteado, también se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para comparar la altura de planta en dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	Altura de planta (cm)	Duncan 5%
V2 (Domingo)	82.10	A
V1(Melocotón)	80.44	B

Gráfico 8. Altura de planta en dos variedades de clavel.



Como se puede observar en el cuadro 11, la diferencia en la altura de planta respecto a las variedades es significativo, en donde la altura de planta de 82.10 cm en promedio de altura en la variedad Domingo (V2), mostró una leve superioridad frente a la variedad Melocotón (V1), el cual obtuvo un valor promedio de 80.44 cm. de altura de planta.

Esta diferencia de altura entre variedades, puede deberse a la adaptabilidad o al fenotipo de la variedad, pero en definitiva aunque estas diferencias no sean altamente significativas, se supone que la altura de planta en otras variedades que se pudieran implementar no tendrán comportamientos diferentes en comparación al presente estudio.

Se dice que el cultivo del clavel en el Altiplano, es poco viable (Abososflor 1992), puesto que en otras experiencias empíricas acerca de este cultivo, no se obtuvieron alturas de planta óptimas, esto tal vez al mal manejo o la estructura del invernadero que se utilizó, Los datos de altura de planta promedio que se obtuvo en la aplicación de los diferentes tratamientos de fertilización, especialmente el nivel 2 (142 – 61 – 0), tuvo comportamiento similar a comparación de los cultivos de clavel existentes en Cochabamba en las instalaciones de la empresa Barbert & Blanc, ya que la altura de planta promedio es de 105 cm. aproximadamente, en nuestro estudio se alcanzó alturas de planta de 87 cm promedio en el tratamiento 2, se debe recalcar que esta empresa (Barbert & Blanc), se dedica exclusivamente a producir flores para exportación.

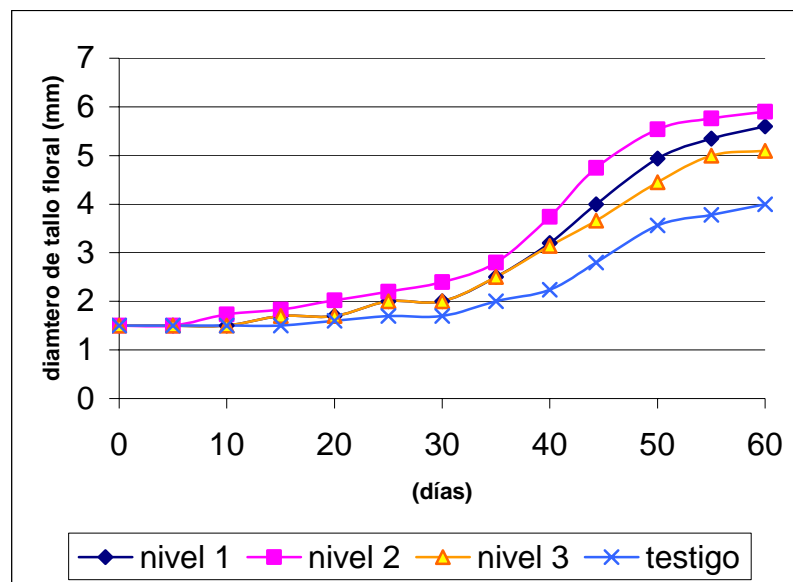
4.3.2. DIÁMETRO DE TALLO FLORAL

La importancia en la obtención de datos para esta variable (diámetro e tallo floral), radica en la correlación que tiene este con la longitud de tallo ya que de nada sirve producir tallos florales largos si estos son muy delgados puesto que estos pueden quebrarse con facilidad , además que el diámetro e tallo floral nos dará la resistencia necesaria para que el tallo floral soporte las flores en formación.

Para esta variable, se registraron datos a partir del momento de crecimiento del tallo lateral, hasta su cosecha (60 días), ya que es el tiempo en que un tallo floral ya esta listo para la cosecha.

el gráfico 9, muestra el comportamiento de crecimiento en grosor del tallo floral, de acuerdo a los diferentes niveles de fertilización fosfatada.

Gráfico 9. comportamiento del diámetro de tallo a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



El nivel 2 de fertilización fosfatada (142 – 61 – 2), tiene un comportamiento diferente en el desarrollo del diámetro de tallo floral, a comparación del nivel 3 (142 – 81 – 2), nivel 1 (142 – 31 – 2) y el testigo (142 – 0 – 2) respectivamente, estas diferencias se

analizan a continuación, mediante un análisis de varianza (ANVA), con el fin de determinar los efectos de la fertilización fosfatada y variedad de clavel en el diámetro del tallo floral.

Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de tallo floral.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	0.0381	0.013	0.161	3.07 NS
Fertilización fosfatada	3	16..539	5.513	92.036	3.07 **
Variedades de clavel	1	0.018	0.018	0.348	4.32 NS
Interacción (N x V)	3	0.249	0.083	1.38	3.07 NS
Error	21	1.258	0.060		
Total	31	18.103			

Coefficiente de variación = 5.74%

El coeficiente de variación (CV) para la variable diámetro de tallo floral, tuvo un valor de 5.74%, este valor esta dentro del rango de aceptabilidad, puesto que para condiciones de investigaciones agropecuarias, puede llegar hasta un valor de 30%.

En el análisis de varianza (cuadro 12), se puede observar que no existieron diferencias significativas entre bloques. Según Guzmán (2002), la no existencia de diferencias significativas entre bloques en un diseño de bloques completos al asar, hace que el análisis de datos pierda precisión, pero en este caso, para la variable diámetro de tallo floral el rango de valores en todo el estudio es de solamente 1 mm como promedio, es por eso que será muy difícil determinar las diferencias que pudieron existir entre bloques, ya que se necesitaría de un instrumento de medida mucho mas preciso.

No existieron diferencias significativas entre variedades, lo que indica que las dos variedades en estudio no son diferentes fenotípicamente en el diámetro de tallo floral.

El análisis de la muestra de población, indica que no existieron diferencias significativas en la interacción: fertilización fosfatada con variedad de clavel, lo que significa que existe un relación de pendencia entre ambos factores.

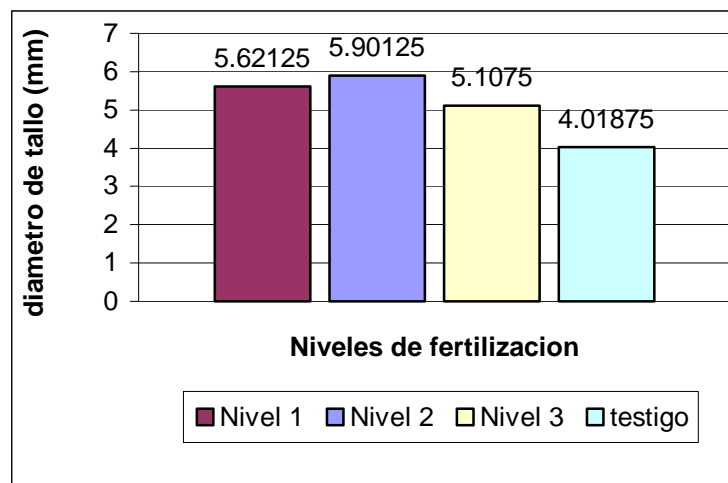
Se observó que existen diferencias altamente significativas a un nivel de 5% de probabilidad estadística, para el factor fertilización fosfatada, concluyendo que la fertilización fosfatada si tiene un efecto directo en el diámetro del tallo floral.

Para determinar la diferencia entre las diferentes dosis de fertilización fosfatada, en el diámetro de tallo floral, se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad, lo que a continuación se muestra en siguiente cuadro.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para comparar el diámetro de tallo floral en las diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de tallo (mm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	5.90	A
N1 (142 – 31 – 2)	5.62	B
N3 (142 – 81 – 2)	5.10	B
N4 (142 – 0 – 2)	4.01	C

Gráfico 10. Diámetro de tallo floral a diferentes dosis de fertilización fosfatada.



En el cuadro 13 se puede observar que el mayor valor en diámetro de tallo floral, se registro en el nivel 2 de fertilización fosfatada, alcanzando un valor de 5.90 mm, además presento diferencias estadísticamente significativas sobre 5.62 mm (tratamiento 1) y 5.10 mm (tratamiento 3), en tanto N1 y N3 estadísticamente resultaron ser similares. El

tratamiento que mostró un menor diámetro de tallo de flor fue el testigo (N4), con un valor de 4.01 mm.

Se puede también observar, que el exceso de fósforo en la planta ocasiona un diámetro de tallo reducido, puesto que un excedente de fósforo en el suelo será efecto de una mala absorción de ciertos nutrientes (N, Ca, Fe), muy importantes para el desarrollo del cultivo. (López 1986).

Una deficiencia de fósforo en el cultivo, también tendrá un efecto de desarrollo mínimo en el diámetro del tallo, así como se muestra en los niveles N1 y N4 (testigo), esto según (Domínguez 1982) se debe a que las plantas con deficiencia de fósforo presentan una baja cantidad de clorofila lo que ocasiona una disminución en el poder fotosintético de la planta y como resultado tendremos plantas débiles y poco desarrolladas. Otro efecto negativo de la deficiencia de fósforo en el cultivo, es el incremento de la temperatura en el interior de la planta, ya que el fósforo es uno de los principales componentes en la apertura de los estomas (Garman 1989), este incremento de temperatura ocasionará que los tallos florales se alarguen y sean mas delgados y por ende mas quebradizos y débiles, incapaces de sostener la flor (Barberet & Blanc, 1998), esta característica se observó en el testigo donde no se incorporó fertilizantes fosfatados, las tallos florales eran muy poco rígidos rompiéndose con facilidad.

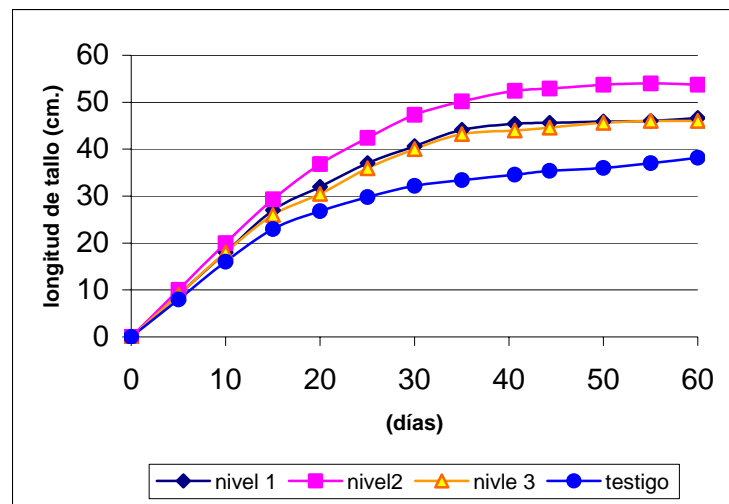
Se visitaron a diferentes productores de claveles en La Paz, en Achocalla, Laja, Pucarani, Rió abajo, y en general se pudo observar que la mayoría de estos no toman muy en cuenta el grosor del tallo floral, y si hacemos una comparación entre estos cultivos de clavel y los nuestros en cuanto a al diámetro de tallo, en promedio los claveles de estas zonas alcanzan valores de entre 4.5 a 5 mm, en el estudio se alcanzaron valores de hasta 5.8 mm, esta diferencia aunque no parezca muy relevante, a la hora de la cosecha es vital ya que tallos muy delgados tienden a quebrarse fácilmente dificultando la cosecha, además de que los tallos mas gruesos le da vistosidad al producto final.

4.3.3. LONGITUD DE TALLO FLORAL

La importancia del estudio y análisis de esta variable (longitud de tallo floral), radica en los estándares requeridos por el mercado en el producto final, además de que esta variable es un indicador de la calidad, ya que una buena longitud determinará también una buena calidad.

Para esta variable, se registraron datos a partir del momento en que empieza a crecer el tallo lateral, hasta su cosecha (60 días). El comportamiento en crecimiento del tallo lateral a diferentes niveles de fertilización, se muestra en le gráfico 11.

Gráfico 11. comportamiento del diámetro de tallo a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



El crecimiento en los primeros días (30 días), es de elongación rápida, mostrando un comportamiento similar en cada tratamiento, a partir del día 30, se puede ver que existe decremento en el crecimiento y a partir del día 50 prácticamente ya no existe crecimiento, esta es la etapa donde la flor empieza a abrirse lista para la cosecha. El gráfico también muestra que existen diferencias en el efecto de la fertilización fosfatada y las variedades de clavel en la longitud de tallo, tales diferencias se analizan a continuación. Mediante un análisis de varianza (ANVA)

Cuadro 14. Análisis de varianza para longitud de tallo floral.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	106.926	35.642	3.632	3.07 *

Fertilización fosfatada (N)	3	975.520	325.174	33.140	3.07 **
Variedades de clavel (V)	1	57.058	57.058	5.815	4.32 *
Interacción (N x V)	3	4.667	1.556	0.159	3.07 NS
Error	21	206.0.52	9.812		
Total	31	1350.225			

Coefficiente de variación = 7.75 %

Como se puede observar en el cuadro 14, el coeficiente de variación (CV) ha alcanzado para esta variable (longitud de tallo), un valor de 7.75 %. Este valor se encuentra dentro del rango de aceptabilidad, ya que para condiciones de toda investigaciones de índole agropecuaria, se puede llegar hasta un valor de 30%.

Así mismo, se puede observar que las diferencias fueron significativas entre bloques, lo que nos indica que las diferencias existentes en el interior del invernadero influyeron directamente en la longitud de tallo floral, además que el diseño de bloques completos al azar tuvo un planteamiento acertado para este caso (Guzmán 2002).

No existieron diferencias significativas en la interacción fertilización fosfatada con variedad de clavel, lo que indica que existe un relación de pendencia entre ambos factores en estudio.

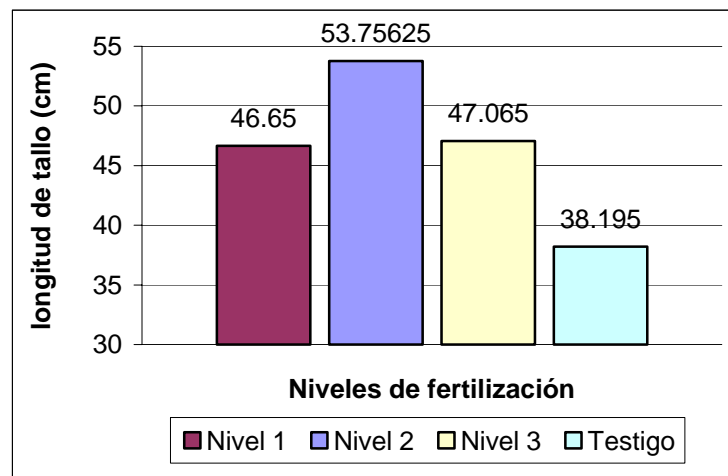
Existieron diferencias altamente significativas entre las diferentes dosis de fertilización fosfatada, también existieron diferencias significativas entre variedades de clavel.

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad, fue el procedimiento para el estudio de las diferencias estadísticas, efecto de las dosis de fertilización fosfatada en la longitud del tallo floral.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para comparar la longitud de tallo floral en las diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de tallo (cm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	53.76	A
N3 (142 – 81 – 2)	47.07	B
N1 (142 – 31 – 2)	46.65	B
N4 (142 – 0 – 2)	38.2	C

Gráfico 12. Longitud de tallo floral a diferentes dosis de fertilización fosfatada.



El cuadro 15 demuestra que el nivel 2 de fertilización fosfatada, obtuvo una longitud de tallo floral de 53.76 cm, (tallo de primera calidad), en cuanto al los niveles 3 y 4, se obtuvieron longitudes de 47.07 y 46.65 cm en promedio, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre si.

El menor valor que es de 38.2 cm se registró en el testigo. en donde no se aplico ningún tratamiento de fertilización fosfatada, obteniéndose en promedio valores de longitud de tallo floral, calificada como de calidad tercera ya que tiene un valor menor a 40 cm. Cabe recalcar que estas longitudes mínimas de tallo floral repercuten negativamente en el precio. (Barberet & Blanc 1998).

Una nivel alto de fertilización fosfatada como es el tratamiento 3, no incrementará la longitud de tallo floral mas al contrario se puede ver que este alcanza valores muy por debajo de lo que se espera, por tanto se deduce que el exceso de fósforo tiene un efecto antagónico en la absorción de otros elementos nutritivos como ser el nitrógeno (Chilon 1997), que es el elemento mineral que se encarga del crecimiento y desarrollo de parte vegetativa de todo cultivo y por ende de la elongación del tallo floral (Gros 1986).

A una nivel 1 de fertilización fosfatada, el fósforo aplicado a este no será suficiente para alcanzar una longitud de tallo ideal, fenómeno ocasionado por un bajo crecimiento y desarrollo radicular (Beck, 1982), este fenómeno se ve en el testigo, en donde a una dosis 0 de fósforo, el tallo floral, además de ser muy corto resulto ser también sea delgado.

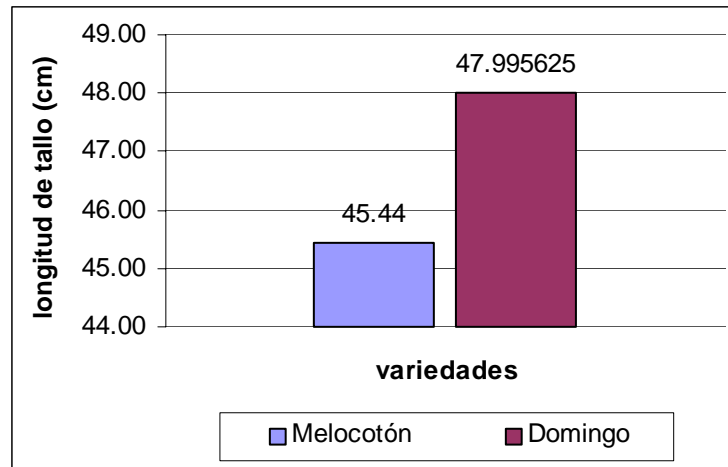
El mejor tratamiento de nivel de fertilización fosfatada resulto ser el tratamiento 2, en donde se obtuvieron valores de longitud de tallo floral muy aceptables (Fao 2000), incluso para exportación.

Para determinar la significancia de esta variable, en el factor variedades de clavel, se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para comparar la longitud de tallo floral en dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	Longitud de tallo (cm)	Duncan 5%
V2 (Domingo)	47.75	A
V1 (melocotón)	45.08	B

Gráfico 13. Longitud de tallo floral en dos variedades de clavel.



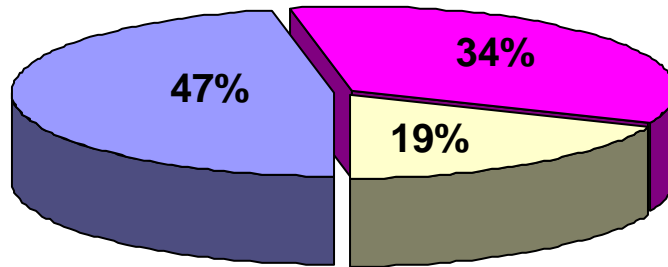
Como se puede observar en el cuadro 16, la diferencia en la longitud de tallo con respecto a las dos variedades de clavel, fueron diferentes estadísticamente, en donde la longitud de tallo floral en la variedad Domingo fue mayor, con un valor de 47.75 cm, en comparación a la variedad Melocotón, con un valor de 45.08 cm.

Estas diferencia entre variedades, en longitud de tallo, puede estar sujeto a la mejor adaptabilidad al medio por parte de la variedad Domingo, o bien a la característica fenológica de la variedad en cuestión. Pero aun así, las diferencias en longitud de ambas variedades en promedio no son diferencias de relativa importancia, puesto que el rango de diferencia entre ambas es solo de 2 cm, concluyendo que cualquier otra variedad puede tener el mismo comportamiento.

PORCENTAJE DE CALIDAD EN LA LONGITUD DE TALLO FLORAL

Del número total de flores cosechadas, se hizo una selección de acuerdo a la longitud del tallo floral para obtener el número de tallos florales correspondientes a la primera, segunda y tercera calidad.

Gráfico 14 .Porcentaje de longitud de tallo floral de acuerdo la calidad.



34 % = tallo mayor a 50 cm (calidad primera)

47 % = tallo entre 40 a 50 cm (calidad segunda)

19 % = tallo menor a 40 cm (calidad tercera)

En el gráfico 14, se puede observar que del 100% de flores cosechadas el 35 % del total de flores tenían longitud de tallo mayor a 50 cm (calidad primera), 47% del total de las flores tenían longitud de entre 40 a 50 cm de longitud de tallo (calidad segunda) y solamente el 19% del total de flores tenían una longitud de tallo menor a 40cm (calidad tercera), la importancia de estos datos radica en la demanda y precio de cada calidad en el mercado, ya que a mayor producción de tallos de calidad primera, mayor será la utilidad para el agricultor.

Haciendo una comparación de la longitud de tallo floral que se obtuvo en el estudio entre la longitud de los tallos florales en diferentes lugares de producción, las diferencias son muy variables, puesto que en centros de producción ubicadas en el Altiplano generalmente las longitudes son por debajo de 40cm en promedio, estas flores se destinan a los mercados populares de la ciudad de El Alto en donde no se tiene mucha exigencia en la longitud, mientras que en zonas templadas la longitud de tallo presenta valores de entre 40 a 50 cm, estas flores son destinadas a los mercados populares a los cementerios y a las florerías en donde si bien la longitud de tallo floral es importante, no es una exigencia primordial y en Cochabamba donde se pudo observar longitudes de hasta 55 cm, muchas de estas flores están destinadas a la exportación. Y finalmente en nuestro estudio donde se obtuvieron diferentes longitudes desde 35 a 55 cm, nuestra producción solo estuvo destinada a mercados populares de la ciudad de El Alto y La Paz, pero si se

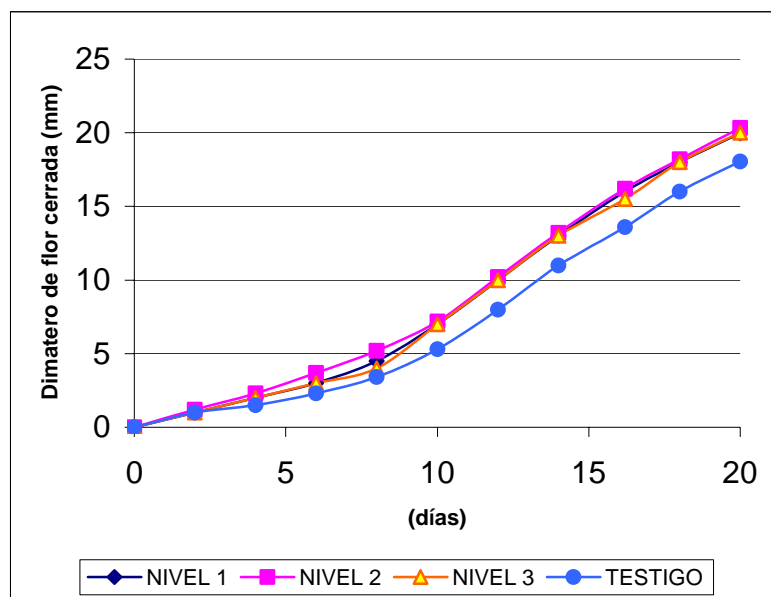
hace un manejo adecuado de fertilización, como es el tratamiento 2 (142 – 61 – 2), tranquilamente se puede hablar de exportación, ya que se estaría cumpliendo con los requerimientos del mercado internacional.

4.3.4. DIÁMETRO DE FLOR CERRADA

La importancia del estudio y análisis de esta variable (diámetro de flor cerrada), radica en la correlación que tendrá este en el diámetro de flor abierta o producto final.

Para esta variable, se registraron datos en el lapso de toda la formación del botón floral (20 días), este es el transcurso de tiempo que tarda en formarse los brotes terminales en botones florales, el comportamiento del desarrollo de esta variable, se muestra a continuación:

Gráfico 15. comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



En los primeros 10 días se puede observar que el crecimiento en diámetro es lento, puesto que en esta fase la longitud de tallo está también en crecimiento y la distribución de nutrientes además de formar el botón floral hace que este se distribuya principalmente

a los tallos laterales (Salinguer, 1991), a partir de día 10 al 20, el diámetro del botón tiende a crecer hasta la formación final del botón floral. Como se puede observar en el gráfico 15, el comportamiento de acuerdo al efecto de los niveles de fertilización fosfatada es casi similar pero aun así es necesario hacer un análisis de varianza.

Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro de flor cerrada.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	5.422	1.807	2.125	3.07 NS
Fertilización fosfatada (N)	3	25.689	8.563	10.070	3.07 *
Variedades de clavel (V)	1	9.010	9.010	10.595	4.32 *
Interacción (N x V)	3	8.333	2.778	3.267	3.07 *
Error	21	17.858	0.850		
Total	31	17.858			

Coefficiente de variación = 5.70 %

El coeficiente de variación (CV) para la presente variable de respuesta fue 5.7%, porcentaje que está dentro del rango admisible para el carácter de diámetro de flor cerrada, al respecto calzada (1972), señala un rango de 1 a 30% de CV como aceptables para un análisis en estudios agropecuarios.

El análisis de varianza (cuadro 17), muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, esto indica que las diferencias en el factor suelo y ambiente en el interior del invernadero no tuvieron efecto en el diámetro de flor cerrada, perdiendo así precisión el la utilización del diseño de bloques completos al azar (Guzmán 2002).

Se presentaron diferencias significativas en el factor: dosis de fertilización fosfatada y variedades de clavel, así como también diferencias significativas en la interacción entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel.

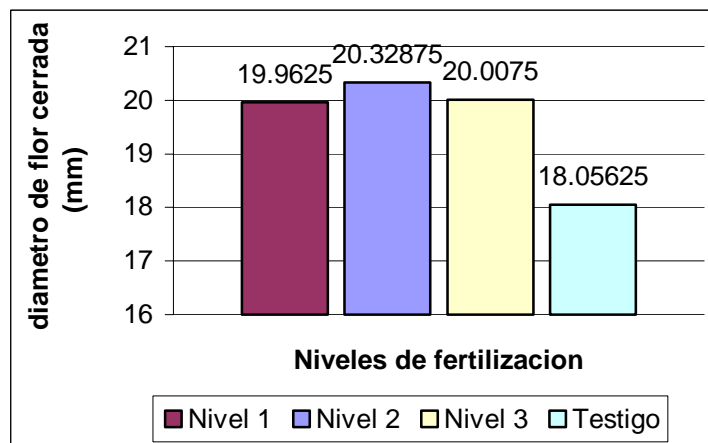
Las diferencias estadísticas que surgieron como resultado de un análisis de varianza en factor niveles de fertilización fosfatada en la variable diámetro de flor cerrada,

se estudian mediante una prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad estadística, el mismo se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor cerrada en las diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de flor cerrada (mm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	20.33	A
N3 (142 – 81 – 2)	20.00	A
N1 (142 – 31 – 2)	19.96	A
N4 (142 – 0 – 2)	18.06	B

Gráfico 16. Diámetro de flor cerrada a diferentes dosis de fertilización fosfatada.



De acuerdo a la clasificación de Duncan, el nivel 2 con un valor de 20.33 mm, el nivel 3 con un valor de 20 mm y el nivel 1 con un valor de 19.96 mm, no presentaron diferencias estadísticas. Las diferencias según la prueba de Duncan, fueron los tres tratamientos anteriormente mencionadas con el testigo, en donde se obtuvieron valores por debajo de lo normal en el diámetro de flor cerrada.

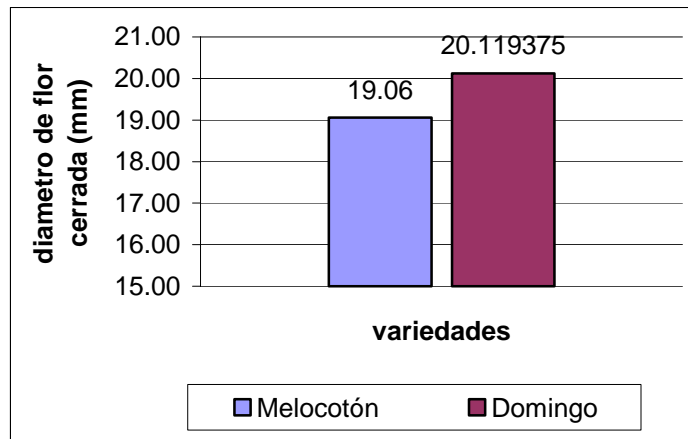
Las diferencia que se pueden observar en el diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada, son atribuibles a que el fósforo favorece en gran manera al proceso de la formación de botón floral (Jacob 1976), sin importar en gran forma la cantidad de dosis aplicada, como se pude observar en el gráfico 16, las diferencias entre el diámetro de flor cerrada en las tres dosis de fertilización fosfatada son claramente insignificantes.

Los reportes en la guía y catalogó de la empresa española: Barberet & Blanc (1998), muestran valores de diámetro de flor cerrada que van desde 20 a 25 mm siendo estas variedades mejoradas genéticamente. En el presente estudio se obtuvieron valores muy óptimos de diámetro de flor cerrada, comparados a los de la empresa.

Así como se izo un análisis exhaustivo de las diferencias en el factor dosis de fertilización fosfatada, se utilizó también la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad, para analizar las diferencias significativas entre las dos variedades de clavel, para la variable diámetro de flor cerrada.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor cerrada en dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	Diámetro de flor cerrada (mm)	Duncan 5%
V2 (Domingo)	20.12	A
v1 (Melocotón)	19.06	B

Gráfico 17. Diámetro de flor cerrada en dos variedades de clavel.

Como se puede observar en el cuadro 19, existieron diferencias estadísticas en esta variable, ya que la variedad Domingo (V2), tuvo una leve superioridad en los valores registrados de diámetro de flor cerrada, el cual fue de 20.12 mm en comparación a la variedad Melocotón (V1), donde se registraron datos de 19.6 mm en diámetro de flor cerrada promedio.

Como se puede observar en el gráfico 17, si bien estadísticamente las diferencia entre variedades en la variable diámetro de flor cerrada resultaron significativas, Estas diferencias no son relevantes a la hora de decidir el tipo de variedad a cultivar.

Se utilizó un análisis de efectos simples para estudiar las diferencias estadísticamente significativas de la interacción dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel, para la variable: diámetro de flor cerrada. este análisis se muestra muy claramente en el cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de efectos simples para la interacción entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Dosis (Melocotón V1)	3	2.677	0.892	1.049	3.01 NS
Dosis (Domingo V2)	3	31.345	10.449	12.286	3.01 **
Variedad (Dosis T1)	1	3.511	3.511	4.029	4.10 NS
Variedad (Dosis T2)	1	5.934	5.934	6.978	4.10 *
Variedad (Dosis T3)	1	6.994	6.994	8.224	4.10 *
Variedad (Dosis T4)	1	0.905	0.850	1.063	4.10 NS
Error exp	21	17.858			

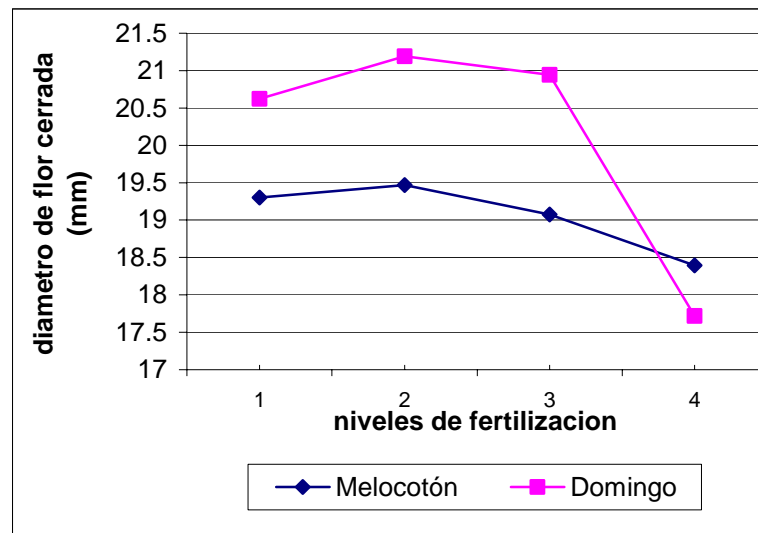
El cuadro de efectos simples indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro de flor cerrada de las cuatro niveles de fertilización fosfatada en la variedad Melocotón. Tampoco existen diferencias significativas entre el diámetro de flor cerrada de las dos variedades en el tratamiento 1, y el testigo (N4).

Sin embargo existen diferencias altamente significativa entre el diámetro de flor cerrada de los cuatro niveles de fertilización fosfatada en la variedad Domingo.

También se registraron diferencias significativas entre las dos variedades de clavel en el tratamiento2 y el tratamiento 3, lo que indica que el efecto de ambas variedades de clavel fueron diferentes en estos nivele de fertilización.

Para la observación mas objetiva de los diferentes efectos simples de dosis de fertilización fosfatada por las variedades de clavel, para la variable diámetro de flor cerrada, se realizó el siguiente gráfico.

Gráfico 18. Diámetro de flor cerrada para la interacción dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel (N x V).



En el gráfico 18, se muestra el comportamiento de las dos variedades de clavel en las diferentes dosis de fertilización fosfatada, estos resultados son discutidos por separado de la forma siguiente:

La variedad Domingo, fue más susceptible a la falta de fertilizantes fosfatados para el desarrollo en el diámetro de flor cerrada, en comparación a la variedad Melocotón, donde las diferencias en el diámetro de flor cerrada no tienen una importancia relevante.

El análisis de efectos simples nos permitió diferenciar las interacciones estadísticamente significativas, sin embargo para diferenciar el comportamiento de la variedad Domingo, dentro de cada nivel de fertilización fosfatada, se realizaron pruebas de Duncan, los mismos permitieron clasificar y diferenciar los rendimientos de cada uno de los efectos simples.

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) al 5 % de probabilidad, el cual se muestran en el cuadro 21, presenta diferencias estadísticas para el comportamiento de las diferentes dosis de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, para la variable diámetro de flor cerrada.

Cuadro 21. Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada dentro de la variedad Domingo, en la variable diámetro de flor cerrada.

Dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de flor cerrada (mm). Var. Domingo	Duncan 5 %
T2 (142 – 61 – 2)	21.19	A
T3 (142 – 81 – 2)	20.94	B
T1 (142 – 31 – 2)	20.62	B
T4 (142 – 0 – 2)	17.72	C

Los niveles de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, según la prueba de Duncan, presentaron las siguientes diferencias estadísticas: El tratamiento 2 de fertilización fosfatada muestra una leve superioridad en valores de diámetro de flor cerrada en la variedad Domingo, con un valor de 21.19 mm, mientras que en los tratamientos 1 y 3, las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre si en esta variedad, los valores fueron de 20.94 y 20.62 mm respectivamente. El valor mínimo de diámetro de flor cerrada registrada en esta variedad fue en el tratamiento 4 (testigo) con un valor de 17.72 mm.

Las similitudes y diferencias observadas para el diámetro de flor cerrada, producto de las diferentes dosis de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, se debieron principalmente a que esta variedad resultó ser mas susceptible a la presencia de fertilizantes fosfatados, observándose así que la variedad Domingo necesita mas que la variedad Melocotón, una adecuada fertilización fosfatada para obtener buenos resultados en cuanto a el diámetro de flor cerrada.

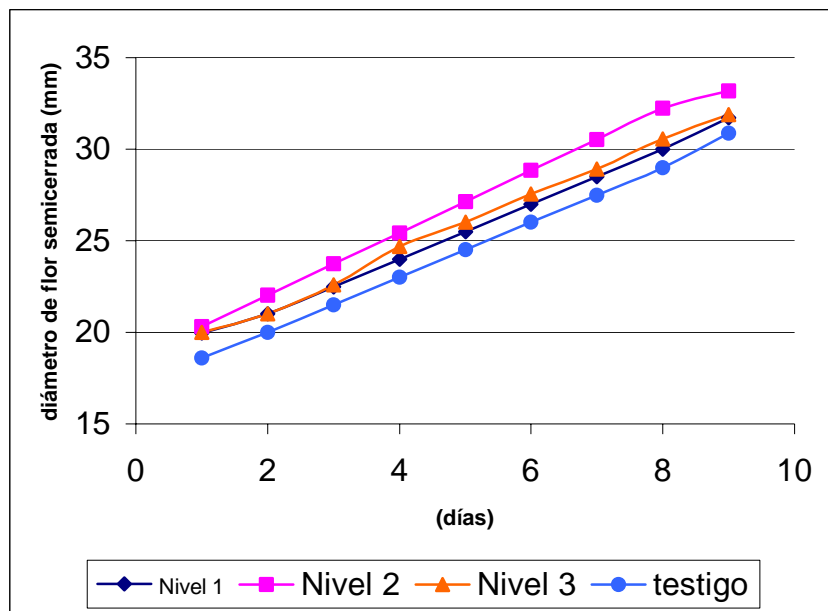
Se pudo observar que el diámetro de flor cerrada, no esta relacionado a la altura de planta o longitud de tallo, lo que quiere decir que un diámetro de botón floral puede ser el mismo en una planta chata o desarrollada, según (Denisen, 1990) esto se debe a que la planta en un periodo fisiológico determinado tiende a formar sus flores sin importar el tamaño de planta.

4.3.5. DIÁMETRO DE FLOR SEMICERRADA

La importancia del estudio y análisis de esta variable (diámetro de flor semicerrada), radica en la correlación que tendrá este en el diámetro de flor abierta, también nos proporciona información importante en el momento de decidir el punto de cosecha para el tipo y la distancia de mercado al que se está atacando, puesto que para exportación las flores deben estar semiabiertas por la continua maduración de estas en la post-cosecha, para mercados locales las flores se cosechan prácticamente abiertas puesto que el recorrido del productos al mercado local no es muy largo.

Para esta variable, se registraron datos a partir del botón floral hasta que la flor este semicerrada (9 días), ya que es el tiempo en que el botón floral empieza a reventar.

Gráfico 19. Comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



el gráfico 19, se puede observa el comportamiento en la formación del botón floral de acuerdo al efecto que tienen los diferentes niveles de fertilización fosfatada, se pude ver también que el crecimiento es casi constante en todos los tratamientos empleados en

ambas variedades, en cuanto al comportamiento de las variedades de acuerdo a los niveles de fertilización, se puede ver que existe diferencias entre si, estas diferencias serán analizadas bajo un análisis de varianza (ANVA).

Cuadro 22. Análisis de varianza para el diámetro de flor semicerrada.

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	3.434	1.145	3.995	3.07 *
Fertilización fosfatada (N)	3	21.299	7.100	24.778	3.07 **
Variedades de clavel (V)	1	1.004	1.004	3.506	4.32 NS
Interacción (N x V)	3	2.756	0.9186	3.206	3.07 *
Error	21	6.017	0.286		
Total	31	34.512			

Coefficiente de variación = 4.0 %

El coeficiente de variación (CV) alcanzó un valor de 4%, el mismo indica que, los datos son confiables, puesto que su valor es menor a 30%, valor limite en trabajos de campo.

En el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas entre bloques, lo que le da una mayor precisión al presente estudio, puesto que el diseño bloques completos al azar fue diseñado precisamente por las variaciones de temperatura, suelo, calor, y radiación que pudieran existir en el interior del invernadero.

No se registraron diferencias estadísticamente significativas en el factor variedad de clavel, esto indica que la variedad de clavel en este caso no tuvo efecto determinante en el diámetro de flor semicerrada.

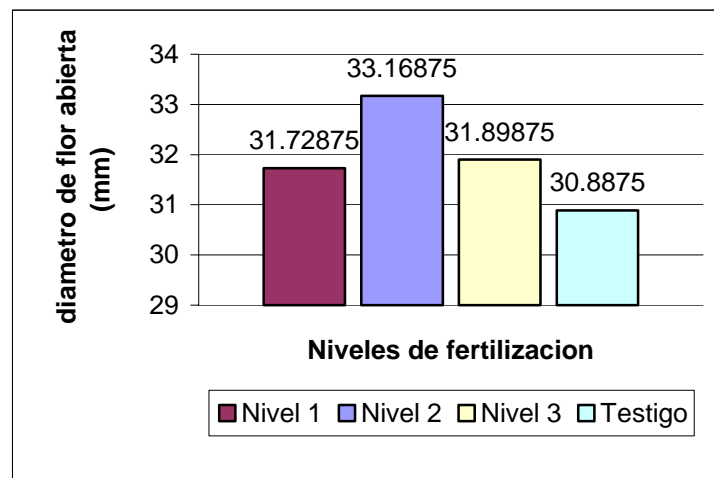
Se encontraron diferencias altamente significativas para el factor niveles de fertilización fosfatada y diferencias significativas entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel, estas diferencias debes ser analizadas mediante una prueba de significancia.

La prueba de significancia que se utilizó fue la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) al 5 % de probabilidad, esta prueba indica:

Cuadro 23. Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor semicerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.

Dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de flor cerrada (mm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	33.17	A
N3 (142 – 81 – 2)	31.90	B
N1 (142 – 31 – 2)	31.73	B
N4 (142 – 0 – 2)	30.89	C

Gráfico 20. Diámetro de flor semicerrada a diferentes dosis de fertilización fosfatada.



En el análisis de diámetro de flor semicerrada, se obtuvieron valores de 33.17 mm, para el nivel 2 de fertilización fosfatada, seguido de los niveles 3 y 1, los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas con valores de 31.90 y 31.73 mm de diámetro de flor semicerrada respectivamente, por último el testigo (N4) alcanzó un valor de diámetro de flor semicerrada de 20.91mm.

Gros (1986), indica que el fósforo juega un papel muy importante en la formación de flores en los cultivos, se puede observar que el diámetro de flor semicerrada en nivel 2, tuvo una leve superioridad frente a los demás tratamientos.

En cuanto a una baja cantidad de fósforo en el programa de fertilización (nivel 1) y un exceso de fósforo en la fertilización (nivel 3), muestran una vez mas que se presentan problemas de deficiencia o antagonismos que no permiten el desarrollo efectivo del botón floral (Barbert & Blanc 1998). El valor mas bajo de diámetro de flor semicerrada se registraron en el tratamiento 4 (testigo).

Si comparamos el diámetro de la flor semicerrada que obtuvimos en el estudio con el diámetro de flor semicerrada que tiene Barberte & Blanc para exportación (catalogo Barbert & Blanco 1998), la diferencia es de solamente 5mm, puesto que Barberet en su catalogo muestra diámetro de flor semicerrada de 36mm, en comparación de nuestras flores que alcanzaron valores de 31 mm, lo que nos indica que con un buen programa de fertilización y medios adecuados de producción, los claveles producidos en el Altiplano estarían dentro de los requisitos de los mercados internacionales para la exportación, además de que sería mucho mas factible debido a las bajas temperaturas en el Altiplano, lo que hace que la flor se mantenga por mas tiempo post-cosecha.

En el análisis de varianza, también se pudo observar las diferencias estadísticas que existieron en la interacción de los factores niveles de fertilización fosfatada con las dos variedades de clavel, para analizar estas diferencias, se utilizó un análisis de efectos simples, estos se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis de efectos simples para la interacción entre dosis de fertilización fosfatada por variedades de clavel. para la variable diámetro de flor semicerrada.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Nivel (variedad 1)	3	10.560	3.520	13.228	3.01 **
Nivel (variedad 2)	3	12.184	4.061	15.262	3.01 **
Variedad (Nivel 1)	1	0.006	0.006	0.002	4.10 NS
Variedad (Nivel 2)	1	1.711	1.711	6.430	4.10 *
Variedad (Nivel 3)	1	0.320	0.320	1.203	4.10 NS
Variedad (Nivel 4)	1	1674	1.674	6.292	4.10 *
Error exp	21	5.588			

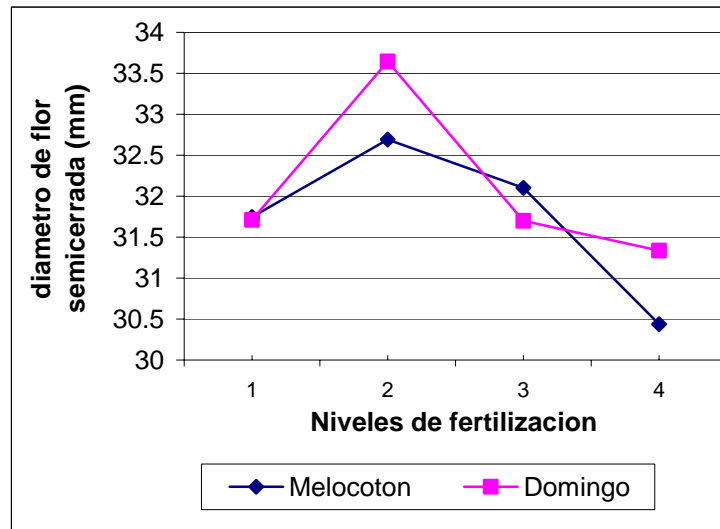
En el cuadro 24 se puede observar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro de flor semicerrada de las dos variedades en el nivel 1 de fertilización fosfatada, tampoco existen diferencias significativas entre el diámetro de flor semicerrada de las variedades en el nivel 3, siendo así que tanto el nivel 3, como el nivel 1, no tuvieron un efecto diferencial entre ambas variedades en el diámetro de flor semicerrada.

Existieron diferencias altamente significativa en el diámetro de flor semicerrada de las cuatro niveles de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, así como también en la variedad Melocotón, lo que indica que este efecto de la fertilización fosfatada tuvo comportamientos diferentes tanto en la variedad Domingo como en la variedad Melocotón.

También se registraron diferencias significativas entre el diámetro de flor semicerrada de las variedades de clavel en el tratamiento 2 y el tratamiento 4, lo que indica que existe una relación de independencia en el comportamiento de ambas variedades frente a las diferentes niveles.

El cuadro de análisis de efectos simples, nos muestra el comportamiento que tuvieron las dos variedades frente a los diferentes niveles de fertilización fosfatada.

Gráfico 21. Diámetro de flor semicerrada para la interacción fertilización fosfatada entre variedades de clavel.



Para el primer nivel (N1), el comportamiento de ambas variedades es similar con valores de 31.7 mm. de diámetro de flor semicerrada, en el nivel 2, La variedad Domingo, sube estrepitosamente alcanzado una valor de 33.6 mm de diámetro, frente a la variedad Melocotón, que no tiene un comportamiento similar ya que este si bien tiene un incremento en el valor, este no es muy considerable (32.6 mm). En la aplicación de fertilizantes fosfatados en el nivel 3 (N3) la variedad Domingo es mas susceptible al exceso de fósforo en cuanto al diámetro de flor semicerrada, ya que este baja estrepitosamente alcanzando valores incluso menores a la variedad Melocotón, finalmente en el testigo (N4), La variedad Melocotón fue mas susceptible a la falta de fósforo en la fertilización, ya que este llega a bajar a valores de 30.4 mm, frente a la variedad Domingo que en N4 llega a un valor de 31.3 mm.

En conclusión la variedad Domingo, resulto ser mas susceptible a la cantidad de fertilizantes fosfatada, en comparación a la variedad Melocotón, pero aún así, las diferencias de comportamiento a diferentes niveles de fertilización fosfatada no es una característica relevante al momento de elegir que variedad a producir.

La prueba de Duncan ($\alpha=0.005$) al 5 % de probabilidad, se muestran en el cuadro 25, el mismo presenta diferencias estadísticas para el comportamiento de las diferentes dosis de fertilización fosfatada en la variedad Melocotón, para la variable diámetro de flor semicerrada.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada, dentro de la variedad Melocotón.

Nivel de fertilización fosfatada	Diámetro de flor semicerrada (mm) var. Melocotón.	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	32.69	A
N3 (142 – 81 – 2)	32.10	A
N1 (142 – 31 – 2)	31.74	A
N4 (142 – 0 – 2)	30.44	B

En la prueba de Duncan se puede observar que los niveles 1, 2, y 3, no fueron diferentes estadísticamente en la variedad Melocotón, con valores de 32.69, 32.10, 31.74 mm respectivamente. La diferencia estadística se registró en el nivel 4 (testigo).

Las similitudes y diferencias observadas para el diámetro de flor semicerrada, producto de los diferentes niveles de fertilización fosfatada en la variedad Melocotón, se debieron principalmente a que el efecto de las dosis de fertilización fosfatada en esta variedad no es significativa, lo que nos indica que para este caso sin importar la cantidad de dosis aplicada de fertilizantes fosfatados, el diámetro de flor semicerrada no tendrá un cambio radical en sus valores, por otra parte la falta de aplicación de fertilizantes fosfatados, si influirá de manera negativa en el diámetro de la flor semicerrada.

Estos valores también nos indican que la variedad Melocotón no es para nada susceptible a la cantidad de fertilizante fosfatado que se va a utilizar en un programa de fertilización.

A continuación se presenta diferencias estadísticas para el comportamiento de los diferentes niveles de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, para la variable diámetro de flor semicerrada. mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0.005$) al 5 % de probabilidad,

Cuadro 26. Prueba de Duncan para comparar las dosis de fertilización fosfatada, dentro de la variedad Domingo.

Nivel de fertilización fosfatada	Diámetro de flor semicerrada (mm) var. Domingo	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	33.65	A
N1 (142 – 31 – 2)	31.72	B
N3 (142 – 81 – 2)	31.69	B
N4 (142 – 0 – 2)	30.09	C

Se presentaron las siguientes diferencias estadísticas, el nivel en el tratamiento 2 de fertilización fosfatada muestra una superioridad significativa en valores de 33.65 mm, mientras que en los niveles N1 y N3, las diferencias no fueron estadísticamente significativas para esta variedad, los valores fueron de 31.72 y 31.70 mm. respectivamente.

En conclusión la variedad Domingo resulto ser mas susceptible frente al cambio de fertilización, como se puede observar en los datos obtenidos, si bien existen diferencias estadísticamente significativas en la variación de niveles de fertilización fosfatada, estas diferencias no son muy relevantes, cosa que afecte de manera radical al diámetro de flor semicerrada, aún con diferentes niveles de fertilización fosfatada, se sigue teniendo valores aceptables incluso para la exportación de estas flores.

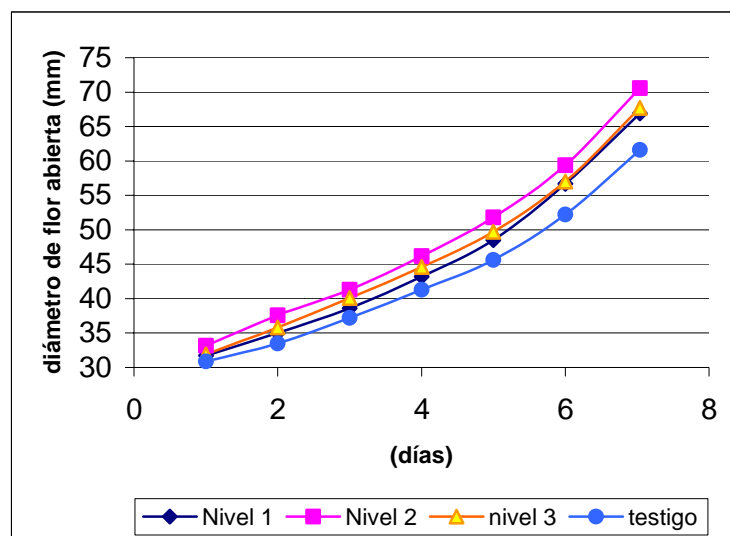
4.3.6. DIÁMETRO DE FLOR ABIERTA

El diámetro de flor abierta es una de las variables mas importantes, puesto que de este dependerá la calidad de flor que se está ofreciendo al mercado ya sea local o extranjero de acuerdo a los estándares y rangos establecidos.(FAO 2000).

Para esta variable, se registraron datos a partir del diámetro de flor semicerrada hasta la apertura total de la flor (7 días), ya que este es el tiempo en que la flor se abre por completo.

En el gráfico 22, se puede observar el comportamiento en la apertura floral de acuerdo al efecto que tienen los diferentes niveles de fertilización fosfatada, la curva nos muestra que en un inicio la apertura floral es casi constante, pero en la etapa final esta es abrupta, siendo una característica en la apertura de la flor del clavel independientemente de la variedad.

Gráfico 22. Comportamiento del diámetro de flor cerrada a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



Para un mejor estudio de el comportamiento en el diámetro de flor abierta, efecto de los diferentes niveles de fertilización fosfatada y las variedades de clavel, se hizo un análisis de varianza, (ANVA) el cual se muestra en el cuadro 27.

Cuadro 27. Análisis de varianza para diámetro de flor abierta.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	7.766	2.588	0.243	3.07 NS
Fertilización fosfatada (N)	3	135.596	45.196	4.244	3.07 *
Variedades de clavel (V)	1	2.030	2.030	1.195	4.32 NS
Interacción (N x V)	3	9.883	3.294	1.30	3.07 NS
Error	21	223.628	10.648		
Total	31	378.899			

Coefficiente de variación = 5.7%

Un rango de coeficiente de variación óptimo (calzada, 1972), para cualquier estudio de campo es de 1 a 30%, puesto que valores mayores a 30% significa que el estudio dado tuvo demasiada variación en los valores registrados y por ende un error experimental también muy amplio, en el estudio de la variable diámetro de flor abierta, el coeficiente de variación alcanzó un valor de 5.7 %, valor que se encuentra dentro de los rangos admisibles.

En el análisis de varianza se pudo ver que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre bloques, lo que ocasionará que el diseño planteado de bloques completos al azar pierda precisión para esta variable.

Tampoco existieron diferencias significativas en el factor variedad, llegando a la conclusión de que ambas variedades presentaran características similares en el diámetro de flor abierta.

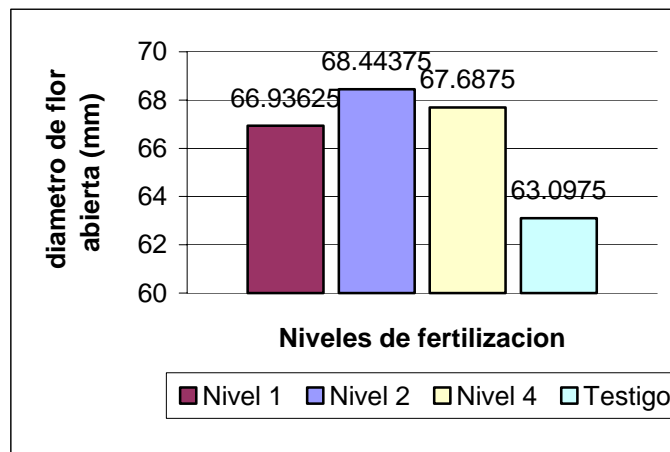
El análisis de la muestra de población indica que no existieron diferencias significativas en la interacción fertilización fosfatada con variedad de clavel, lo que significa que existe un relación de dependencia entre ambos factores.

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas, en el factor niveles de fertilización fosfatada, los que analizaremos mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad estadística, el mismo se muestra en el cuadro 28.

Cuadro 28. Prueba de Duncan para comparar el diámetro de flor abierta en las diferentes dosis de fertilización fosfatada.

dosis de fertilización fosfatada	Diámetro de flor abierta (mm)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	68.44	A
N3 (142 –81 – 2)	67.69	A
N1 (142 – 31 – 2)	66.93	A
N4 (142 – 0 – 2)	63.60	B

Gráfico 23. Diámetro de flor abierta a diferentes dosis de fertilización fosfatada.



De acuerdo al cuadro 28, según la clasificación de Duncan, los diferentes niveles de fertilización fosfatada no presentaron diferencias significativas, puesto que los valores dados en los niveles 1, 2, y 3 apenas presentan diferencia de 3mm de diámetro de flor abierta entre si, en cambio si existieron diferencias significativas entre las diferentes dosis de fertilización fosfatada con respecto a al testigo (N4) el cual obtuvo valores en promedio bajos de diámetro de flor abierta.

Como es evidente las diferencias entre los niveles 1, 2 y 3, no tuvieron valores muy variables entre si lo que quiere decir que a una dosis de fertilización fosfatada ya sea en exceso o deficiencia no tiene un efecto directo en el diámetro de la flor abierta, Según Jacob, (1976) esto se debe a que el fósforo coadyuva a la floración en general, pero no indica la cantidad de fósforo que debe ser asimilado por la planta para la floración. El testigo con 0 nivel cero de fertilización fosfatada alcanzó valores mínimos en el diámetro de flor abierta, corroborando lo que menciono Jacob, (1976).

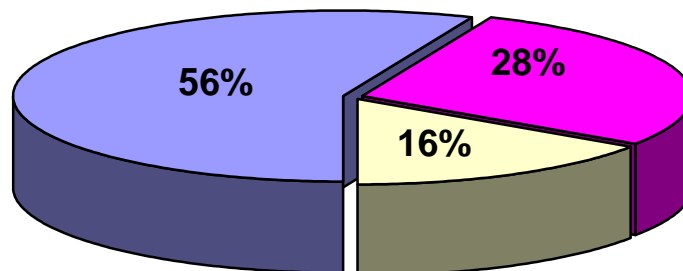
PORCENTAJE DE CALIDAD EN EL DIÁMETRO DE FLOR ABIERTA

La variable diámetro de flor abierta, es otro de los principales indicadores de calidad del producto final, ya que este determinará el precio y el mercado al cual estará destinado nuestra producción, para determinar la cantidad de flores de acuerdo a la calidad a la que corresponde, se tomaron campos muestrales al azar de 100 individuos por cada variedad, en donde se midieron las longitudes de diámetro y se clasificaron según estándares ya establecidos en los diferentes mercados ya sean nacionales o extranjeros.

Se tomaron los siguientes datos referenciales de Barberet & blanc, (1998) y Fao (2000).

- Diámetro entre 6.7 a 7 cm, calidad primera.
- Diámetro entre 6.4 a 6.6 cm, calidad segunda.
- menor a 6.4 cm, calidad tercera.

Gráfico 24. Porcentaje de calidad en el diámetro de flor abierta.



56 % = calidad segunda

28 % = calidad primera

16 % = calidad tercera

En el gráfico 24, se puede observar que del 100% de flores seleccionadas, el 56 % del total de estas flores tenían un valor de 6.4 a 6.6 cm., de diámetro de flor abierta considerada como de calidad segunda en el mercado. Así mismo un 28 % del total de flores seleccionadas presentaron diámetros entre 6.7 a 7 cm considerados como flor de calidad primera y por último un 16 % del total de flores presentaron un diámetro menor a 6.4 cm (calidad tercera).

CORRELACION DE LOS DIÁMETROS DE FLOR CERRADA Y SEMICERRADA RESPECTO AL DIÁMETRO DE FLOR ABIERTA

El diámetro de flor abierta en el clavel esta determinado ya sea por el diámetro de flor cerrada y semicerrada puesto que estos estuvieron expuestos durante todo el estudio a diferentes condiciones medioambientales y condiciones bióticas (variedades de clavel) como abióticas (dosis de fertilización fosfatada).

Con en análisis de correlación y regresión, se cuantificó la relación de los diámetros de flor cerrada y semicerrada con el diámetro de flor abierta, este s muestra en el cuadro 29.

Cuadro 29. correlación de diámetro de flor cerrada y semicerrada sobre el diámetro de flor abierta.

VARIABLES	ECUACIÓN	r	r²
D. de flor cerrada Vs D. de flor abierta	$y = 39.63 + 1.37 x$	0.57	33.04 %
D. de flor semicerr Vs D. de flor abierta	$y = 32.09 + 0.17 x$	0.78	61.45 %

El diámetro de flor serrada, alcanzó un valor de correlación de 0,57, con respecto al diámetro de flor abierta, lo que indica que el diámetro de flor cerrada no esta

correlacionada directamente con el diámetro de flor abierta. Así mismo el coeficiente de determinación que tiene un valor de 33.04% indica que el diámetro de flor cerrada influirá solo en un 33% a la variación en el diámetro de flor abierta.

El Diámetro de flor semicerrada, con un coeficiente de correlación de 0.78, indica que la variable diámetro de flor semicerrada esta altamente correlacionado con el diámetro de flor abierta, así mismo se indica que el 61.45 % de la variabilidad del diámetro de flor abierta, estará determinado por el diámetro de flor semicerrada.

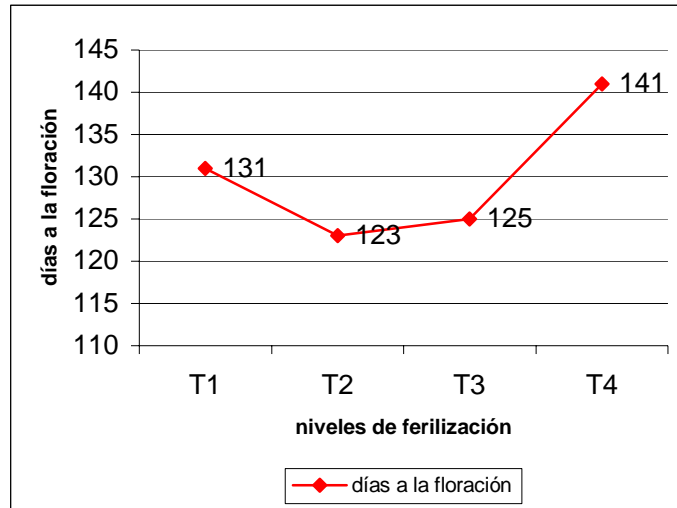
Una de las metas del presente estudio es brindar información relevante al agricultor en la adecuada fertilización del cultivo del clavel en el Altiplano, así mismo como se ha podido observar una buena cantidad de flores (28%) del total de la producción hubieran estado destinadas a la exportación, este valor sin duda se puede mejorar e implementar de forma intensiva para el agricultor perteneciente a diferentes comunidades del Altiplano central, ya que si se hace una comparación de la calidad de flores que se obtuvo en el estudio (de 63 a 68 mm) con la calidad de flores que producen grandes empresas de Cochabamba (de 68 a 73 mm), se demuestra la competitividad que tendría la producción en nuestra zonas con las de Cochabamba.

4.3.7. DIAS A LA FLORACION

Se registraron datos de esta variable para determinar el tiempo en que el cultivo de clavel empezará a producir sus primeras cosecha, este será una referencia para que el agricultor pueda determinar el tiempo en que empezará a tener utilidades si realiza un adecuado programa de fertilización, este dato también nos sirve para determinar el tiempo de cosecha que se puede proyectar de acuerdo a la demanda del mercado, puesto que en los meses de mayo, junio, julio, agosto, la demanda crece debido a la poca oferta.

Para esta variable, se registraron datos a partir del transplante hasta el inicio de la floración, ya que este es el tiempo en que la planta alcanza a formar sus primeras flores.

Gráfico 25. comportamiento de los días a la floración a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



En el gráfico 25, se puede observar el comportamiento de la cantidad de días que tarda en la producción de flores, a efecto de cada nivel de fertilización aplicada, a primera vista se puede notar que existen diferencias significativas, estas diferencias se estudiarán mediante un análisis de varianza.

Cuadro 30. análisis de varianza para días a la floración.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	359.893	119.964	3.628	3.07 *
Fertilización fosfatada (N)	3	1522.5875	507.529	15.348	3.07 **
Variedades de clavel (V)	1	382.26125	362.261	11.560	4.32 **
Interacción (N x V)	3	40.671	13.557	0.410	3.07 NS
Error	21	694.428	33.067		
Total	31	2999.840			

Coefficiente de variación = 5.4%

Para la variable días a la floración los datos registrados dieron un coeficiente de variación de 5.4%. Para estudios agropecuarios el coeficiente de variación no debe sobrepasar el 30% (Calzada, 1972).

En el análisis de varianza muestra que los bloques registraron diferencias significativas, lo que indica que la variabilidad del medio ambiente al interior del invernadero tuvo un efecto en la floración, así mismo las diferencias significativas entre bloques, le dará una mayor precisión al presente estudio.

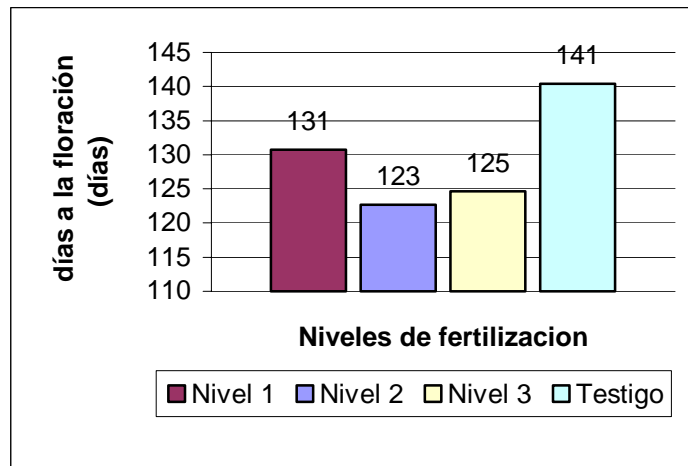
No se presentaron diferencias estadísticas la interacción fertilización fosfatada por variedades de clavel, esto significa que son dependientes entre si.

Se presentaron diferencias altamente significativas tanto en la dosis de fertilización fosfatada, como en las dos variedades de clavel.

Para analizar las diferencias estadísticas en el factor niveles de fertilización fosfatada en esta variable de respuesta, se utilizó la prueba de significancia de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 31. Prueba de Duncan para comparar los días a la floración en las diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Nivel de fertilización fosfatada	Días a la floración (Días)	Duncan 5 %
T4 (142 – 0 – 2)	141	A
T1 (142 – 31 – 2)	131	B
T3 (142 – 81 – 2)	125	C
T2 (142 – 61 – 2)	123	C

Gráfico 26. Días a la floración a diferentes dosis de fertilización fosfatada.

En los niveles 2 y 3 de fertilización fosfatada, se obtuvieron valores similares en los días a la floración, con valores de 123 y 125 días respectivamente. En la aplicación del nivel 1 de fertilización fosfatada se registraron valores promedio de 131 días, y a un nivel 0 (testigo), el tiempo transcurrido a la floración fue de 141 días después del transplante.

Con los datos registrados en la prueba de significancia, se pudo constatar que la fertilización fosfatada tiene un efecto directo en los días a la floración, así lo mencionaban (Donahue et al., 1981 y Gros , 1986).

A mayor nivel de fertilizantes fosfatada (N3), se obtiene valores similares a una dosis recomendable (N2), esto quiere decir que si bien el fósforo es un coadyuvante en el crecimiento y desarrollo del cultivo, el excedente de este no afecta significativamente a la precocidad en la floración.

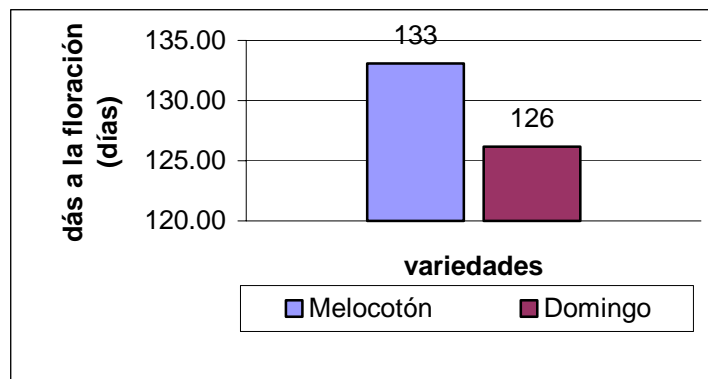
En el gráfico 26, también se puede observar que una menor cantidad de fósforo aplicado (N1), el transcurso de los días a la floración será mayor, eso se puede corroborar con el tratamiento 4 en donde no se aplicó fósforo al programa de fertilización, en donde los días en que este tardó en florecer fue de 141, Chilon, (1997) afirmaba que el fósforo juega un papel preponderante en la precocidad de la floración.

Así mismo, para analizar las diferencias estadísticas que ocasionaron las dos variedades de clavel en los días a la floración. se utilizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 32. Prueba de Duncan para comparar días a la floración en dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	Días a la floración (días)	Duncan 5%
V1 (Melocotón)	133	A
V2 (Domingo)	126	B

Gráfico 27. Días a la floración en las dos variedades de clavel.



Como se puede observar en el cuadro 32, la diferencia en los días a la floración respecto a las variedades de clavel, fue significativa, en donde la variedad Domingo alcanzó la floración en promedio a los 126 días, mientras que la variedad Melocotón floreció en promedio a los 133 días contando desde el momento del transplante.

La variedad Domingo, fue mas precoz en comparación de la variedad Melocotón, esto puede deberse a factores de adaptabilidad (barberet & Blanc 1998), o características genéticas, resistencia a enfermedades y heladas dadas en el tiempo de estudio.

En el Altiplano, en todo tipo de cultivo de flor, el retraso en la floración suele ser un problema significativo, puesto que en un ambiente frío, y seco la madurez fisiológica de la planta tiene a decrecer así se observo en carpas de producción de clavel en la localidad de Laja y tambillo, donde las plantas además de ser chatas, tienen un tiempo de cosecha

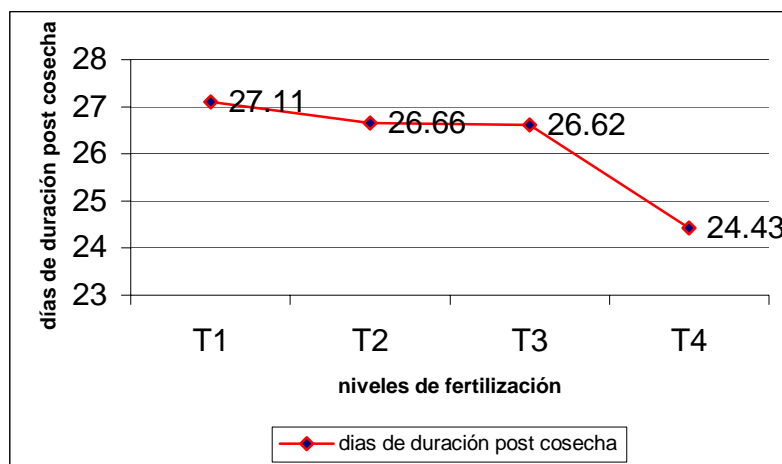
muy largo, pero con el presente estudio se ha demostrado que se puede mejorar el tiempo de producción con un adecuado manejo y una adecuada fertilización, ya que si bien el tiempo de producción fue relativamente largo a comparación de las cultivos de clavel en Cochabamba donde el tiempo de floración es de 3 meses aproximadamente, se logró producir flores en pleno altiplano en un tiempo de 4.5 meses promedio, lo que hace que este rubro sea una alternativa muy llamativa para los productores de las diferentes localidades del Altiplano.

4.3.8. TIEMPO DE DURACIÓN - POST COSECHA

Se registraron datos de esta variable para determinar el tiempo de duración de la flor en el florero, puesto que estas es una de las características mas importantes requeridas por el consumidor al momento de la compra, y por el productor al momento de conservar su producción por mas tiempo.

Para esta variable, se registraron datos de tiempo a partir de la cosecha hasta que la flor presente signos de marchites en el borde de sus pétalos, además de la caída de los mismos.

Gráfico 28. comportamiento del tiempo de la duración de la flor post-cosecha a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



En el gráfico 28, se puede observar el comportamiento de la cantidad de días que dura la flor en agua, a efecto de cada nivel de fertilización fosfatada, el comportamiento de los tres primeros niveles es similar, deduciendo que la cantidad de fertilizantes fosfatados, no influyen en el tiempo de duración post cosecha de la flor.

Para evaluar esta variable las diferencias que pudieron existir efecto de los niveles de fertilización fosfatada y las variedades de clavel en el tiempo de duración post cosecha de la flor, se utilizó el análisis de varianza (ANVA).

Cuadro 33. Análisis de varianza para tiempo de duración post-cosecha.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	3.781	1.260	4.098	3.07 *
Fertilización fosfatada (N)	3	1.966	0.655	2.131	3.07 NS
Variedades de clavel (V)	1	110.633	110.633	110.633	4.32 **
Interacción (N x V)	3	0.071	0.024	0.307	3.07 NS
Error	21	6.457	0.307		
Total	31	122.907			

Coefficiente de variación = 4.2%

Se obtuvo un valor de 4.2% en coeficiente de variación (CV), para la variable tiempo de duración post-cosecha de las flores, valor dado dentro del rango de aceptabilidad, puesto que para condiciones de investigaciones agronómicas se puede llegar hasta un valor de 30%.

Existieron diferencias significativas entre bloques lo que indica que el efecto de las variables de temperatura, humedad, suelo, horas luz, etc, tuvieron una influencia directa en el tiempo de duración post-cosecha.

No se encontraron diferencias estadísticas en las diferentes dosis de fertilización fosfatada, esto indica que las diferentes dosis de fertilización fosfatada, no influyen de en el tiempo de duración post-cosecha de la flor. Tampoco se obtuvo diferencias estadísticas

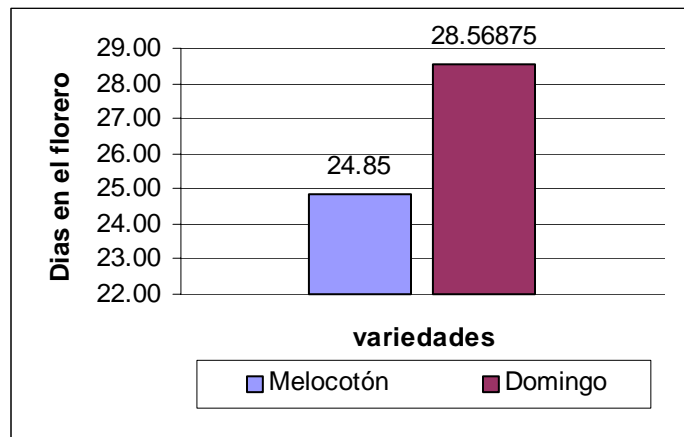
en la interacción fertilización fosfatada por variedades de clavel, existiendo así dependencia entre ambos factores para esta variable.

En cuanto al las variedades, se obtuvieron diferencias significativas en el tiempo de duración post-cosecha, estas diferencias serán analizadas a continuación mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 34. Prueba de Duncan para comparar el tiempo de duración post-cosecha de la flor en dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	Tiempo de duración post cosecha (días)	Duncan 5%
V2 (Domingo)	29	A
v1 (Melocotón)	25	B

Gráfico 29. Tiempo de duración post-cosecha para dos variedades de clavel.



Como se puede observar en el cuadro 34, la variedad Domingo tuvo en promedio una mayor duración de las flores post cosecha, con un valor de 29 días antes del marchitamiento, seguido de la variedad Melocotón con 25 días de duración antes del marchitamiento.

Estas diferencias significativas pueden ser atribuibles a las características fenotípicas, genotípicas y de adaptabilidad de la variedad Domingo con relación a la variedad Melocotón.

Uno de los principales factores determinante en el tiempo de duración post cosecha de las flores es la temperatura, puesto que en el interior de la carpa las temperaturas fueron muy fluctuantes, y según Smith (1965), las fluctuaciones de temperatura en el periodo de floración, reducirá el tiempo de duración post-cosecha.

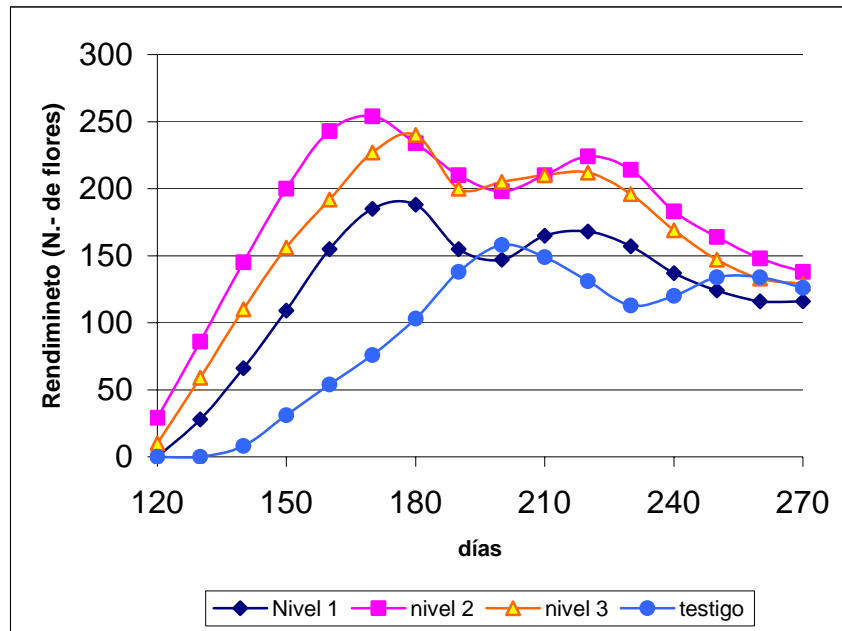
Es muy difícil determinar que variedad de clavel tendrá un tiempo de duración post cosecha mas largo, puesto que actualmente existen gran cantidad de variedades que se están produciendo en diferentes regiones, y es muy difícil determinar cual es mejor en cuanto al tiempo de duración, es así que para estos casos es recomendable al momento de elegir una variedad, tomar en cuenta el color, el tamaño, la pureza y la lozanía de las flores.

4.3.9. RENDIMIENTO A LOS 270 DÍAS (9 MESES)

En todo cultivo, el rendimiento es la variable que determina la elección de elegir que cultivo producir, cuales serán las ganancias para el agricultor, y si existe posibilidad de expandir el producto a diferentes mercados, el cultivo de clavel no es la excepción puesto que de todas las variables estudiadas, el rendimiento nos determinará si realmente vale la pena producir una determinada variedad, o si es factible invertir en fertilizantes para mejorar el cultivo.

Para el registro de esta variable, se contaron el número de flores por planta en un periodo de 270 días, tiempo en que se llevó a cabo el estudio y tiempo en que el cultivo alcanza su mayor rendimiento, puesto que luego del primer y segundo pico, la producción va decreciendo casi constantemente.

Gráfico 30. comportamiento del rendimiento a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



la diferencia entre los diferentes niveles de fertilización fosfatada, se pueden observar en el gráfico 30. Donde las características de los comportamientos a diferentes niveles de fertilización es similar ya que a un inicio todos alcanzan una producción máxima (pico 1) en un primer periodo de tiempo, luego el rendimiento decrece hasta cierto punto, luego nuevamente el rendimiento se incrementa (pico 2), luego el rendimiento vuelve a bajar. Esta es la característica en el cultivo de clavel, en donde existen 3 picos de producción, el primer pico se caracteriza por producir flores de los primeros tallos principales, es decir que estos tallos provienen del primer pinzado, el segundo pico es la producción de tallos laterales ramificados del principal, y el tercer pico son producto de tallos laterales de los laterales, y así sucesivamente. A partir del tercer pico la producción es constante durante el periodo de dos años, luego al producir decrece significativamente, es por eso que se recomienda según English (1967), reemplazar la producción por plantas nuevas a partir del segundo año de producción.

En el gráfico 30 se observa que si bien el comportamiento en el rendimiento tiene una curva similar, existen diferencias en cuanto a la cantidad de flores cosechadas y la

cantidad de días de producción, de acuerdo a los niveles de fertilización fosfatada aplicadas en cada tratamiento, estas diferencias se analizan a continuación: mediante un análisis de varianza (ANVA), que nos determinará las características estadísticas para esta variable.

Cuadro 35. Análisis de varianza para rendimiento a los 270 días.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	CM	Fc	Pt (5 %)
Bloques	3	14.466	4.822	4.716	3.07 *
Fertilización fosfatada	3	100.273	33.424	32.690	3.07 **
Variedades de clavel	1	5.528	5.528	5.406	4.32 *
Interacción (N x V)	3	1.483	0.494	0.484	3.07 NS
Error	21	21.472	1.022		
Total	31	143.222			

Coefficiente de variación = 11.2%

El coeficiente de variación (CV) para la variable, tuvo un valor de 11.2%, valor que esta dentro del rango de aceptabilidad, puesto que para condiciones de investigaciones agronómicas, puede llegar hasta un valor de 30%.

En el cuadro 35, se puede observar que existió una leve diferencia estadística entre bloques ratificando así, que las diferencias de humedad, temperatura, radiación, suelo, riego, etc, en el interior de la carpa, si tuvieron efecto en el rendimiento del cultivo, a la vez se señala que el diseño de bloques completos al azar estuvo bien planteado para esta variable.

No existieron diferencias significativas en la interacción fertilización fosfatada con variedad de clavel, lo que indica que existe un relación de pendencia entre ambos factores.

Existen diferencias altamente significativas a un nivel de 5% de probabilidad estadística, para el factor dosis de fertilización fosfatada, llegando a la conclusión que las diferentes dosis fertilización fosfatada tuvieron efecto en el rendimiento a los 270 días.

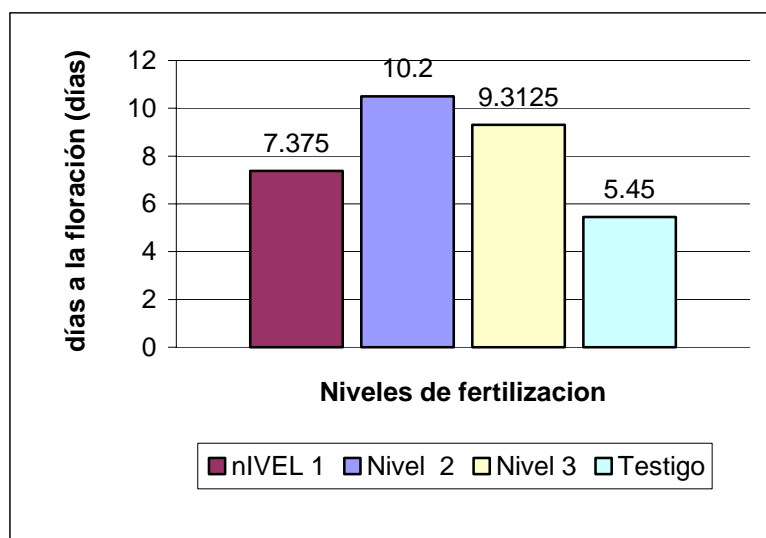
Existieron diferencias significativas entre variedades, lo que indica que las variedades en estudio fueron diferentes en rendimiento.

Las diferencias ya mencionadas en el rendimiento por efecto de los niveles de fertilización fosfatada se analizan mediante una prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad.

Cuadro 36. Prueba de Duncan para comparar el rendimiento en los niveles de fertilización fosfatada.

Dosis de fertilización fosfatada	Rendimiento (Nº de flores por planta)	Duncan 5 %
N2 (142 – 61 – 2)	10	A
NT (142 – 81 – 2)	9	B
N1 (142 – 31 – 2)	7	C
N4 (142 – 0 – 2)	5	D

Gráfico 31. Rendimiento a diferentes niveles de fertilización fosfatada.



En el cuadro 36, se puede observar que el mayor número de flores por planta, se registró con el nivel 2 de fertilización fosfatada, con un valor de 10 flores por planta, seguido del nivel 3, con 9 flores por planta en promedio general. Para el nivel 1, se registraron 7 flores por planta, y por último se obtuvieron 5 flores por planta en promedio general en el nivel 4 (testigo).

En el gráfico 31, se puede ver que el nivel 2 de fertilización fosfatada registró un mayor número de flores por planta en todo el estudio, esto confirma que el fósforo es un nutriente que coadyuva a la floración, al crecimiento y desarrollo radicular además de la precocidad del cultivo (Tisdale 1997), incrementando así el rendimiento.

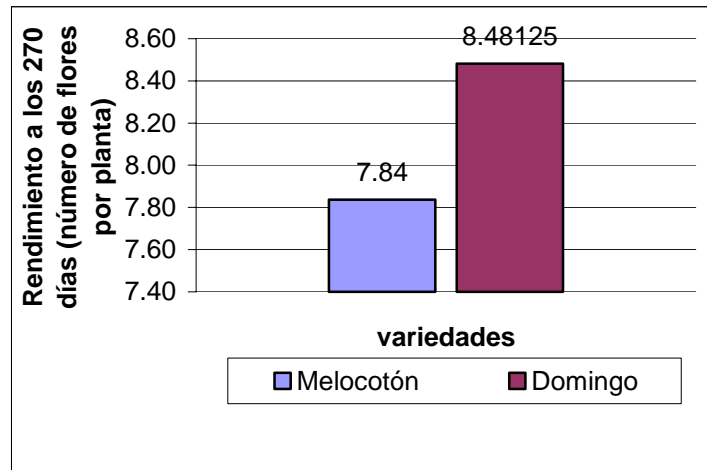
En el tratamiento 3 donde se incremento la dosis de fertilización fosfatada, no incrementó el rendimiento, mas al contrario este tuvo valores por debajo del nivel 2, pero aún así se obtuvieron resultados aceptables en condiciones del Altiplano.

Por el contrario, en el tratamiento 1 de fertilización fosfatada, en donde se redujo la dosis de fertilización fosfatada, existió un bajo rendimiento en el número de flores por planta, atribuyendo este comportamiento a la baja cantidad de nutrientes fosfatados para el adecuado desarrollo vegetativo, radicular, mas que todo en la floración (Barberte & Blanc 1998).

para analizar la variabilidad que existió en las dos variedades de clavel en el rendimiento, se realizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) al 5 % de probabilidad, el cual mostramos a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro 37. Prueba de Duncan para comparar el Rendimiento dos variedades de clavel.

Variedades de clavel	N° de flores por planta (Rend)	Duncan 5%
V2 (Domingo)	8	A
V1 (Melocotón)	7	B

Gráfico 32. Rendimiento a los 270 días para dos variedades de clavel.

Como se puede observar en el cuadro 37, la variedad Domingo tuvo un mayor rendimiento en 270 días de evaluación, con un valor de 8 flores en promedio, seguido de la variedad Melocotón, con 7 flores por planta promedio.

La diferencia entre ambas variedades, muestra que si bien existieron diferencias estadísticamente significativas entre variedades, estas diferencias no son de gran relevancia, siendo la diferencia entre ambas variedades de solamente de 1 flor en promedio por planta. Pero aún así es muy evidente observar que la variedad Domingo tuvo un mayor rendimiento en comparación a la variedad Melocotón.

RENDIMIENTO TOTAL EN EL ESTUDIO

El rendimiento inicial se calculó de acuerdo al número de flores por planta en un tiempo de 270 días de producción, en el siguiente cuadro se podrá observar el rendimiento total por cada tratamiento.

Cuadro 38. Rendimiento total calculado en todo el estudio con relación a las dosis de fertilización fosfatada.

Niveles deP₂O₅ Kg/110 m²	N° de flores Por planta	N° de plantas Por tratamiento	Rendimiento Total (110m²)
N1	7	288	2016
N2	10	288	2880
N3	9	288	2595
N4	5	288	1440
		Total	8931

En el cuadro 38, se quiere mostrar la cantidad de flores en total (8931), que se cosechó durante todo el periodo de estudio, puesto que 288 flores corresponde a cada dosis de fertilización fosfatada.

según bibliografía (Barberet & Blanc 1998), el rendimiento óptimo para el cultivo de clavel es de 100,000 doc/ha/año, en nuestro estudio, haciendo cálculos mediante factores de conversión se obtuvo un valor de 67,000 doc/ha/año, rendimiento que es muy aceptable siendo en condiciones del Altiplano, y donde esa cantidad 40% de flores, son de primera calidad siendo aptas para exportación.

4.4. CORRELACION Y REGRESIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA RESPECTO AL RENDIMIENTO

El rendimiento del cultivo de clavel esta determinado por varios genes (interacción poligénica) los cuales además interaccionan en alguna medida con otros factores, a los que hemos llamado variables de respuesta, que correspondieron a distintas condiciones (bióticas y abióticas), de las condiciones medioambientales se tomaron algunas bióticas (variedades de clavel) y otra abiótica (dosis de fertilización fosfatada), a las que se aplicó niveles y a la combinación de estos niveles se los llamo tratamientos.

Con en análisis de correlación y regresión, se cuantificó la relación de las variables de respuesta con el rendimiento a los 270 días. Cuadro 39.

Cuadro 39. Variables de respuesta con alta correlación respecto al rendimiento (Número de flores por planta).

VARIABLES	ECUACIÓN	r	r ²
Días a floracion vs rendimiento	$y = 21.9 - 0.30 x$	- 0.98	96.04 %
Altura Vs Rendimiento	$y = 32.09 + 0.17 x$	0.78	61.45 %
Longitud de tallo vs rendimiento	$y = -24.88 + 0.76 x$	0.76	58.00 %

Las variables de respuesta con una correlación superior a 0.7 con respecto al rendimiento de numero de flores por planta. Son representados en el cuadro 39, estas variables fueron:

Días a la floración, con un coeficiente de correlación de 0.98 lo cual indica que esta variable está directa o altamente correlacionada con el rendimiento a los 270 días, de la misma manera un elevado coeficiente de determinación indica que los días a la floración explican el 96% de la variación en el rendimiento a los 270 días. (a menor días a la floración, mayor rendimiento, con una relación de 1 a 0.96.).

El fósforo juega un papel muy importante en el desarrollo y crecimiento vegetal, así como también a la reducción del tiempo en que la planta llega a alcanzar la madurez fisiológica, es precisamente por eso que el cultivo en estudio, tuvo cierto comportamiento a diferentes dosis de fertilizantes fosfatados en los días a la floración y por ende al rendimiento.

Altura de planta, con un coeficiente de correlación de 0.78, indica que la variable altura de planta esta altamente correlacionado con el rendimiento, así mismo se indica que el 61.45 % de la variabilidad del rendimiento a los 270 días, estará determinado por la altura de planta.

Longitud de tallo, con un coeficiente de correlación de 0.76, indica que la variable longitud de tallo (una de las variables importantes en la calidad de la flor cortada), está directamente correlacionado con el rendimiento, en esta correlación se observó un coeficiente de determinación de 0.58, el mismo indica que el 58 % de la variabilidad del rendimiento a los 27' días estará determinado por la longitud de tallo y el restante 42% por otros factores.

Las variables de respuesta con baja correlación respecto al rendimiento, se muestra en el siguiente cuadro 40.

Cuadro 40. Variables de respuesta con baja correlación respecto al rendimiento a los 270 días.

VARIABLES	ECUACIÓN	r	r ²
Flor abierta vs Rendimiento	$y = -11.39 + 1.09 x$	0.69	47.61 %
Flor semicerrada vs rendimiento	$y = 0.298 + 0.21 x$	0.68	45.91 %
Diámetro de tallo vs rendimiento	$y = 3.42 + 1.33 x$	0.65	42.13 %
Flor cerrada vs rendimiento	$y = - 13.42 + 0.35 x$	0.57	32.45 %
Post-cosechat vs rendimiento	$y = - 9.05 + 0.74 x$	0.23	5.31 %

Como se muestra en el cuadro 40, las variables diámetro de flor abierta, diámetro de flor semicerrada, diámetro de flor cerrada, diámetro de tallo floral, tiempo de duración post cosecha de la flor, presentaron una baja correlación con el rendimiento, lo que determina que las variables citadas no son de mayor importancia para obtener buenos rendimientos en el número de flores por planta.

Sin embargo la variables diámetro de flor abierta y duración post cosecha de las flores, juegan un papel muy importante en el momento de la comercialización e incremento en la demanda de nuestras flores.

4.5. ANÁLISIS DE COSTOS PARCIALES

El cuadro 41, muestra el presupuesto parcial de los diferentes tratamientos propuestos.

Cuadro 41. Presupuesto parcial.

N.-	Tratamiento	Rendimiento medio (fl/trat)	Rendimiento Ajustado (10%)	Beneficio Bruto (Bs/trat)	total costo variable	Beneficio Neto (Bs/Trat)
1	A1 B1	1044	939.6	534	222	312
2	A1 B2	1044	939.6	534	222	312
3	A2 B1	1368	1231.2	768	230	538
4	A2 B2	1512	1360.8	846	230	616
5	A3 B1	1296	1166.4	732	240	492
6	A3 B2	1332	1198.8	726	240	486
7	A4 B1	720	648	312	200	112
8	A4 B2	720	648	324	200	124
	TOTAL	9036	8134.4	4776	1784	2992

A1 = Dosis (142 – 31 – 2)

B1 = variedad Melocotón.

A2 = Dosis (142 – 61 – 2)

B2 = variedad Domingo

A3 = Dosis (142 – 81 – 2)

A4 = Testigo (142 – 0 – 2)

En el cuadro 41, se muestra el presupuesto parcial para el ensayo: dosis de fertilización fosfatada y las dos variedades en estudio, donde en primeramente se observa los tratamientos propuestos, producto de cuatro niveles de fertilización fosfatada en dos variedades de clavel, lo que dio un total de 8 tratamientos.

El rendimiento medio del total de flores que fueron cosechadas por cada tratamiento, nos indica la cantidad de flores que cosechadas por tratamiento y variedad, estos valores se obtuvieron a partir del numero de flores por planta ya sean estos de primera, segunda y tercera calidad multiplicado por el número de plantas por unidad experimental, en este caso 36 y finalmente multiplicado por el numero de repeticiones.

El rendimiento ajustado, es el ajuste que se la hace al redimiendo medio en este caso 10%, todo con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y la que el agricultor podría obtener con la implantación de esta alternativa tecnológica en una o mas carpas bajo su manejo, al respecto el CIMMYT (1988) como regla general aplica un ajuste entre el 5% al 30%.

El beneficio bruto, se calcula con el rendimiento ajustado de la siguiente manera, primeramente se divide el número de flores cosechadas en docenas ya que así es la forma de venta en el mercado, de acuerdo al valor de la docena: (primera = 4 Bs la docena, segunda 6 Bs la docena y primera 8 Bs la docena) se multiplica por el número de docenas que se obtuvieron por cada calidad, finalmente se realiza una suma al valor en Bs que se obtuvo por cada calidad, para así obtener el beneficio bruto. Se realizó el mismo procedimiento para cada tratamiento.

Para realizar el cálculo del total de los costos variables para cada tratamiento, se utilizó valores de costos que varían por cada tratamiento, sin considerar los costos de construcción de la carapa, el sistema de riego, las labores culturales (costos fijos), ya que estas serán similares para cada tratamiento.

El beneficio neto para cada tratamiento se obtiene a partir de la diferencia entre el beneficio neto y los costos variables de la producción. Debemos aclarar que estos valores no son las utilidades netas de la producción, ya que al valor de costos variables hay que adicionarle los costos fijos y al valor del beneficio bruto también hay que adicionarle el total de beneficios que se obtuvo en todo el ciclo productivo de este cultivo (2 años). Los valores de beneficio neto solamente servirá para observar los beneficios que se obtienen por cada tratamiento en el lapso del estudio (270 días).

Cuadro 42. Costos variables de producción.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT (BS)	T1	T2	T3	T4	TOTAL
fertilizantes	todo			65	80	100	20	265
plantines	esqueje	1152	1.18	342	342	342	342	1368
insecticidas	Furadan	2	50	25	25	25	25	100
fungisidas	Sancozab	1	48	12	12	12	12	48
				444	459	479	399	
TOTAL				222	230	240	200	1781

En el cuadro 42, se puede observar el ITEM en donde están los conceptos de costos variables realizados en el estudio. El costo variable total proviene de la multiplicación del costo unitario del producto por la cantidad en uso de este.

En el cuadro 43, se observa que los tratamientos están establecidos en orden ascendente de los costos totales que varían.

Cuadro 43. Análisis de dominancia.

No	tratamientos	Costos Variables Bs / 110 m ²	Beneficios Netos Bs / 110 m ²	Dominancia
7	T4 V1	800	448	D
8	T4 V2	800	496	*
1	T1 V1	888	1248	D
2	T1 V2	888	1248	*
3	T2 V1	920	2152	D
4	T2 V2	920	2464	*
5	T3 V1	960	1968	D
6	T3 V2	960	1944	D

El análisis de dominancia nos permitió seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT (1988), el mismo señala que, se considera tratamiento dominante cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable mas bajo.

Bajo estas consideraciones se observó tres tratamientos (2, 4 y 8) con costos variables bajos y beneficios altos, estos tratamientos fueron: el nivel 2, de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, con un beneficio neto de 2464 Bs/carpa en un área de 110 m² y 920 Bs/carpa de costo variable, seguido del nivel 1, con la variedad Domingo, con un beneficio neto de 1248 Bs/carpa (110 m²), y un costo variable de 888 Bs/Carpa (110 m²). Por último (testigo) con la variedad Domingo, con un beneficio neto de 496 Bs/carpa (110 m²) y 800 Bs/carpa (120 m²) de costo variable, el resto de los tratamientos fueron dominados de acuerdo al criterio citado.

Los tratamientos no dominados son sujetos al análisis marginal, al respecto CIMMYT (1988) indica que el análisis marginal consiste en comparar los incrementos de los beneficios netos sobre el incremento de los costos variables, su propósito es revelar el porcentaje de los beneficios netos de una inversión que aumentan conforme la cantidad invertida.

Cuadro 44. Análisis marginal (TRM).

No	trataminetos	costos que varían (Bs/Carpa)	Costos marginales (Bs/carpa)	Beneficios Netos (Bs/carpa)	Beneficios netos marginales (Bs/carpa)	tasa de retorno marginal (%)
8	T4 V2	800		448		
2	T1 V2	888	88	1248	800	90.0909091
4	T2 B2	920	32	2464	1216	380

La tasa de retorno marginal (cuadro 44) muestra que, al pasar del tratamiento (T4 v2) con una fertilización fosfatada 0 Kg P₂O₅ /ha en la variedad Domingo, al tratamiento (T1 V2) con una fertilización fosfatada de 31 Kg P₂O₅ /ha en la variedad Domingo, se presenta una tasa de retorno marginal de 99 %, lo que indica que, por cada 1 Bs. invertido en la nueva alternativa, se obtendrá 0.9 bolivianos mas.

Por otra parte al pasar del tratamiento 1 (31 Kg P₂O₅ /ha) en la variedad Domingo, al tratamiento 2 (61 Kg P₂O₅ /ha) con la misma variedad, presento una tasa de retorno

marginal de 380 %, lo que indica que, por cada 1 Bs invertido en pasar del tratamiento 1 al tratamiento 2 se recuperó 1 Bs invertido mas 3.8 Bs.

En conclusión, el tratamiento 2 (142 – 61 – 2) de fertilización fosfatada aplicada en la variedad Domingo y el tratamiento 1 con un nivel de (142 – 31 –2) de fertilización fosfatada en la variedad Domingo, son alternativas interesantes, sin embargo se recomienda el tratamiento 2, el mismo cuenta con una tasa de retorno marginal mayor respecto al tratamiento 1, y una relación beneficio de 2.26 (por cada boliviano invertido se recupera 2.26 Bs mas).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Como consecuencia de los resultados obtenidos, bajo las condiciones en las que se efectuó el presente estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

- Los tres niveles de fertilización fosfatada T1 (31 kg/ha), T2 (61 Kg/ha) y T3 (81 Kg/ha), tienen un efecto directamente proporcional sobre la altura de planta, alcanzando un valor de 87.34 cm a un dosis de 61 kg/ha de fertilización fosfatada, en tanto que la variedad Domingo presentó en promedio una mayor altura con respecto a la variedad Melocotón, con un valor de 82 cm.
- Se obtuvieron valores casi similares de diámetro de tallo en los niveles T1 (31 kg/ha), T2 (61 Kg/ha) y T3 (81 Kg/ha) de fertilización fosfatada, con valores de 5.9, 5.6 y 5.1 mm de diámetro e tallo, en tanto que las dos variedades en estudio no tuvieron diferencias significativas.
- En cuanto a la longitud de tallo, se obtuvo un valor óptimo en el nivel 2 (61 Kg/ha) de P_2O_5 , registrando un valor igual a 53.7 cm de longitud, el cual viene a ser catalogado como longitud de tallo de primera calidad. En el factor variedad se tuvieron valores óptimos en la variedad Domingo con un valor en promedio de 47.75 cm.
- Para el diámetro de flor cerrada se obtuvieron valores similares en los tratamientos A1 (31 kg/ha), A2 (61 Kg/ha) y A3 (91 Kg/ha) de fertilización fosfatada, con una diferencia de solo 0.5 mm entre si.
- En el diámetro de flor semicerrada el nivel 2 (61Kg P_2O_5 /ha) alcanzó una leve superioridad en valores de diámetro de flor semicerrada en comparación al nivel 1 (31 Kg P_2O_5 /ha) y 3.(81 Kg P_2O_5 /ha), donde las diferencias fueron significativas.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Así mismo las diferencias entre los niveles N2 (61 Kg P₂O₅/ha), N1 (31 Kg P₂O₅/ha) y N3 (81 Kg P₂O₅/ha) de fertilización fosfatada, no fueron significativas, lo que indica que la dosis específica de fósforo no tendrá un efecto en el diámetro de flor abierta.
- En el análisis de correlación entre las variables de diámetro de flor cerrada, flor semicerrada, y flor abierta, la variable flor semicerrada resultó tener alto grado de correlación con el diámetro de flor abierta.
- En el tratamiento 2 (61 Kg P₂O₅/ha), de fertilización fosfatada, se registró un valor promedio de días a la floración de 123 días, siendo este tratamiento el mas recomendable por la influencia en la precocidad de floración, así mismo la variedad Domingo resulto ser mas precoz (126 días) en la floración, que la variedad melocotón (133 días).
- En cuanto a la duración de las flores post-cosecha, la variedad Domingo tardo en marchitarse mas tiempo (29 días) en comparación a la variedad Melocotón que se ,mostró signos de marchites a los 25 días, también se pudo observar que los niveles de fertilización fosfatada no afectaron de manera directa la duración post-cosecha de las flores.
- Mayor rendimiento se alcanzó en el tratamiento 2 (61 Kg P₂O₅/ha), con un valor de 10 flores por planta, seguido por el tratamiento 3 (81 Kg P₂O₅/ha), con 9 flores por planta y finalmente el tratamiento1 (31 Kg P₂O₅/ha) con 7 flores por planta en promedio, indicando así que la cantidad de fósforo en la aplicación de las diferentes fertilizaciones tiene un efecto directo en el rendimiento. Así mismo la variedad Domingo alcanzó un mayor rendimiento con 8 flores por planta en promedio frente a la variedad Melocotón con 7 flores por planta .
- Las variables que tienen un efecto directo sobre el rendimiento fueron los días a la floración, altura de planta, y longitud de tallo floral, mientras que las variables diámetro de flor cerrada, semicerrada, abierta, diámetro de tallo floral y duración

post-cosecha de las flores, no tuvieron correlación con el rendimiento (número de flores por planta).

- Para los costos, se obtuvo una mayor utilidad en el nivel 2 (61Kg P₂O₅/ha) con la variedad Domingo, logrando ganancias de casi el triple de lo invertido (relación 1:3). En el nivel 2 (31 Kg P₂O₅/ha) de fertilización fosfatada, se obtuvieron también buenas utilidades.

5.2. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados y las conclusiones de la investigación, se realiza las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda validar la producción del cultivo de clavel a una dosis de (142 – 61 – 2) de fertilizantes NPK respectivamente, en la variedad Domingo, puesto que ese fue el tratamiento una alta tasa de retorno marginal.
- Proponer mas tratamientos de fertilización y observar los efectos de estos sobre el cultivo de clavel en otras variedades comunes.
- Profundizar los estudios sobre la mejora del cultivo de clavel.
- Realizar estudios sobre el efecto de la fertilización fosfatada en otros cultivos de flor cortada.

6. BIBLIOGRAFÍA

ABOSOFLOR, 1992. Diagnóstico de la producción de flores Cochabamba Bolivia 110 p.

ARNEZ OSINAGA C.F. 1996. Efecto De tres fitoreguladores en la producción y calidad del clavel de corte bajo invernadero. Tesis de La Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 97p.

BARBERET & BLANC 1998, Guía de Instrucciones sobre el cultivo del clavel. Puerto Lumbreras España 71 p.

BECK, D. MUÑOZ. 1995. Manejo de la variabilidad especial en suelos para la evaluación de tolerancia del frijol a bajo fósforo. Taller Internacional sobre bajo fósforo en frijol común San José Costa Rica. 249 p.

BERNAT J.L. 1987 Invernaderos. Primera Edición. Editorial AEDOS Barcelona España 88 p.

BLANCO G.A. 1999. Invernaderos Campesinos en Bolivia NOGUB COSUDE La Paz- Bolivia 45 p.

BLACK, C.A. 1975. Relaciones Suelo suelos – plantas. Traducido por Armando Rabuffety. Buenos Aires Argentina . tomo II 600p.

BORNEMISZA Y FASBENDER 1997. Química de suelos. IICA. San José de Costa Rica 375 p.

BUCKMAN, H.O. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos Barcelona. España Edición Hispano América. 589p.

CARTAGENA TICONA R. P. 1998 Introducción de tres variedades de clavel bajo tres densidades de plantación en condiciones de invernadero en el Altiplano. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. 120 p.

CALZADA, J.B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Cuarta Edición. Editorial Jurídica. Lima Perú. 550 p.

CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ed rev. México D.F., CIMMYT. 79 p.

CHILON, E. 1997, Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Prácticas de campo y Laboratorio. Primera Edición. Ediciones CIDAT. La Paz. Bolivia. 430 p.

CHILON, E. 1996. Manual de edafología. Ed. Cidat. La paz. Bolivia. 800 p.

COCA, W.F. 1994. Fertilidad en Cochabamba Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de ciencia Agropecuarias, Forestales y Veterinarias Martín Cárdenas 157 p.

CRONQUIST A . 1988. The evolution and classification of flowering plants. The new York Botanical Garden. Segunda Edición. EE.UU. 555 p.

DEBISEN, E. L. 1990. Cultivo de hortalizas, plantas y flores. Traducido por Rogelio Pierda Miranda, Lourdes Guereña Gendara. Segunda Edición. México D.F. Editorial Limusa volumen 4 388 p.

DOMÍNGUEZ, V.A. 1982. Abonado de hortalizas, aprovechadas por sus frutos. Publicaciones de extensión agraria. Madrid 189 p.

DOMÍNGUEZ, V.A. 1984. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Editorial Neografis, Madrid. España. 400 p.

DONAHUE, R.; MILLER, R. 1981. Edición. Dossat S.A. Madrid. España.

ENGLISH, S.W. 1967. producción comercial de claveles. Zaragoza, España ACRIBIA. 242 p.

FAO (Bol). 1997. Anuario de fertilizantes. Vol 47. FAO. Estadistic series N° 143. Bolivia. Ediciones Sirena 150 p.

FAO 2000. Boletín acerca del cultivo del clavel, extraído de la página de Internet www.fao.org

FERNANEZ, R.J. 1993. En las manos de la ciudad de El Alto. Edición Quiswaras. La Paz Bolivia 98p.

FONT QUER 1982. Diccionario de Botánica Pintoresca. Editorial Ramón Sopena. Barcelona España. 492p.

GAMBOA, Z. L. 1988. Producción del clavel. Saa José, C.R., Oficina de la Universidad de Costa Rica. 87 p.

GARMAN 1989 El suelo y sus fertilizantes. Tercera Edición. Madrid España 68 p.

GROS, A. 1986. Guía práctica de la fertilización. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. España. 405 p.

GUZMÁN TORREZ J.E. 1998. Utilización de reguladores de crecimiento y diferentes substratos en el enraizamiento del clavel (*Dianthus caryophyllus*). Tesis de grado de la Universidad mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. 74 p.

GUZMAN 2002, Guía practica de elaboración de diseños experimentales. UMSA – Facultad de Agronomía ,Bolivia 60 p.

HEPLER, P.K. Wayne, R.O. 1985. Calcium and plant development. Ann. Rev. plant Phisiol. 439 p.

HOLLEY, W.D. Backer, R. 1963. Carnation production Dubuque, Iowa., EE.UU. Brown Co. Inc. 142 p.

HUANCA SIÑANI F. 2004. Fertilización fosfatada y densidad de plantación en la semilla de locoto. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia 148 p.

JACOB 1976. Nutrición y Abonado de Suelos. Tercera Edición. Editorial Velarggesell. Alemania 230 p.

KENNARD, S.N. 1978. Flower and plants prodution in the greenhouse. Danville. EE:UU. The Interstate Printeras and Publishers.

LOPEZ MELIDA. J. 1989. Producción de claveles y gladiolos. Madrid. España. Mundi-Pensa 114p.

LUNA, L.F. 1990. Producción en vivero de las plantas aromáticas. Ministerio de Agricultura. Bravo. Murillo. Madrid España. Número 15/80 H.D. 16 p.

LUNA ACOSTA C.L. 1999, Evaluación del comportamiento agronómico de la absorción a bajos niveles de fósforo en variedades nativas de papa. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. 140 p.

MARTINEZ P.M. 1983. Agricultura Práctica. Editorial Ramón Sopena. Barcelona España. 678 p.

PASCUALI J. 2000, Apuntes de fertilización, Universidad Mayor de San Andrés.

PHILIPPE, S.M. 1981. Proyecto de flores cortadas orientadas hacia la exportación. Proyecto de exportación. Proyecto del gobierno de Bolivia PNUD. FAO. Mayo 135 p.

ROPONES FLOR 2000. Exportadores y productores de flores Folleto Cochabamba Bolivia 25 p.

SAENS PEÑA 2004, Ciclo biológico de los elementos minerales, Facultad de Agroindustria Chaco Argentina, boletín extraído de la página web. <http://fai.unne.edu.ar/biologia/plantas/ciclogeo.htm>

SAGAN 2004, Ciclos bio-geo-químicos, boletín extraído de la página web: <http://www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/11hoja.html>

SALINGER, J.P. 1991. Producción comercial de flores, ACRIBA, Zaragoza. España. 221 p.

SANTOS L.J. 1992. Producción de flores y plantas . E Domínguez Castillo. Ediciones Mundi Prensa – Barcelona España. 150 p.

SENAMHI 2004. Boletín de datos de temperatura y precipitación en la zona del altiplano central. La Paz Bolivia , extraído de la página de Internet www.senamhi.gov.bo

STEEL., R.G. ; TORRIE, J.H, 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Trad, por Ricardo Martínez y Jesús Castaño. Segunda Edición. Bogotá. Col McGraw Hill. 620 p.

THOMPSON, L.M. 1974. El suelo y su fertilidad. Tercera Edición. Barcelona España Reverte. 407p.

TISDALE, S.L. ; NELSON, W.L. 1997. Fertilidad de suelos y fertilizantes, Barcelona España. Ediciones Monaner y Simon S. A.. 427 p.

VASQUES, M. et al. 1978. Producción de claveles y gladiolos. Madrid. España. Mundi Prensa. 114 p.

VERDUGO G.M. 1984. Producción de claveles en invernadero. Folleto informativo. Biblioteca CIPCA, La Paz Bolivia 30 p.

WILARD H.G. 1992. Manual de fertilizantes. National Plants Food Institute. Ediciones Limusa. México D.F. 485 p.

ANEXOS

ANEXO B-1. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO .

INFORMACIÓN DE LA ZONA:

Lugar: Collpani.
Altitud: 3900 msnm
Cultivo anterior: Lechuga.
Abonado: sin aplicación.
Extensión: 110 m²
Clima: Bajo carpa.
Riego: permanente.

CARACTERITICA	VALOR
Profundidad	25 cm.
% de arena	32
% de arcilla	36
% de limo	32
Clase textural	Franco arcilloso
% Grava	9.7
Densidad aparente	1.356 g/cc

Fuente: análisis de suelo

A) cálculo del peso de la capa arable

$$PCA = Dap \times prof \times 1 \text{ ha}$$

$$PCA = 1.356 \text{ kg/m}^3 \times 0.25 \text{ m} \times 10000\text{m}^2$$

$$PCA = 3,390,000 \text{ Kg/ha}$$

B) transformando valores en términos de nutrientes disponibles:

i) Nitrogeno:

$$100 \% \text{ ----- } 3,390,000 \text{ Kg/ha}$$

$$0.17 \% \text{ ----- } x$$

$$x = 5,763 \text{ Kg N/ha}$$

el coeficiente de mineralización es 1% por año según (Chilon 1997).

$$5,763 \text{ Kg N} \times 0.01 = 57.63 \text{ Kg Ndisp/ha/año}$$

ii) fósforo.

P disp = 5.70 ppm

iii) Potasio.

0.71 meq/100gr de K cambiabile.

Considernado que 50% de K cambiabile es disponible:

$$0.71 \text{ meq/100 gr} \text{ ----- } 100\%$$

$$x \text{ ----- } 50\%$$

$$x = 0.355 \text{ meq Kdisp/100 gr S}^\circ$$

convirtiendo de meq Kdisp/100 gr a gr Kdisp/100gr

$$0.355 \times 0.034 = 0.0121 \text{ gr K disp/100gr S}^\circ$$

convirtiendo de gr K disp/100 gr S° a ppm K disp

$$0.0121 \text{ gr K} \text{ ----- } 100 \text{ gr S}^\circ$$

$$x \text{ ----- } 1000000 \text{ gr S}^\circ$$

$$X = 120.7 \text{ ppm Kdisp}$$

C) Calificación del estatus del suelo

Calificación de acuerdo al status del suelo propuesto por chilon, (1997).

CARACTERITICA	VALOR	CALIFICACIÓN
PH	7.45	Básico leve
Conductividad eléctrica	1.120 mmhos/cm	No problema de sal
Materia Orgánica	3.14 %	Medio
Nitrogeno total	0.17%	Medio
Fósforo asimilabe	5.70 ppm	Bajo
Potasio cambiabile	241.4 ppm	Alto
Calcio	8.64 meq/100gr	Medio
Magnesio	2.79 meq/100gr	Alto

Sodio	0.45 meq/100gr	Medio
C.I.C.	13.301	Medio
Ca / Mg	3.1/1	Elevada cantidad de magnesio
Ca / K	12.17/1	Estable
Mg / K	3.93/1	Elevada antidad de magnesio
T.B.I	13.26	Medio
% S.B	99.7	Gran cambio B.I.
Al + H	0.042 meq/100 gr	No hay problema de acidez

D) Determinación de N, P, K en Kg/ha

i) Niroogeno:

$$N = 57.63 \text{ Kg N disp /ha}$$

ii) Fósforo

$$5.70 \text{ ----- } 1000000$$

$$x \text{ ----- } 3390000$$

$$x = 19.32 \text{ Kg P disp /ha}$$

iii) Potasio

$$120.7 \text{ ----- } 1000000$$

$$x \text{ ----- } 3390000$$

$$x = 409.173 \text{ K disp /ha}$$

ANEXO B-2 CALCULO DE LA DOSIS TEÓRICA DE FERTILIZANTE A APLICAR

A) porcentaje de nutrientes absorbido por el cultivo en un año

nutriente	% de absorción en un año
Nitrogeno	40 %
Fósforo	20 %
Potasio	40 %

$$N = 57.63 \text{ Kg N disp /ha} \times 0.4 = 23.052 \text{ Kg N abs/ha/año}$$

$$P = 19.32 \text{ Kg P disp/ha} \times 0.2 = 3.864 \text{ Kg P abs/ha/año}$$

$$K = 409.17 \text{ Kg K disp/ha} \times 0.4 = 163.67 \text{ Kg K abs/ha/año}$$

B) transformando estos valores en términos de unidad de fertilizante:

$$N = \quad \quad \quad = 23.052 \text{ Kg N/ha/año}$$

$$P = 3.864 \text{ Kg P/ha/año} \times 2.29 = 8.848 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{/ha/año}$$

$$K = 163.67 \text{ Kg K/ha/año} \times 1.20 = 196.40 \text{ Kg K}_2\text{O/ha/año}$$

C) requerimientos de nutrientes del cultivo de clavel:

$$N = 165 \text{ Kg N/ha/año.}$$

$$P = 70 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{/ha/año}$$

$$K = 198 \text{ Kg K}_2\text{O /ha/año}$$

G) calculo del requerimiento menos lo disponible en el suelo

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Requerimiento	165	70	198
Disponibilidad S°	<u>23.052</u>	<u>8.848</u>	<u>196.40</u>
Dosis teórica	141.94	61.152	1.6
Dosis teórica (red)	142	61	2

ANEXO B-3 CALCULO DE LA DOSIS REAL DE FERTILIZANTE A APLICAR

nutriente	Eficiencia del fertilizante
Nitrogeno	80 %
Fósforo	30 %
Potasio	70 %

$$N = 142 \text{ Kg N/ha/año} \times 0.8 = 177.5 \text{ Kg N/ha/año.}$$

$$P = 61 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{/ha/año} \times 0.3 = 203.3 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{/ha/año.}$$

$$K = 2 \text{ Kg K}_2\text{O/ha/año} \times 0.7 = 2.59 \text{ Kg K}_2\text{O /ha/año.}$$

	N	P₂O₅	K₂O
Requerimiento	165	70	198
Disponibilidad S°	<u>23.052</u>	<u>8.848</u>	<u>196.40</u>
Dosis teórica	141.94	61.152	1.6
Dosis teórica (red)	142	61	2
Dosis real:	178	203	3

ANEXO B-4 CALCULO DE CANTIDAD DE FERTILIZANTE A APLICAR POR TRATAMIENTO DE ACUERDO A LA DOSIS TEÓRICA Y DOSIS REAL.

A) Aplicación de fertilizante al tratamiento A2 (142 – 61 – 2)

Dosis teórica : 142 – 61 – 2

Dosis real: : 178 – 203 – 3

Momento De aplicación	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
Transplante (fondo)	58	27	0
Pinzado (2 meses – cobertera)	45	50	3
Prefloración (4 meses – cobertera)	25	42	0
Floración (6 meses – cobertera)	25	42	0
Floración (9 meses – cobertera)	25	42	0
TOTAL	178	203	3

Fertilizantes disponibles:

Nitrato de amonio 33.5 – 0 – 0 (NA)

Fosfato di amónico 18 – 46 – 0 (FDA)

Sulfato de potasio 0 – 0 – 50 (SK)

a-1) primera aplicación: transplante (fertilización de fondo). (58 – 27 – 0)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅ 100 Kg FDA ----- 18 Kg N

x ----- 27 Kg P₂O₅ 58.7 Kg FDA ----- x

x = 58.7 Kg FDA	x = 10.7 Kg N
------------------------	----------------------

58 – 10.7 = 47.3

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N x ----- 47.3 Kg N	x = 141.19 Kg NA
--	-------------------------

a-2) segunda aplicación: pinzado (cobertera). (45 – 50 – 3)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅

$$x = 108.7 \text{ Kg FDA } P_2O_5$$

100 Kg FDA ----- 18 Kg N

$$108.7 \text{ Kg FDA ----- } x$$

$$x = 19.57 \text{ Kg N}$$

$$45 - 19.57 = 25.43$$

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N

x ----- 25.43 Kg N

$$x = 75.91 \text{ Kg NA}$$

100 Kg SK ----- 50 Kg K₂O

x = ----- 3 Kg K₂O

$$x = 6 \text{ Kg SK}$$

a-3) tercera , cuarta y quinta aplicación: prefloración y floración (cobertera). (25 – 42 – 0)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅

x ----- 42 Kg P₂O₅

$$x = 91.3 \text{ Kg FDA}$$

100 Kg FDA ----- 18 Kg N

91.3 Kg FDA ----- x

$$x = 16.43 \text{ Kg N}$$

$$25 - 16.43 = 8.57$$

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N

x ----- 8.57 Kg N

$$x = 25.58 \text{ Kg NA}$$

B) Aplicación de fertilizante al tratamiento A1 (142 – 31 – 2)

Dosis teórica : 142 – 31 – 2

Dosis real: : 178 – 103 – 3

Momento De aplicación	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
Transplante (fondo)	58	13	0
Pinzado (2 meses – cobertera)	45	30	3

Prefloración (4 meses – cobertera)	25	20	0
Floración (6 meses – cobertera)	25	20	0
Floración (9 meses – cobertera)	25	20	0
TOTAL	178	103	3

Fertilizantes disponibles:

Nitrato de amonio **33.5 – 0 – 0 (NA)**

Fosfato di amónico **18 – 46 – 0 (FDA)**

Sulfato de potasio **0 – 0 – 50 (SK)**

b-1) primera aplicación: transplante (fertilización de fondo). (58 – 13 – 0)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅

x ----- 13 Kg P₂O₅

x = 28.3 Kg/ha FDA

100 Kg FDA ----- 18 Kg N

28.3 Kg FDA ----- x

x = 5.1 Kg N

58 – 5.1 = 52.9

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N

x ----- 52.9 Kg N

x = 157.91 Kg/ha NA

b-2) segunda aplicación: pinzado (cobertera). (45 – 30 – 3)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅

x ----- 30 Kg P₂O₅

x = 65.2 Kg FDA/ha

100 Kg FDA ----- 18 Kg N

65.2 Kg FDA ----- x

x = 11.7 Kg N

45 – 11.7 = 33.3

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N

x ----- 25.43 Kg N

x = 99.4 Kg NA/ha

100 Kg SK ----- 50 Kg K₂O

x = ----- 3 Kg K₂O

x = 6 Kg SK

b-3) tercera , cuarta y quinta aplicación: prefloración y floración (cobertera). (25 – 20 – 0)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅
 x ----- 20 Kg P₂O₅

100 Kg FDA ----- 18 Kg N
 43.5 Kg FDA ----- x

$x = 43.5 \text{ Kg FDA/ha}$

$x = 7.8 \text{ Kg N}$

$25 - 7.8 = 17.2$

100 Kg NA ----- 33.5 Kg N
 x ----- 17.2 Kg N

$x = 51.3 \text{ Kg NA/ha}$

C) Aplicación de fertilizante al tratamiento A3 (142 – 81 – 2)

Dosis teórica : 142 – 81 – 2

Dosis real: : 178 – 270 – 3

Momento De aplicación	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
Transplante (fondo)	58	18	0
Pinzado (2 meses – cobertera)	45	60	3
Prefloración (4 meses – cobertera)	25	64	0
Floración (6 meses – cobertera)	25	64	0
Floración (9 meses – cobertera)	25	64	0
TOTAL	178	270	3

Fertilizantes disponibles:

Nitrato de amonio 33.5 – 0 – 0 (NA)

Fosfato di amónico 18 – 46 – 0 (FDA)

Sulfato de potasio 0 – 0 – 50 (SK)

c-1) primera aplicación: transplante (fertilización de fondo). (58 – 18 – 0)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg FDA} \text{ ----- } 46 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \\ x \text{ ----- } 18 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \end{array}$$

$$x = 39.12 \text{ Kg/ha FDA}$$

$$100 \text{ Kg FDA} \text{ ----- } 18 \text{ Kg N}$$

$$39.1 \text{ Kg FDA} \text{ ----- } x$$

$$x = 7 \text{ Kg N}$$

$$58 - 7 = 51$$

$$100 \text{ Kg NA} \text{ ----- } 33.5 \text{ Kg N}$$

$$x \text{ ----- } 51 \text{ Kg N}$$

$$x = 152.23 \text{ Kg/ha NA}$$

c-2) segunda aplicación: pinzado (cobertera). (45 – 60 – 3)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg FDA} \text{ ----- } 46 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \\ x \text{ ----- } 60 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \end{array}$$

$$x = 130.43 \text{ Kg FDA/ha}$$

$$100 \text{ Kg FDA} \text{ ----- } 18 \text{ Kg N}$$

$$130.43 \text{ Kg FDA} \text{ ----- } x$$

$$x = 23.5 \text{ Kg N}$$

$$45 - 23.5 = 21.5$$

$$100 \text{ Kg NA} \text{ ----- } 33.5 \text{ Kg N}$$

$$x \text{ ----- } 21.5 \text{ Kg N}$$

$$x = 64.18 \text{ Kg NA/ha}$$

$$100 \text{ Kg SK} \text{ ----- } 50 \text{ Kg K}_2\text{O}$$

$$x \text{ ----- } 3 \text{ Kg K}_2\text{O}$$

$$x = 6 \text{ Kg SK/ha}$$

c-3) tercera , cuarta y quinta aplicación: prefloración y floración (cobertera). (25 – 64 – 0)

100 kg FDA ----- 46 Kg P₂O₅

N

x ----- 64 Kg P₂O₅

x = 139.13 Kg FDA/ha

100 Kg FDA ----- 18 Kg

139.13 Kg FDA ----- x

x = 25 Kg N/ha

D) Aplicación de fertilizante al tratamiento A4 (142 – 0 – 2), (TESTIGO)

Dosis teórica : 142 – 0 – 2

Dosis real: : 178 – 0 – 3

Momento De aplicación	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
Transplante (fondo)	58	0	0
Pinzado (2 meses – cobertera)	45	0	3
Prefloración (4 meses – cobertera)	25	0	0
Floración (6 meses – cobertera)	25	0	0
Floración (9 meses – cobertera)	25	0	0
TOTAL	178	0	3

Fertilizantes disponibles:

Nitrato de amonio 33.5 – 0 – 0 (U)

Sulfato de potasio 0 – 0 – 50 (SK)

d-1) primera aplicación: transplante (fertilización de fondo). (58 – 0 – 0)

100 kg NA ----- 33.5 Kg N

x ----- 58 Kg N

x = 163.38 Kg NA/ha

d-2) segunda aplicación: pinzado (cobertera). (45 – 0 – 3)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg NA} \text{ ----- } 33.5 \text{ Kg N} \\ x \text{ ----- } 45 \text{ Kg N} \end{array}$$

$$x = 126.76 \text{ Kg NA/ha}$$

$$\begin{array}{l} 100 \text{ Kg SK} \text{ ----- } 50 \text{ Kg K}_2\text{O} \\ x = \text{ ----- } 3 \text{ Kg K}_2\text{O} \end{array}$$

$$x = 6 \text{ Kg SK/ha}$$

d-3) Tercera, cuarta y quinta aplicación: prefloración y floración (cobertura).
(25 – 0 – 0)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg NA} \text{ ----- } 33.5 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \\ x \text{ ----- } 25 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \end{array}$$

$$x = 70.42 \text{ Kg NA/ha}$$

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACIÓN

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR.

CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
DIVISIÓN QUÍMICA

B-3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : RAUL GARAY

N° SOLICITUD : 046/2001

PROCEDENCIA : Dpto. LA PAZ, Pvcia. MURILLO

FECHA DE RECEPCIÓN : 24/noviembre2002

Localidad: COLLPANI

FECHA DE ENTREGA : 5/diciembre/2002

N° Lab.	CODIGO	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	GRAVA	CARBO LIBRES	PH en agua .1:5	PH en KCl IN .1:5	C.E. mmhos/cm .1:5	CATIONES ED AMBIO (meq / 100 gr.)						SAT. BAS. %	MO %	N TOTAL %	P Asimi ppr	
											Al + H	Ca	Mg	Na	K	TBI					CIC
185/2002	COLLPANI	32	36	32	FY	9.7	P	7.45	7.2	1.12	0.042	8.64	2.79	0.45	0.71	13.26	13.301	99.7	3.15	0.17	5.7

OBSERVACIONES:

Cationes de cambio extraídos con acetatos de amonio 1 N.
Fósforo asimilable analizado con el método de Bray-Kurtz.
Franco con tendencia a Franco arcilloso.

CARBONATOS LIBRES

A Ausente.
P Presente.
PP Presente en
Gran cantidad

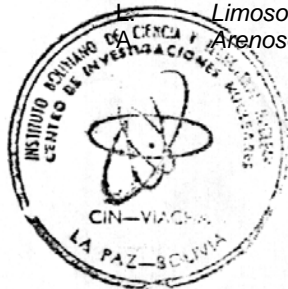
CLASE TEXTURAL

F: Franco
L Limoso
A Arenoso

Y : Arcilloso
YA : Arcilloso Arenoso
FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FA: Franco Arenoso
AF: Arenoso Franco
FY: Franco Arcilloso

YL : Arcilloso Limoso
FYL : Franco Arcilloso Limoso
FL : Franco Limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

ANEXO A- DATOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO EN LA LOCALIDAD DE COLLPANI

ANEXO C: CALCULO DE BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS PROPUESTOS DE ACUERDO A LA CALIDAD.

N.-	TRAT	N° PL C1	REND C1	N° PL C2	REND C2	N° PL C3	REND C3	REND TOTAL	REND AJUST	BB C1	BB C2	BB C3	BB TOTAL	COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO
1	A1 B1	2.25	324	3.25	468	1.75	252	1044	939.6	216	234	84	534	222	312
2	A1 B2	2.25	324	3.25	468	1.75	252	1044	939.6	216	234	84	534	222	312
3	A2 B1	4.75	684	3.5	504	1.25	180	1368	1231.2	456	252	60	768	230	538
4	A2 B2	4.75	684	4.75	684	1	144	1512	1360.8	456	342	48	846	230	616
5	A3 B1	4.50	648	3.5	504	1	144	1296	1166.4	432	252	48	732	240	492
6	A3 B2	4.25	612	3.25	468	1.75	252	1332	1198.8	408	234	84	726	240	486
7	A4 B1	0.50	72	2	288	2.5	360	720	648	48	144	120	312	200	112
8	A4 B2	1.00	144	1.5	216	2.5	360	720	648	96	108	120	324	200	124
TOTAL			3492		3600		1944	9036	8132.4	2328	1800	648	4776	1784	2992

DONDE:

N° PL C1 = Número de flores por planta, de flores de la calidad 1

N° PL C2 = Número de flores por planta, de flores de la calidad 2

N° PL C3 = Número de flores por planta, de flores de la calidad 3

REND C1 = Rendimiento de flores de la calidad 1 (Nflores x 144)

REND C2 = Rendimiento de flores de la calidad 2 (Nflores x 144)

REND C3 = Rendimiento de flores de la calidad 3 (Nflores x 144)

REND TOTAL = rendimiento total (Rend C1 + Rend C2 + Rend C3)

REND AJUST = Rendimiento ajustado a condiciones del agricultor (10%).

BB C1 = beneficio bruto para flores de la calidad 1

BB C2 = beneficio bruto para flores de la calidad 2

BB C3 = beneficio bruto para flores de la calidad 3

Bb TOTAL = beneficio bruto total (BB C1 + BB C2 + BB C3)