

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“FENOLOGÍA E INFLUENCIA TÉRMICA EN PALLAR BEBÉ
(*Phaseolus lunatus* L.) Y FRIJOL CASTILLA (*Vigna unguiculata* L.
Walp.) EN DIFERENTES ÉPOCAS DE SIEMBRA EN LA MOLINA”**

PRESENTADO POR:

PATRICIA IVONE PALOMINO RÍOS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

LIMA – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“FENOLOGÍA E INFLUENCIA TÉRMICA EN PALLAR BEBÉ (*Phaseolus lunatus*
L.) Y FRIJOL CASTILLA (*Vigna unguiculata* L. Walp.) EN DIFERENTES ÉPOCAS
DE SIEMBRA EN LA MOLINA”**

Presentado por:

PATRICIA IVONE PALOMINO RIOS

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Julio Toledo Hevia

PRESIDENTE

.....
Dr. Hugo Soplín Villacorta

PATROCINADOR

.....
Dr. Salomón Helfgott Lerner

MIEMBRO

.....
Dr. Felix Camarena Mayta

MIEMBRO

Lima – Perú

2015

F40,
P3
T

I. INDICE:

| | TÍTULO | Página |
|------|--|---------------|
| I. | ÍNDICE | 5 |
| II. | RESUMEN | 8 |
| III. | INTRODUCCIÓN | 7 |
| | OBJETIVOS | 10 |
| IV. | REVISIÓN DE LITERATURA | 11 |
| | 4.1. Generalidades | 11 |
| | 4.1.1. Origen | 11 |
| | 4.1.2. Clasificación taxonómica | 12 |
| | 4.1.3. Morfología | 14 |
| | 4.1.4. Ecología del frijol castilla | 15 |
| | 4.1.5. Requerimiento del cultivo | 15 |
| | 4.1.6. Rendimiento del cultivo | 20 |
| | 4.2. Fenología | 21 |
| | 4.2.1. Conceptos generales | 21 |
| | 4.3. Unidades de Calor o unidades térmicas requeridas | 22 |
| | 4.3.1. Conceptos generales | 22 |
| V. | MATERIALES Y MÉTODOS | 25 |
| | 5.1. Materiales | 25 |

43774

| | |
|---|----|
| 5.1.1. Ubicación de la zona experimental | 25 |
| 5.1.2. Análisis de suelo | 25 |
| 5.1.3. Características climáticas de la zona | 29 |
| 5.1.4. Materiales y equipos utilizados en el estudio | 29 |
| 5.2. Métodos | 29 |
| 5.2.1. Características del campo experimental | 31 |
| 5.2.2. Manejo agronómico y Cronograma de actividades | 33 |
| 5.2.3. Diseño experimental | 33 |
| 5.3. Evaluaciones realizadas | 33 |
| 5.3.1. Determinación de las etapas de desarrollo de las leguminosas | 33 |
| 5.3.2. Determinación de los requerimientos de unidades de calor | 35 |
| 5.3.3. Rendimiento del cultivo | 35 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 6.1. Días transcurridos y unidades térmicas para tres intervalos fenológicos del cultivo de pallar bebé en tres épocas de siembra | 36 |
| 6.2. Días transcurridos y unidades térmicas para tres intervalos fenológicos del cultivo de frijol castilla en tres épocas de siembra | 39 |
| 6.3. Niveles de significancia de los cuadrados medios de los ANVA's, para pallar bebé | 42 |

| | | |
|--------|--|----|
| 6.4. | Niveles de significancia de los cuadrados medios de los ANVA's, para frijol castilla | 43 |
| 6.5. | Pruebas de comparación de medias para pallar bebé | 45 |
| 6.6. | Pruebas de comparación de medias para frijol castilla | 46 |
| 6.7. | Análisis del rendimiento | 48 |
| 6.7.1. | Rendimientos, ANVA y comparación de medias del rendimiento de pallar bebé en las tres épocas de siembra. | 48 |
| 6.7.2. | Rendimientos, ANVA y comparación de medias del rendimiento de frijol castilla en las tres épocas de siembra. | 50 |
| 6.7.3. | Promedios de Temperatura en los tres intervalos fenológicos | 52 |
| | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 53 |
| VII. | CONCLUSIONES | 56 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 58 |
| IX. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| X. | ANEXOS | 64 |

II. RESUMEN

Este trabajo fue realizado para determinar si las unidades térmicas son las mismas en tres diferentes épocas de siembra tanto para el cultivo de pallar bebé como del frijol castilla.

Se estudió la adecuación de la fórmula propuesta por Cross y Zuber para calcular las unidades térmicas requeridas entre intervalos fenológicos de dos cultivos, pallar bebé y frijol castilla, sembrados en tres fechas de siembra (04 de marzo y, 21 de julio del 2011 y 21 de enero del 2012). Los intervalos fenológicos fueron: Intervalo fenológico 1: Germinación hasta que el 50% de la población tiene la tercera hoja trifoliada; intervalo fenológico 2: 50% de la población con la tercera hoja trifoliada – 50% de la población se encuentra en floración e intervalo fenológico 3: 50% de la población en floración – 50% de la población en maduración.

Las unidades térmicas requeridas por el cultivo de pallar bebé fueron similares en el segundo intervalo fenológico en las tres épocas de siembra.

Las unidades térmicas requeridas por el cultivo de frijol castilla no fueron similares en ninguno de los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra.

Los mejores rendimientos para los cultivos de pallar bebé y frijol castilla se obtuvieron con la tercera época de siembra

III. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas presentan múltiples ventajas para afrontar el problema de la alimentación de familias con escasos recursos por ser un producto barato, con buen contenido de proteínas y vitaminas y de fácil inclusión en un sistema de rotación de cultivos, además de ser mejoradoras del suelo. Una característica resaltante de algunas leguminosas como el pallar bebé es que constituye también un alimento energético.

El pallar es una importante leguminosa de grano para el Perú y para el Departamento de Ica, por las condiciones agroecológicas ideales para este cultivo; por ello, Ica aporta más del 95% de la producción nacional.

El frijol castilla es considerado también como un cultivo promisorio por el alto valor nutritivo de su grano, su amplia distribución que abarca zonas tropicales y subtropicales, su apreciable rusticidad y buen potencial de rendimiento, que supera al frijol común (Llasaca, 1998).

Estudiar la fenología es importante para determinar el período crítico en el cual el cultivo es susceptible a las condiciones que se presentan en dicho período, conocer el comportamiento de las plantas, observar el desarrollo y como los factores bióticos y abióticos influyen en ellas ya sea favorable o desfavorablemente. Los períodos entre los intervalos fenológicos pueden ser cortos o largos dependiendo del clima, siendo la temperatura el factor más influyente en la planta, puesto que induce su desarrollo y crecimiento. Es importante conocer la fenología de las leguminosas y su relación con la acumulación de unidades de calor, para poder establecer las fechas de siembra y cosecha adecuadas para cada ambiente o localidad, contribuyendo así al incremento de la productividad.

OBJETIVOS

En base a lo señalado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

- Comprobar si los requerimientos térmicos calculados en base a la fórmula propuesta por Cross y Zuber para tres intervalos fenológicos en cada especie, son los mismos en distintas épocas de siembra.
- Determinar la época óptima para la siembra de pallar bebé var. UNALM 2 y frijol castilla var. San Martín 49, en la Costa Central.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Generalidades

4.1.1. Origen

Origen del caupí

Hollowell *et al.* (1972), afirman que el caupí es nativo de África Central, aunque su cultivo es muy antiguo en muchas partes del mundo, especialmente en China e India.

Dentro de la ubicación taxonómica, Summerfield *et al.* (1974) consideran al frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como un miembro de la familia Papilionaceae, la más grande de las tres divisiones de las leguminosas. Del mismo modo, Verdcourt citado por Singh y Rachie (1985) coinciden con Summerfield *et al.*, (1974), al señalar que el caupí pertenece a la especie botánica *Vigna unguiculata* L. Walp. Sin embargo, aún se debate la clasificación y nomenclatura de la taxa acerca del nivel intraespecífico.

Origen del pallar bebé

Existe controversia respecto al centro de origen del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) aunque la posición más aceptada es el posible origen peruano y centroamericano. Los últimos descubrimientos científicos señalan al Perú como centro de origen debido a que se ha reportado el hallazgo de variedades silvestres, alto potencial genético y los restos arqueológicos del pallar encontrados en el Perú precolombino.

Vavilov (1931), sostiene que el centro de origen es el lugar o región donde existe mayor variabilidad genética para una especie determinada. Sin embargo, De Candolle (1984), sostiene que el centro de origen es aquel lugar donde se encuentra el progenitor silvestre.

Vavilov realizó estudios en México y América Central en los años 1945-1950. Como resultado reportó una gran riqueza genotípica del *Phaseolus lunatus* L. así como la existencia de especies silvestres.

Las variedades silvestres de *Phaseolus lunatus* L. no están limitadas geográficamente al sur de Guatemala. Ellas se observan comúnmente en muchos países de América Latina, como el Perú, desde el sur de México hasta el norte de Argentina; en altitudes comprendidas de 0 a 1000 msnm, como lo afirman Allard (1960), Heiser (1965) y Debouck (1991). Ello parece indicar que el Perú es un verdadero centro de potencial genético en este cultivo, como lo señala Gutiérrez - Salgado (1995).

4.1.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del pallar más aceptada actualmente es la de Baudet (1977). Pertenece a la familia Fabaceae y género *Phaseolus*. Dicho autor atribuye el rango de variedad botánica y propone la siguiente clasificación.

P. lunatus L. Var. Silvestre, para la forma silvestre.

P. lunatus L. Var. Lunatus, para la forma cultivada con tres cultigrupos.

Cv-gr Big Lima

Cv-gr Sieva. Grano pequeño de forma arriñonada

Cv-gr Potato. Grano pequeño de forma redonda

El mismo autor sostiene que el concepto de cultigrupo constituye una subdivisión que no puede ser incluida dentro de la taxonomía botánica tradicional, ya que no existe ninguna barrera de incompatibilidad entre ellos.

Taxonomía del pallar según Marechal (citado por Veli, 1999).

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Papilionaceae

Tribu: Phaseoleae

Sub – Tribu: Phaseolinae

Género: Phaseolus

Especie: Phaseolus lunatus L.

Taxonomía del frijol castilla

Según Vercourt (1970); Vercourt (1971); Marechal & *et al.* (1978) y Delgado-Salinas & *et al.* (1999); citado por Beyra & Reyes (2001). El exagerado polimorfismo de los taxones de *Vigna* hace que el género no esté, de momento, definido desde el punto de vista morfológico, y que incluso se considere integrado por un grupo heterogéneo de especies poco relacionadas.

Dentro de la ubicación taxonómica, Summerfield *et al.* (1974) consideran al frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como un miembro de la familia Papilionaceae, la más grande de las tres divisiones de las leguminosas. Del mismo modo, Vercourt citado por Singh y Rachie (1985) coinciden con Summerfield *et al.*, (1974), al señalar que el caupí pertenece a la especie botánica *Vigna unguiculata* L. Walp. Sin embargo, aún se debate la clasificación y nomenclatura de la taxa acerca del nivel intraespecífico.

4.1.3. Morfología

Morfología del frijol castilla

Camarena *et al.* (1994) y Kay (1985), mencionan que el frijol castilla es una planta herbácea, anual que presenta diversos hábitos de crecimiento. Existen variedades precoces de 70 días de período vegetativo (tipo determinado) y variedades tardías que demoran 6 a 8 meses de período vegetativo (tipo indeterminado) y que presentan maduración desuniforme. Mencionan además que la planta alcanza de 25 a 80 cm en los tipos erectos y semierectos respectivamente; mientras que en los postrados no se registra altura en la planta.

Tiene una raíz profunda de tipo pivotante con numerosas ramificaciones laterales cerca de la superficie del suelo y grandes nódulos que a menudo están agrupados. La raíz principal puede llegar una longitud de 1.95 m y las laterales 1.4 m.

Morfología del pallar

Velásquez (2007), indica que el pallar posee una raíz pivotante con abundantes raíces secundarias, 85% de las cuales se ubican entre los 0.8 a 1.0 m de profundidad del suelo. Su tallo puede ser herbáceo o leñoso, delgado, trepador o recto según la variedad (rastrera o erecta). La longitud de tallo varía desde 0.5 m en variedades erectas hasta 4 m en variedades rastreras. Su hoja es trifoliada, compuesta, de pecíolo grande y de folíolos ovales o ligeramente acuminados, con o sin pubescencia según la variedad. Su flor es pequeña, cuyo color va de blanco a blanco verdoso en las alas y quillas amarillas, agrupadas en racimo. Su fruto es una vaina, cuya longitud es de 5-15 cm dependiendo de la variedad. En cada vaina hay de 3 a 5 granos rectos o curvados, y pueden o no presentar dehiscencia.

Su semilla es semicircular (subglobosa), con estrías radiales hacia los bordes y de color blanco a rojo, jaspeado en el pallar gigante.

Existen dos grupos de variedades: a) las decumbentes o rastreras, tienen crecimiento indeterminado con flores axilares. Requieren de veranos largos y un cultivo intensivo. Sus granos son grandes, medianos o pequeños, dependiendo de la variedad. Su color también varía y puede ser blanco, coloreado o moteado. El pallar criollo es de largo período vegetativo (250-270) días, cuya floración se inicia a los 75-95 días después de la siembra; b) las variedades arbustivas o erectas son de crecimiento determinado, con flores terminales. Requieren de verano corto y un cultivo extensivo. Su grano puede ser grande a pequeño según la variedad. Las variedades de pallar bebé son de corto período vegetativo (160 días, a los 36 días ya entra en floración).

4.1.4 Ecología del frijol castilla

Camarena *et al.* (1994) indican que el frijol castilla es un cultivo con gran capacidad de adaptación ecológica y que podría ser más extensamente cultivado. De hecho, tiene probablemente el mayor potencial de todas las leguminosas alimenticias en las zonas tropicales semiáridas o subhúmedas.

4.1.5 Requerimientos del cultivo

Requerimientos del frijol castilla

a) Clima

Salle y Smith (1969) afirman que el frijol castilla está adaptado primordialmente a climas de valles centrales, usualmente no se desarrolla bien en áreas lluviosas. La lluvia puede dañar a las plántulas y posteriormente retrasar la cosecha, y así reducir la calidad y cantidad de la misma.

Litzenberger (1975) mencionó que el frijol castilla está adaptado a climas cálidos, resiste sequías y es tolerante a menores proporciones de lluvias y humedad, adaptándose a gran diversidad de suelos ligeros, arenosos y limosos.

La temperatura del suelo es favorable para el desarrollo de la planta; así la germinación se ve favorecida a 21°C; es así que la siembra en la Costa se realiza durante la primavera y el verano y en la Selva en los meses de junio a julio.

El frijol caupí es mucho más tolerante a altas temperaturas del medio ambiente y a largos períodos de sequía, explicando el porque se han adaptado perfectamente a las condiciones climáticas de los valles de la costa. Por otro lado, esta leguminosa prospera en climas tropicales con temperaturas de 25°C a 35°C que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas. Chavez (1997).

b) Temperatura

Valladolid (1993), mencionó que las temperaturas superiores a los 30°C ocasionaron algunas alteraciones en las variedades generalmente tardías. Disminuyeron su capacidad de producción, afectaron el cuajado de las flores, y redujeron el tamaño del grano y el número de granos por vaina.

Según Litzenberger (1975), el caupí es mucho más tolerante a altas temperaturas y a los largos períodos de sequía que los frijoles comunes. El frijol castilla no soporta heladas y por otro lado cuando se exponen las plantas jóvenes a temperaturas de 5°C a 10°C son susceptibles, aún por períodos tan cortos de 24 horas.

Litzenberger (1975) y Salle y Smith (1969), considerando las condiciones en que crece y se desarrolla el frijol castilla, afirman que la mejor época de siembra es la primavera; con siembras tardías se corre el riesgo de que las temperaturas de invierno dañen la cosecha. Las temperaturas del suelo de 21°C o por encima son óptimas para una buena germinación de las semillas.

Chiappe *et al.* (1990), mencionan que las temperaturas mínimas para las diferentes fases de desarrollo del cultivo de frijol castilla en general, son 8°C para la germinación y 15°C para la madurez. Además, mencionan que este cultivo no tolera exposiciones prolongadas de 2-6°C, ni temperaturas sobre los 27-30°C. Cuando el abastecimiento de agua es insuficiente, se produce la caída de flores. Finalmente, cita que la temperatura óptima para el cultivo se ubica entre los 18 a 21°C.

c) Luz

Spedding (1979), manifiesta que la influencia de la luz como factor limitante es principalmente directa sobre el crecimiento de la planta, su floración y fotosíntesis. La intensidad luminosa, la duración del día y las horas de sol son, también determinantes en la cosecha.

Litzenberger (1976) que en los diferentes tipos de planta, erecta, semierecta, arbustiva y trepadora, las diferencias son genéticas, pero en condiciones de una reducción de luminosidad propicia el desarrollo rastrero.

d) Suelo

Salle y Smith (1969), Litzenberger (1976), Bullón (1987) y Camarena *et al.* (1994) coinciden en afirmar que el caupí se adapta a gran diversidad de suelos, desde suelos ligeros, arcillosos a limosos. Salle y Smith (1969) reportaron que en suelos arcillosos y pesados se tiene que tener un manejo adecuado, ya que el frijol castilla se vuelve deficiente en hierro si se aplica agua en exceso. Indican además, que la deficiencia de hierro, causa amarillamiento en las hojas, por lo que se debe evitar sembrar en suelos salinos y alcalinos porque afectan el rendimiento.

Camarena *et al.* (1994), mencionan que el frijol castilla es una planta rústica que se adapta a suelos de gran diversidad, y que puede tolerar razonablemente la acidez, no así la alcalinidad ni la salinidad. También este cultivo prospera bien en suelos ligeros drenados, profundos, de fertilidad media a alta y con pH neutro a ligeramente ácido (5.5 a 6.6), pero aclaran que no toleran suelos con mal drenaje.

e) Agua

Salle y Smith (1969), mencionan que el frijol castilla es sensible tanto a un estrés de humedad, como a varias horas de saturación del suelo. Ambos factores retardan el desarrollo de las raíces e inhiben la actividad de fijación de nitrógeno, mediante la acción bacteriana.

Kay (1985), indica que los cultivares tempranos pueden ser cultivados en regiones semiáridas con lluvias de 600 mm/año. Los tipos de duración media y larga se cultivan en regiones con lluvias comprendidas entre 600 y 1500 mm. La lluvia excesiva o la humedad atmosférica pueden reducir el rendimiento por alta incidencia de enfermedades.

Los tipos de corta duración crecen también con humedad residual en suelos con alta capacidad de retener agua como ocurre después del cultivo de arroz. Se considera como una planta resistente a sequía; el exceso de humedad durante el período que va desde que se produce la primera floración, puede reducir la productividad significativamente, aunque después no tiene un efecto importante. La sequía durante las primeras etapas del crecimiento reduce los rendimientos (Pandey, 1990).

Requerimientos del cultivo para el pallar bebé

a) Clima

Requiere de clima templado y temperatura moderada (12°C a 23°C). Para condiciones de Ica, la temperatura promedio mensual en la siembra es de 19.7°C-25.4°C, que se presenta en los meses de febrero a mayo. En la fase de crecimiento, floración y fructificación, el promedio mensual debe ser de 16.2°C a 17.7°C, correspondiente a los meses de junio a agosto.

b) Temperatura

Según Chipana (2006), el pallar bebé es una especie que prospera bien entre los 18°C a 28°C. La temperatura media óptima para el desarrollo de la planta varía

entre los 20°C y 24°C. Temperaturas inferiores a los 15°C hacen muy lento el crecimiento de las plantas; si las temperaturas bajan a 10°C el desarrollo de las plantas se detiene. Temperaturas superiores a 30°C hacen disminuir la capacidad productiva, provocando una baja en la producción de flores y vainas y si no hay un adecuado abastecimiento de agua se induce a la caída de flores.

Granados (1993), en un ensayo realizado en La Molina con el cultivo de pallar Sieva, encontró buenos resultados en el rendimiento del grano seco, a una temperatura media mensual de 17.47°C y a una humedad relativa media anual de 82%.

Salisbury y Ross (1996), afirman que el caluroso clima de verano puede producir factores de estrés generados por niveles de luz elevados (fotodestrucción de la clorofila), poca humedad, suelo seco y temperaturas altas. Puede además, involucrar en la planta hormonas de estrés como el ácido abscísico y el etileno, las cuales se distribuyen por toda la planta causando el cierre de estomas. El desprendimiento de hojas, flores y frutos implica interacciones entre auxinas, etileno y ácido abscísico. Además, sostienen que las temperaturas extremas dan lugar a la desnaturalización de las enzimas y al desdoblamiento de los ácidos nucleicos.

c) Luz

La intensidad lumínica influye en el contenido del compuesto linamarina en el fruto, haciendo amargo el sabor del grano. A alta intensidad lumínica, disminuye el sabor amargo del fruto, sucediendo lo contrario en el caso inverso.

El pallar es un cultivo de clima caluroso seco, aunque las altas temperaturas acompañadas de una baja luminosidad pueden causar caída de flores. Hace mención respecto a la luz, donde la baja luminosidad parece influir en el incremento del glucósido linamarina en el grano, pues los pallares cultivados en la Costa Norte (baja luminosidad) son más amargos que los cultivados en la

Costa Sur (de mayor o alta luminosidad). Se le considera una planta de fotoperíodo neutro. (Chiappe, 1977).

d) Suelo

El pallar es un cultivo poco exigente en calidad de suelo, pero se desarrolla muy bien en suelos profundos, sueltos, fértiles y de buen drenaje.

El pallar bebé, se adapta a distintos tipos de suelos, pero prefiere los suelos francos, fértiles y sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica, no debe ser mayor a 5 milimhos. Se deben evitar suelos con problemas de drenaje. Los suelos arenosos que no retienen el agua no son recomendables pues el arraigamiento de las raíces en el suelo, no es profundo.

El rango óptimo de pH va de 6.7 – 7.0, pudiendo tolerar hasta un pH de 8.5. Es sensible a la salinidad y sodicidad (Chipana, 2007).

e) Agua

La época de siembra influye en el número de riegos necesarios. La frecuencia depende del tipo de suelo, que puede ser, por ejemplo, riegos distanciados en 18 días en promedio.

4.1.6. Rendimiento del cultivo

Rendimiento del frijol castilla

El rendimiento potencial del frijol castilla es de 1.5 a 3.0 t/ha. Las prácticas agronómicas tales como la época de siembra, población de plantas, control de malezas, propiedades físicas del suelo, influyen en el rendimiento (Camarena *et al.*, 1994).

FAO (1977) basado en resultados de trabajos experimentales, indica que bajo condiciones favorables es posible obtener rendimientos que fluctúen entre 2620 a 3660 Kg/ha.

Rendimiento del pallar

Chipana (2006), señala que el rendimiento comercial es de 2.0 t/ha y el rendimiento potencial de 3.0 t/ha.

Janampa (2000), señala en su estudio de tesis obtuvo un rendimiento de 0.719 T/ha en una población de 62,500 plantas/ha y 1.940 T/ha con una población de 125,000 plantas/ha considerando estos resultados como bajo y alto rendimiento, respectivamente.

Robles (1982), señala que el rendimiento es un carácter cuantitativo y está condicionado por el efecto combinado de muchos genes. El medio ambiente es el más preponderante modificador sobre el rendimiento que sobre cualquier carácter cualitativo.

Bocanegra y Echandi (1969), afirman que especialmente en las leguminosas de grano y también en otras plantas cultivadas, la magnitud de la caída de flores y frutos es un factor importante, y determina al final los rendimientos. La causa de este fenómeno puede ser diferente: la magnitud de la fecundación y la influencia del clima sobre la fertilidad de las flores.

4.2 Fenología

4.2.1 Conceptos generales

La fenología es un proceso que comprende cambios morfológicos que se van produciendo a medida que los individuos satisfacen necesidades y estímulos meteorológicos. Durante el ciclo evolutivo de las plantas, a partir de la germinación hasta su muerte, en las anuales, o desde su brotación hasta la maduración del

fruto o caída de las hojas, en las perennes, el vegetal sufre continuas transformaciones de volumen, peso, forma y estructura. Por ello, sus exigencias con respecto a los elementos meteorológicos serán distintos según el momento del ciclo en que se encuentre (Ortega, 1985).

Entre los factores que afectan la duración de las etapas fenológicas, se encuentra el genotipo y el clima. Entre los factores climáticos que más inciden se encuentran la luz y la temperatura. Tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales desempeñan una función importante en la duración de las etapas.

Castillo y Castellví (2001), citados por Quillatupa (2009), sostienen que el estudio de la fenología permite sintetizar las acciones de diversos elementos del clima sobre el comportamiento de las plantas, utilizando a las propias plantas como bioindicadores. Esto permite obtener referentes a áreas óptimas y marginales (selección y clasificación de áreas agrícolas), así como la duración posible de las actividades agrícolas en diversos sistemas agrícolas. Los estudios fenológicos permiten delimitar regiones agrícolas naturales y de acuerdo con ello realizar una ordenación de cultivos, una selección de variedades más adaptadas, adecuar las prácticas de cultivo, realizar previsiones referentes a fechas de cosecha, entre otros aspectos.

4.3 Unidades de calor o unidades térmicas requeridas

4.3.1 Conceptos generales

Cada fase de desarrollo requiere un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término y para que se inicie la fase siguiente (Rawson y Gómez, 2001).

El tiempo térmico se expresa en unidades térmicas llamadas grados/días ($^{\circ}\text{Cd}$). Los grados-días representan la temperatura promedio que cada día acumula la planta y que agrega un total requerido para desarrollar una fase de desarrollo.

El conocimiento de la duración exacta de las fases de desarrollo y su interacción con los factores ambientales, es esencial para alcanzar rendimientos máximos en las plantas cultivadas, ya que determinan factores como el llenado de frutos que influye directamente sobre la productividad del cultivo (Prabhakar et al., 2007 citados por Hoyos et al., 2012).

Desde 1730, Reaumur introduce el concepto de unidades de calor o unidades térmicas (HU, por *Heat Units*) cuya unidad de medida son los grados días (GDD por Growing Degree Days - °D días) (Mc Master et al., 1997).

Se afirma que el crecimiento de una planta varía de acuerdo con una cantidad de calor a la cual ella está sometida durante toda su vida. A esta cantidad de calor se le llama grados – días (Salazar, 1994).

Aunque la acumulación de grados día para las diferentes etapas de desarrollo es relativamente constante e independiente de la fecha de siembra, cada híbrido, variedad o cultivar de una especie, puede tener valores específicos para estos parámetros (Phadnawis y Saini, 1992; Qadiret al., 2006, citados por Hoyos et al., 2012).

La forma modelo para calcular los grados días (GDD) o unidades de calor (U.C.) es:

$$U.C = \{(T^{\circ}\text{max.} + T^{\circ}\text{mín.})/2\} - T^{\circ}0$$

T°máx: Temperatura máxima, T°mín: Temperatura mínima, T°0: temperatura base

T°0, es la temperatura por debajo de la cual el proceso fenológico en estudio no se lleva a cabo. La temperatura base varía entre especies y posiblemente entre cultivares. Además, probablemente varía con la etapa de crecimiento en estudio (Wang, 1960 citado por Mc Master et. al., 1997). La intención de la ecuación es describir la energía térmica recibida por el cultivo durante un período de tiempo dado (McMaster et. al. 1997), es decir es la cantidad fija de calor requerida para que una fase determinada de desarrollo se lleve a cabo. La temperatura es

cuantificada positivamente por encima de un umbral de temperatura o temperatura base, cada día (Bois *et. al.*, 2006).

Un grado-día es una unidad de medida que se obtiene de la diferencia de temperatura media diaria y el umbral inferior de desarrollo o temperatura base para una especie. Ejemplo: si la temperatura base de una especie es de 10°C y la temperatura media diaria es de 16°C se obtiene 6°C grados-día. Los grados días también son conceptuados como la sumatoria del calor efectivo para el crecimiento de plantas, acumulado durante un día (Salazar, 1994).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Ubicación de la zona experimental

El presente trabajo de investigación, en su fase de campo se llevó a cabo en las siguientes fechas: del 4 de marzo al 20 de junio del 2011 en la primera época de siembra; del 6 de julio del 2011 al 17 de diciembre del 2011 en la segunda época de siembra y del 6 de enero de 2012 al 13 de mayo del 2012 en la tercera época de siembra. Las siembras se realizaron en diferentes campos experimentales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, situada en el Valle del Rímac perteneciente al distrito de La Molina con ubicación geográfica: 12°05'06" L. S.

5.1.2 Análisis de suelo

La caracterización, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Las características de los suelos en los tres campos indican que son adecuados para la instalación de los cultivos; por ende no influye en el desarrollo de los cultivos.

Los resultados se presentan en los Cuadros 1, 2 y 3, y corresponden a cada lugar.

Interpretación de los cuadros 1, 2 y 3

Cuadro 1

El pH es ligeramente alcalino, CE (es) es muy ligeramente salino, el porcentaje de materia orgánica es bajo, la cantidad de fósforo disponible en el suelo es alto, la cantidad de potasio disponible es alto. La textura del suelo es franco arenoso. Con respecto a la distribución de cationes cambiabiles, tales como Ca^{+2} es ligeramente por debajo del rango, Mg^{+2} , K^{+} y Na^{+} están dentro de los parámetros.

Cuadro 2

El pH es ligeramente alcalino, la CE (es) es ligeramente salino, el porcentaje de materia orgánica es bajo, la cantidad de fósforo disponible en el suelo es alto, la cantidad de potasio disponible en el suelo es alto. La textura del suelo es franco. Con respecto a la distribución de cationes cambiabiles, tales como Ca^{+2} es ligeramente por encima del rango, Mg^{+2} se encuentra en el parámetro, K^{+} y Na^{+} están por encima de los parámetros estipulados.

Cuadro 3

Interpretación: El pH es moderadamente alcalino, la CE (es) es muy ligeramente salino, el porcentaje de materia orgánica es medio, la cantidad de fósforo disponible en el suelo es alto, la cantidad de potasio disponible es alto.

La textura del suelo es franco arenoso. Con respecto a la distribución de cationes cambiabiles, tales como Ca^{+2} se encuentra en el rango, Mg^{+2} se encuentra dentro de los parámetros, K^{+} y Na^{+} se encuentran dentro de los parámetros estipulados.

A CONTINUACIÓN DEL ITEM 5.12

ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES DE LA UNIVERSIDAD

NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Departamento: Lima

Distrito: La Molina

Provincia: Lima

Cuadro 1.

| Lugar | pH (1:1) | CE | CaCO ₃ | MO | P | K | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|----------------------------|-------------|-------|-------------------|------|------|-----|-------------------|------|---------|-------------------|------|---------------------|------|------|------|-----------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | (1:1) | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca+2 | Mg+2 | K+ | Na+ | Al+3 + H+ | | | |
| | | dS/m | % | % | ppm | ppm | % | % | % | | | meq/100g | | | | | | | |
| Frente a Lab. De suelos | 7.95 | 0.77 | 6.00 | 1.91 | 32.8 | 245 | 54 | 32 | 14 | Fr. A. | 12.8 | 9.88 | 2.05 | 0.58 | 0.29 | 0.00 | 12.80 | 12.80 | 100 |

Cuadro 2.

| Lugar | pH (1:1) | CE | CaCO ₃ | MO | P | K | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|--------------------|-------------|-------|-------------------|------|------|-----|-------------------|------|---------|-------------------|------|---------------------|------|------|------|-----------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | (1:1) | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca+2 | Mg+2 | K+ | Na+ | Al+3 + H+ | | | |
| | | dS/m | % | % | ppm | ppm | % | % | % | | | meq/100g | | | | | | | |
| Campo Sta. Rosa | 7.52 | 1.52 | 1.90 | 1.91 | 21.6 | 316 | 48 | 32 | 20 | Fr. | 11.2 | 9.12 | 1.51 | 0.43 | 0.14 | 0.00 | 11.20 | 11.20 | 100 |

Cuadro 3.

| Lugar | pH (1:1) | CE | CaCO ₃ | MO | P | K | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|----------------------------|-------------|-------|-------------------|------|------|-----|-------------------|------|---------|-------------------|------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | (1:1) | | | | | Arena | Limo | Arcilla | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ | | | |
| | | dS/m | | | | | % | % | % | | | meq/100g | | | | | | | |
| Ppm | ppm | % | % | % | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frente a Lab. De suelos | 7.90 | 0.9 | 4.00 | 2.00 | 30.6 | 311 | 52 | 32 | 16 | Fr. A. | 12.5 | 9.4 | 2.01 | 0.74 | 0.33 | 0.00 | 12.50 | 12.50 | 100 |

5.1.3 Características climáticas de la zona

El distrito de la Molina presenta las condiciones típicas de la Costa Central, con clima templado cálido. La zona se clasifica como un desierto subtropical árido caluroso. En los Anexos 1, 2 y 3, se detallan las temperaturas máximas y mínimas en las tres épocas de siembra. Estas temperaturas fueron obtenidas de una estación meteorológica automática de Precisión marca DAVIS, capaz de medir temperaturas máximas, mínimas y el promedio por hora o día, además de otras variables climáticas. Este equipo se encuentra en el Observatorio Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los datos de temperatura fueron fundamentales para hallar las unidades térmicas a través de la fórmula de Cross y Zuber.

5.1.4 Materiales y equipos utilizados en el estudio:

Se utilizaron winchas, cuaderno de campo, cámara fotográfica, calculadora científica, regla, etiquetas, cucharitas de plástico, bolsas de papel y plásticas. Además, semillas de frijol castilla var. San Martín 49 y pallar bebé var. UNALM 2 (CG25237) ambas producidas por el programa de leguminosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

5.2 Métodos

Con los objetivos de: a) calcular la duración de cada etapa y b) calcular los respectivos requerimientos térmicos para cada una de ellas, se sembraron ambas especies en tres épocas:

Primera época: 4 de marzo – 14 de junio

Segunda época: 21 de julio – 7 de diciembre

Tercera época: 21 de enero – 3 de abril

Para el cálculo de las unidades térmicas que las especies requieren para su desarrollo se empleó la fórmula:

Unidades térmicas o Grados día = $[(\text{Temp max} + \text{Temp min})/2] - \text{Temp base}$

Como temperatura base se empleó 10 °C.

En la primera época de siembra se sembró dos surcos de 60 m de largo, distanciados a 0.90 m por cada especie. En cada surco se sembró tres semillas por golpe distanciados a 0.25 m, para luego dejar una planta por golpe. Para cada especie se empleó cuatro repeticiones, y en cada repetición se hizo las observaciones fenológicas correspondientes en cuarenta plantas. Los datos a analizar fueron los promedios por repetición obtenidos a partir de cuarenta plantas.

En la segunda época de siembra se sembró 18 surcos de 17 m de largo en promedio, distanciados a 0.80 m por cada especie. En cada surco se sembró tres semillas por golpe distanciados a 0.25 m. Para cada especie se empleó cuatro repeticiones, y en cada repetición se hizo las observaciones fenológicas correspondientes, en cuarenta plantas. Los datos a analizar fueron los promedios por repetición obtenidos a partir de cuarenta plantas.

En la tercera época de siembra se sembró dos surcos de frijol castilla y dos surcos de pallar bebé. El largo de los surcos fue 60 metros de largo, con un distanciamiento de 0.85 m entre surcos. En cada surco se sembró tres semillas por golpe con un distanciamiento de 0.25 m. Al igual que en los otras dos épocas se consideró cuatro repeticiones y en cada repetición se hizo las evaluaciones fenológicas correspondientes a cuarenta plantas por repetición.

5.2.1 Características del campo experimental. Las dimensiones y características del campo experimental fueron las siguientes:

Época 1

| | |
|--|---------------------|
| Número de muestras a evaluar/repetición: | 40 |
| Número de repeticiones: | 4 |
| Número de surcos: | 4 |
| Distancia entre surcos: | 0.90 m |
| Distancia entre golpes: | 0.25 m |
| Área total de la parcela: | 2000 m ² |
| Área útil de la parcela: | 240 m ² |

Época 2

| | |
|--|---------------------|
| Número de muestras a evaluar/repetición: | 40 |
| Número de repeticiones: | 4 |
| Número de surcos: | 18 |
| Distancia entre surcos: | 0.80 m |
| Distancia entre golpes: | 0.25 m |
| Área total de la parcela: | 2500 m ² |
| Área útil de la parcela: | 400 m ² |

Época 3

| | |
|--|---------------------|
| Número de muestras a evaluar/repetición: | 40 |
| Número de repeticiones: | 4 |
| Número de surcos: | 4 |
| Distancia entre surcos: | 0.85 m |
| Distancia entre golpes: | 0.25 m |
| Área total de la parcela: | 2000 m ² |
| Área útil de la parcela: | 300 m ² |

5.2.2 Manejo agronómico y cronograma de actividades

En el Anexo 4, el Cuadro 4 detalla las labores agronómicas realizadas en las tres épocas de siembra. Además deduce que el desarrollo de los cultivos tuvo una duración variable como sigue:

Pallar bebé: Primera época, 106 días

Segunda época, 142 días

Tercera época, 113 días

Frijol castilla: Primera época, 108 días

Segunda época, 149 días

Tercera época, 84 días

5.2.3 Diseño experimental

Cada especie se analizó como un experimento separado y dentro de cada una, los tratamientos fueron las tres épocas de siembra, cada una con cuatro repeticiones, en un diseño experimental de Bloques completos al Azar (DBCA). Para el análisis de los datos se emplearon las pruebas de Duncan, Bartlett y un análisis de varianza.

5.3 Evaluaciones realizadas

5.3.1 Determinación de las etapas de desarrollo de las leguminosas

En el desarrollo de las plantas frijol castilla y pallar bebé, se han identificado 10 etapas (CIAT, 1983), las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. La identificación de cada etapa se hizo en base a una escala codificada, que consiste en una letra y un número. La letra corresponde a la inicial

de la etapa (V es la etapa vegetativa y R es la etapa reproductiva). El número del 0 al 9 indica la sub etapa dentro de cada etapa.

Etapa vegetativa

V0. Germinación: es la etapa en la cual la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

V1. Emergencia: se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo y se considera que un cultivo de frijol inicia esta etapa cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones al nivel del suelo.

V2. Hojas primarias: comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

V3. Primera hoja trifoliada: se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la hoja trifoliada desplegada, se inicia esta etapa.

V4. Tercera hoja trifoliada: comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

Etapa reproductiva

R5. Prefloración: se inicia cuando aparece el primer botón diferenciado o el primer racimo. En condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

R6. Floración: se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en el cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

R7. Formación de vainas: se inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

R8. Llenado de las vainas: se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas.

R9. Maduración: se considera como la última escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. El cultivo inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas.

5.3.2 Determinación de los requerimientos de unidades de calor

Para determinar los valores térmicos se empleó la fórmula matemática propuesta por Cross y Zuber (1972).

$$U.T. = \frac{T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}}}{2} - k$$

Donde: U.T. = Unidades térmicas

T_{max} = Temperatura máxima en °C.

T_{min} = Temperatura mínima

K = Temperatura base = 10°C = temperatura mínima en que se inicia toda actividad fisiológica. Gallegos (2001).

5.3.3 Rendimiento del cultivo

Para las tres campañas se cosechó las muestras de cada repetición, que en total representan 40 muestras de cada cultivo por repetición. Luego se cosecharon las plantas remanentes cuyo rendimiento se sumó a las anteriores para obtener el rendimiento por repetición y por campaña, para poder determinar la época óptima.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Días transcurridos y unidades térmicas para tres intervalos fenológicos del cultivo de pallar bebé en tres épocas de siembra.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados para los tres intervalos fenológicos.

Cuadro 5. Días transcurridos y unidades térmicas en pallar bebé en las tres épocas de siembra y tres intervalos fenológicos

Primer intervalo fenológico:
Germinación hasta que el 50% de la población tiene la tercera hoja trifoliada.

| REPETICIÓN | 1RA ÉPOCA | | 2DA ÉPOCA | | 3RA ÉPOCA | |
|-----------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | DIAS | U. | DIAS | U. | DIAS | U. |
| | | TÉRMICA | | TÉRMICA | | TÉRMICA |
| I | 21 | 301.1 | 43 | 254.95 | 17 | 244.6 |
| II | 19 | 275.2 | 41 | 246.05 | 19 | 274.3 |
| III | 18 | 261.8 | 40 | 241.00 | 16 | 230.4 |
| IV | 20 | 288.6 | 38 | 241.00 | 17 | 244.6 |
| Promedio | 19.5 | 281.675 | 40.5 | 247.33 | 17.25 | 248.475 |

Segundo intervalo fenológico:
50% de la población con la tercera hoja trifoliada – 50% de la población se encuentra en floración.

| REPETICIÓN | 1RA ÉPOCA | | 2DA ÉPOCA | | 3RA ÉPOCA | |
|-----------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | DIAS | U. | DIAS | U. | DIAS | U. |
| | | TÉRMICA | | TÉRMICA | | TÉRMICA |
| I | 15 | 227.4 | 31 | 218.00 | 14 | 235.45 |
| II | 17 | 253.3 | 29 | 196.60 | 13 | 220.15 |
| III | 17 | 254.6 | 29 | 194.50 | 19 | 305.40 |
| IV | 15 | 227.8 | 32 | 217.30 | 16 | 264.55 |
| Promedio | 16 | 240.775 | 30.25 | 206.6 | 15.5 | 256.38 |

Tercero
intervalo
fenológico: 50%
 de la población
 en floración –
 50% de la
 población en
 Madurez
 fisiológica

| REPETICIÓN | 1RA ÉPOCA | | 2DA ÉPOCA | | 3RA ÉPOCA | |
|-----------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| | DIAS | U. TÉRMICA | DIAS | U. TÉRMICA | DIAS | U. TÉRMICA |
| I | 49 | 527.25 | 58 | 508.60 | 33 | 505.2 |
| II | 50 | 537 | 66 | 580.95 | 31 | 475.6 |
| III | 49 | 529.8 | 68 | 588.10 | 30 | 463.8 |
| IV | 49 | 529.8 | 60 | 523.25 | 30 | 460.9 |
| Promedio | 49.25 | 530.96 | 63 | 550.225 | 31 | 476.375 |

a. Días transcurridos

Primer intervalo fenológico: germinación hasta que el 50% de la población tiene la tercera hoja trifoliada. Los días transcurridos variaron entre 18 a 21 días, con un promedio de 19.5 días; 38 a 43 días con un promedio de 40.5 días y de 16 a 19 días con un promedio de 17.25 días, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Segundo intervalo fenológico: 50% de la población con la tercera hoja trifoliada – 50% de la población se encuentra en floración. Los días transcurridos variaron entre 15 a 17 días con un promedio de 16 días; 29 a 32 días con un promedio de 30.25 días y 13 a 19 días con un promedio de 15.5 días, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Tercer intervalo fenológico: 50% de la población en floración – 50% de la población en madurez fisiológica. Los días transcurridos variaron entre 49 a 50 días con un promedio de 49.25 días; entre 58 a 68 días con un promedio de 63 días y entre 30 a 33 días con un promedio de 31 días, para la primera, segunda y tercera época, respectivamente.

Los días transcurridos en cada época de siembra de pallar bebé, desde la siembra hasta la madurez fisiológica fueron los siguientes: 84.75 días en la primera época, 133.75 días en la segunda y 63.75 días en la tercera.

b. Unidades térmicas

Las unidades térmicas fueron evaluadas todos los días, empleando los datos registrados en la Estación meteorológica Von Humboldt ubicada en la Universidad, de acuerdo a la fórmula de (Cross y Zuber, 1972)

Primer intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 261.8 y 301.1 con un promedio de 281.67 unidades; entre 241 y 254.95 con un promedio de 247.33 unidades y entre 230.4 y 274.3 con un promedio 248.47 unidades; para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Segundo intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 227.4 y 254.6 con un promedio de 240.78 unidades; 194.5 y 218 con un promedio de 206.6 unidades, y 220.15 y 305.4 con un promedio de 256.39 unidades, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Tercer intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 527.25 y 537 con un promedio de 530.96 unidades; entre 508.6 y 588.1 con un promedio de 550.23 unidades y entre 460.9 y 505.2 con un promedio de 476.38 unidades; para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Las unidades térmicas desde la siembra hasta la madurez fisiológica en cada época de siembra de pallar bebé fueron las siguientes: 1053.41 unidades térmicas en la primera época, 1014.16 unidades térmicas en la segunda época y 981.24 unidades térmicas en la tercera época de siembra.

6.2. Días transcurridos y unidades térmicas para tres intervalos fenológicos del cultivo de frijol castilla en tres épocas de siembra.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados para los tres intervalos fenológicos.

Cuadro 6. Días transcurridos y unidades térmicas en frijol castilla en las tres épocas de siembra y tres intervalos fenológicos

Primer intervalo

fenológico:

Germinación hasta que el 50% de la población tiene la tercera hoja trifoliada.

| REPETICIÓN | 1RA EPOCA | | 2DA EPOCA | | 3DA EPOCA | |
|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | DIAS | U. TERMICA | DIAS | U. TERMICA | DIAS | U. TERMICA |
| I | 25 | 308.95 | 50 | 296.35 | 21 | 289.25 |
| II | 25 | 308.95 | 49 | 290.45 | 19 | 274.3 |
| III | 25 | 308.95 | 51 | 303.45 | 18 | 259.6 |
| IV | 25 | 321.95 | 53 | 317.1 | 19 | 274.3 |
| Promedio | 25 | 312.2 | 50.75 | 301.83 | 19.25 | 274.36 |

Segundo

intervalo

fenológico: 50%

de la población con la tercera hoja trifoliada – 50% de la población se encuentra en floración.

| REPETICIÓN | 1RA EPOCA | | 2DA EPOCA | | 3RA EPOCA | |
|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | DIAS | U. TERMICA | DIAS | U. TERMICA | DIAS | U. TERMICA |
| I | 25 | 327.1 | 63 | 473.7 | 18 | 274.95 |
| II | 28 | 358.75 | 65 | 488.95 | 21 | 318.4 |
| III | 20 | 270.1 | 60 | 448.95 | 19 | 289.95 |
| IV | 29 | 335.4 | 60 | 466.6 | 19 | 275.25 |
| Promedio | 25.5 | 322.83 | 62 | 469.55 | 19.25 | 289.63 |

Tercer intervalo fenológico:

50% de la población está en floración – Madurez fisiológica.

| REPETICIÓN | 1RA EPOCA | | 2DA EPOCA | | 3RA EPOCA | |
|-----------------|--------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | DIAS | U. | DIAS | U. | DIAS | U. |
| | | TERMICA | | TERMICA | | TERMICA |
| I | 42 | 407.65 | 20 | 201.2 | 27 | 405.85 |
| II | 44 | 416.45 | 23 | 233.95 | 31 | 462 |
| III | 39 | 391.55 | 26 | 260.95 | 30 | 450.05 |
| IV | 42 | 402.85 | 21 | 211.5 | 31 | 463.7 |
| Promedio | 41.75 | 404.625 | 22.5 | 226.9 | 29.75 | 445.4 |

a. Días transcurridos

Primer intervalo fenológico

Los días transcurridos entre las repeticiones en cada campaña fueron los siguientes: 25 días en promedio sin variación entre repeticiones; entre 49 a 53 días con un promedio de 50.75 días y entre 18 a 21 días con un promedio de 19.25 días, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Segundo intervalo fenológico

Los días transcurridos variaron entre 20 a 29 días con un promedio 25.5 días; entre 60 a 65 días con un promedio 62 días y 18 a 21 días con un promedio de 19.25 días, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Tercer intervalo fenológico

Los días transcurridos variaron entre 39 a 44 días con un promedio de 41.75 días; 20 a 26 días con un promedio de 22.5 días y 27 a 31 días con un promedio de

29.75 días, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

El número de días transcurridos desde la siembra hasta la madurez fisiológica del frijol castilla fue de 82.25 en la primera época, 135.25 en la segunda época de siembra y 59.25 en la tercera época de siembra.

b. Unidades Térmicas

Primer intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 308.95 y 321.95 con un promedio de 312.2 unidades térmicas; entre 290.45 y 317.1 con un promedio de 301.83 unidades térmicas y entre 259.6 y 289.25 con un promedio de 274.36 unidades térmicas, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Segundo intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 270.1 y 358.75 con un promedio de 322.83 unidades térmicas; entre 448.95 y 488.95 con un promedio 469.55 unidades térmicas y entre 274.95 y 318.4 con un promedio de 289.63 unidades térmicas, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Tercer intervalo fenológico

Las unidades térmicas calculadas variaron entre 391.55 y 416.45 con un promedio de 404.63 unidades; entre 201.2 y 260.95 con un promedio de 226.9 unidades y entre 405.85 y 463.7 con un promedio de 445.4 unidades, para la primera, segunda y tercera época de siembra, respectivamente.

Las unidades térmicas calculadas desde la siembra hasta la madurez fisiológica en cada época de siembra de frijol castilla fueron las siguientes: 1039.66 unidades térmicas en la primera época, 998.28 unidades térmicas en la segunda época de siembra y 1009.39 unidades térmicas en la tercera época de siembra.

6.3. Niveles de Significancia de los Cuadrados Medios de los ANVA's, para pallar bebé.

En los Cuadros 7 y 8 se presentan los niveles de significancia de los ANVA's para días transcurridos y unidades térmicas calculadas para épocas de siembra en cada uno de los tres intervalos fenológicos evaluados en pallar bebé.

Cuadro 7. Niveles de significancia de los cuadrados medios del ANVA para días transcurridos, por intervalos fenológicos en pallar bebé

| FV | GL | INTERVALOS FENOLOGICOS | | |
|-------------------|----|------------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| TOTAL | 11 | 1 | 2 | 3 |
| BLOQUES | 3 | NS | NS | NS |
| (TRAT.) ÉPOCAS | 2 | ** | ** | ** |
| ERROR | 6 | | | |

Los datos del Cuadro 7 indican que el número de días transcurridos de los intervalos fenológicos desarrollados en cada época de siembra fueron diferentes.

Cuadro 8. Niveles de significancia de los cuadrados medios del ANVA para unidades térmicas, por intervalos fenológicos en pallar bebé

| FV | GL | INTERVALOS FENOLOGICOS | | |
|---------|----|------------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| TOTAL | 11 | 1 | 2 | 3 |
| BLOQUES | 3 | NS | NS | NS |
| ÉPOCAS | 2 | ** | NS | * |
| ERROR | 6 | | | |

Los datos del Cuadro 8 indicaron que en los intervalos fenológicos 1 y 3 las unidades térmicas calculadas empleando la fórmula de Cross y Zuber fueron diferentes, es decir dicha fórmula nos determina valores diferentes de unidades térmicas en las tres épocas de siembra y por lo tanto no es la adecuada. Sin embargo, si es adecuada para el intervalo fenológico 2, pues las unidades térmicas calculadas en base a ella en las tres épocas de siembra son similares.

6.4. Niveles de Significancia de los Cuadrados Medios de los ANVA's, para frijol castilla.

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los niveles de significancia de los ANVA's para días transcurridos y unidades térmicas calculadas para las épocas de siembra en cada una de los tres intervalos fenológicos evaluados.

Cuadro 9. Niveles de significancia de los cuadrados medios del ANVA para días transcurridos, por intervalos fenológicos en frijol castilla.

| FV | GL | INTERVALOS FENOLOGICOS | | |
|---------|----|------------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| TOTAL | 11 | 1 | 2 | 3 |
| BLOQUES | 3 | NS | NS | NS |
| ÉPOCAS | 2 | ** | ** | ** |
| ERROR | 6 | | | |

Los datos del Cuadro 9 indican que el número de días transcurridos para los tres intervalos fenológicos en cada época de siembra fueron diferentes.

Cuadro 10. Niveles de significancia de los cuadrados medios del ANVA para unidades térmicas, por intervalos fenológicos, en frijol castilla.

| FV | GL | INTERVALOS FENOLOGICOS | | |
|---------|----|------------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| TOTAL | 11 | 1 | 2 | 3 |
| BLOQUES | 3 | NS | NS | NS |
| ÉPOCAS | 2 | * | ** | ** |
| ERROR | 6 | | | |

Las unidades térmicas calculadas empleando la fórmula de Cross y Zuber para los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra, son diferentes, por lo cual dicha fórmula no es adecuada.

6.5. Pruebas de comparación de medias para pallar bebé.

En los Cuadros 11 y 12 se presentan los resultados de las pruebas de comparación de medias para días transcurridos y unidades térmicas calculadas para épocas de siembra en cada uno de los tres intervalos fenológicos evaluados.

Cuadro 11. Promedios de días transcurridos en cada intervalo fenológico, por épocas de siembra en el pallar bebé.

| Intervalos fenológicos | | |
|--|---|---|
| Germinación – 50% con la 3ra hoja trifoliada | 50% con la 3ra hoja trifoliada–50% de floración | 50% de floración – 50% de la población en madurez fisiológica |
| E2** 40.50 A* | E2 30.25 A | E2 63.00 A |
| E1 19.50 B | E1 16.00 B | E1 49.25 B |
| E3 17.25 B | E3 15.50 B | E3 31.00 C |

* Dentro de cada columna, los datos que tienen letras iguales, no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

** Épocas de siembra: E1= 1^{ra} Época; E2 = 2^{da} Época; E3 = 3^{ra} Época

Los promedios de días transcurridos para los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra, son diferentes, por lo cual dicha fórmula no es adecuada.

Cuadro 12. Promedios de unidades térmicas en cada intervalo fenológico, por épocas de siembra, en el pallar bebé.

| Intervalos fenológicos | | |
|---|--|--|
| Germinación – 50% con la 3ra hoja trifoliada | 50% con la 3ra hoja trifoliada–50% de floración | 50% de floración – 50% de la población en madurez fisiológica |
| E1 281.67 A* | E3 256.39 A | E2 550.22 A |
| E3 248.47 B | E1 240.38 B | E1 530.96 A |
| E2 245.75 B | E2 206.60 B | E3 476.37 B |

*Dentro de cada columna, los datos que tienen letras iguales, no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

Épocas de siembra: E1= 1^{ra} Época; E2 = 2^{da} Época; E3 = 3^{ra} Época

Los promedios de unidades térmicas para los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra, son diferentes, por lo cual dicha fórmula no es adecuada.

6.6. Pruebas de comparación de medias para frijol castilla.

En los Cuadros 13 y 14 se presentan los resultados de las pruebas de comparación de medias para días transcurridos y unidades térmicas calculadas para épocas de siembra en cada uno de los tres intervalos fenológicos evaluados.

Cuadro 13. Promedios de días transcurridos en cada intervalo fenológico, por épocas de siembra en el frijol castilla.

| Intervalos fenológicos | | |
|---|--|--|
| Germinación – 50% con la 3ra hoja trifoliada | 50% con la 3ra hoja trifoliada–50% de floración | 50% de floración – 50% de la población en madurez fisiológica |
| E2** 50.75 A* | E2 62.00 A | E1 41.75 A |
| E1 25.00 B | E1 25.50 B | E3 29.75 B |
| E3 19.25 C | E3 19.25 C | E2 22.50 C |

*Dentro de cada columna, los datos que tienen letras iguales, no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

** Épocas de siembra: E1= 1^{ra} Época; E2 = 2^{da} Época; E3 = 3^{ra} Época

Los promedios de días transcurridos para los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra, son diferentes, por lo cual dicha fórmula no es adecuada.

Cuadro 14. Promedios de unidades térmicas en cada intervalo fenológico, por épocas de siembra, en el frijol castilla.

| Intervalos fenológicos | | |
|---|--|--|
| Germinación – 50% con la 3ra hoja trifoliada | 50% con la 3ra hoja trifoliada–50% de floración | 50% de floración – 50% de la población en madurez fisiológica |
| E2 23.44 A* | E2 469.55 A | E3 445.40 A |
| E1 23.04 A | E1 322.84 B | E1 404.63 B |
| E3 21.82 B | E3 289.64 C | E2 226.90 C |

*Dentro de cada columna, los datos que tienen letras iguales, no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

Épocas de siembra: E1= 1^{ra} Época; E2 = 2^{da} Época; E3 = 3^{ra} Época

Los promedios de unidades térmicas para los tres intervalos fenológicos en las tres épocas de siembra, son diferentes, por lo cual dicha fórmula no es adecuada.

6.7. Análisis del rendimiento

6.7.1. Rendimientos, ANVA y comparación de medias del rendimiento de pallar bebé en las tres épocas de siembra.

En el Cuadro 15 se puede observar los rendimientos en g/40 plantas de cada repetición en las tres épocas de siembra.

Cuadro 15. Rendimiento (g/40 plantas) de pallar bebé en las tres épocas de siembra.

| | Rendimiento (g/40 plantas) en las tres épocas de siembra | | |
|-----------------|--|---------|---------|
| REP | PRIMERA | SEGUNDA | TERCERA |
| I | 1170 | 1266 | 2505 |
| II | 1143.6 | 1678 | 3687 |
| III | 1748 | 2886 | 4250 |
| IV | 1483 | 2896 | 3414 |
| Promedio | 1386.15 | 2181.5 | 3464 |

Estos promedios, extrapolando los datos a rendimiento por hectárea, si se mantiene la población de plantas luego del desahije, representan rendimientos de 1,539, 2,728 y 4,053 kg ha⁻¹, para las épocas de siembra 1, 2 y 3, respectivamente.

En el Cuadro 16 se puede observar el ANVA de los rendimientos en tres épocas de siembra.

Cuadro 16. ANVA del rendimiento (g/40 plantas) en las tres épocas de siembra

| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
|---------|----|------------|-------------|------------|--------|------|
| Bloques | 3 | 2885084.36 | 961694.7857 | 5.50078798 | 0.0371 | * |
| Épocas | 2 | 8793131.33 | 4396565.664 | 25.1478701 | 0.0012 | ** |
| Error | 6 | 1048971.31 | 174828.55 | | | |
| Total | 11 | 12727187 | | | | |

Coef. de variación: 17.84%

En el Cuadro 17 se puede observar la comparación de las medias del rendimiento en tres épocas de siembra.

Cuadro 17. Comparación de medias del rendimiento de pallar bebé (gr/40 plantas) en las tres épocas de siembra

| EPOCAS | MEDIAS |
|--------|---------|
| E3 | 3464 A* |
| E2 | 2182 B |
| E1 | 1386 C |

* Dentro de la columna, los datos que tienen letras iguales no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$).

6.7.2. Rendimientos, ANVA y comparación de medias del rendimiento de frijol castilla en las tres épocas de siembra.

En el Cuadro 18 se puede observar los rendimientos en g/40 plantas de cada repetición en las tres épocas de siembra.

Cuadro 18. Rendimiento (g/40 plantas) de frijol castilla en las tres épocas de siembra.

| REP | Rendimiento (g/40 plantas) en las tres épocas de siembra | | |
|-----------------|--|---------|---------|
| | PRIMERA | SEGUNDA | TERCERA |
| I | 1057 | 1664 | 3149 |
| II | 1319 | 2174 | 3658 |
| III | 1566 | 1530 | 4130 |
| IV | 1598 | 2905 | 3344 |
| Promedio | 1385 | 2068.25 | 3570.25 |

Estos promedios, extrapolando los datos a rendimiento por hectárea, si se mantiene la población de plantas luego del desahije representan rendimientos de 1,537, 2,585 y 4,053 kg ha⁻¹, para las épocas de siembra 1, 2 y 3, respectivamente.

En el Cuadro 19 se puede observar el ANVA de los rendimientos en tres épocas de siembra.

Cuadro 19. ANVA del rendimiento (g/40 plantas) en las tres épocas de siembra

| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
|---------|----|------------|-------------|------------|--------|------|
| Bloques | 3 | 688659 | 229553 | 1.13309473 | 0.4081 | * |
| Épocas | 2 | 9997536.17 | 4998768.084 | 24.6743792 | 0.0013 | ** |
| Error | 6 | 1215536.5 | 202589.4167 | | | |
| Total | 11 | 11901731.7 | | | | |

Coefficiente de variación: 19.23%

En el Cuadro 20 se puede observar la comparación de las medias del rendimiento en tres épocas de siembra.

Cuadro 20. Comparación de medias del rendimiento de frijol castilla (g/40 plantas) en las tres épocas de siembra

| EPOCAS | MEDIAS |
|--------|-----------|
| E3 | 3570.3 A* |
| E2 | 2068.3 B |
| E1 | 1385.0 B |

* Dentro de la columna, los datos que tienen letras iguales no son diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

6.7.3. Promedios de Temperatura en los tres intervalos fenológicos

En el Cuadro 21 se observa que el máximo promedio de temperatura 28.94°C se dio en la tercera época de siembra y el mínimo promedio de temperatura 13.74°C en la segunda época de siembra.

Cuadro 21. Cuadro de promedios de temperatura para cada intervalo fenológico en las tres épocas de siembra

| | Época de siembra 1 | | Época de siembra 2 | | Época de siembra 3 | |
|---|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
| | T. máx. | T. mín. | T. máx. | T. mín. | T. máx. | T. mín. |
| 1er intervalo fenológico | 28.8 | 18.8 | 17.9 | 13.7 | 28.4 | 18.6 |
| 2do intervalo fenológico | 27.3 | 18.2 | 19.5 | 13.0 | 29.3 | 20.2 |
| 3er intervalo fenológico | 24.3 | 16.1 | 22.0 | 14.4 | 29.0 | 19.8 |
| Promedio durante los tres intervalos fenológicos | 26.87 | 17.75 | 19.82 | 13.74 | 28.94 | 19.58 |

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los días transcurridos en que se desarrolló el pallar bebé y frijol castilla fueron diferentes en las tres épocas de siembra, porque las condiciones presentes en el ambiente a lo largo del año fueron favorables y poco favorables para el crecimiento y desarrollo de los cultivos (fenología del cultivo).

La temperatura base usada en la fórmula de Cross y Zuber fue de 10°C, porque es la temperatura en la cual se inicia toda actividad fisiológica (Gallegos, 2001).

La fórmula de Cross y Zuber es usada y adecuada en el Hemisferio Norte, ya que determina un mismo valor de requerimientos de las unidades térmicas para los cultivos. Las fechas en las cuales se inician la siembra en este hemisferio se inicia en el mes de abril hasta septiembre.

Las estaciones del año ocurren en forma inversa al Hemisferio Sur. En el Polo Norte los días son más largos que las noches. Debajo del Ecuador los días son iguales a los de las noches. (Carballo, D. & Sampato, 1975).

Las unidades térmicas halladas con la fórmula de Cross y Zuber para el primer intervalo fenológico y el tercer intervalo fenológico en el cultivo de pallar bebé fueron diferentes en las tres épocas de siembra, por lo que esta fórmula no fue adecuada para determinar las unidades térmicas para los intervalos mencionados. Pero, en el segundo intervalo fenológico, las unidades térmicas fueron similares en las tres épocas de siembra y podemos indicar que la fórmula se adecua en las tres épocas cuando el 50% de la población tiene la tercera hoja trifoliada hasta que el 50% de la población se encuentra en floración. Los requerimientos de unidades térmicas del pallar bebé durante este intervalo fenológico no son tan variables y es más estable al determinar las unidades térmicas.

Los rendimientos obtenidos en unidades de g/40 plantas de pallar bebé fue mayor en la tercera época de siembra con 64 días transcurridos y 980 unidades térmicas. El cultivo de pallar bebé se desarrolló en un menor número de días en la tercera

época a comparación de las otras dos épocas y menor cantidad de unidades térmicas a comparación de las otras dos.

Las temperaturas registradas, temperatura mínima 18.6°C y temperatura máxima 29.3°C.

Según Chipana (2006), el pallar bebé prospera entre los 18°C a 28°C. Además, señala que el rendimiento comercial es de 2 t/ha y el potencial es de 3 t/ha.

La tercera época de siembra tuvo temperaturas cercanas a las temperaturas referenciales y el rendimiento extrapolado cercano al potencial. Asumiendo que todas las plantas sobrevivan hasta la cosecha, entonces podríamos confirmar que la tercera época de siembra para el cultivo de pallar bebé es óptima.

Chiappe (1977), menciona que el cultivo de pallar tipo Big Lima es de clima caluroso seco, aunque las altas temperaturas acompañadas de una baja humedad pueden causar caídas de flores.

Las temperaturas mayores de 27°C afectan la formación de granos y no prospera en climas fríos, es más sensible que frijol a las heladas, pero pueden adaptarse a climas templados.

Es sensible a los excesos de calor y a bajas temperaturas. La temperatura media óptima para su desarrollo varía entre los 20°C y 24°C.

Temperaturas inferiores a los 15°C hacen muy lento el crecimiento de las plantas el desarrollo detenido si las temperaturas bajan a 10°C. Temperaturas superiores a 30°C hacen disminuir la capacidad productiva, provocando una baja en la producción de flores y vainas; y si no hay un adecuado abastecimiento de agua a una caída de órganos reproductivos.

Las unidades térmicas halladas con la fórmula de Cross y Zuber para los tres intervalos fenológicos en el cultivo de frijol castilla fueron diferentes en las tres épocas de siembra, por lo que esta fórmula no fue adecuada para determinar las

unidades térmicas. Los requerimientos de este cultivo durante los intervalos fenológicos son variables.

Los rendimientos obtenidos en unidades de g/40 plantas de frijol castilla fue mayor en la tercera época de siembra con 68 días transcurridos y 1009 unidades térmicas. El cultivo de frijol castilla se desarrolló en un menor número de días en la tercera época a comparación de las otras dos épocas.

Las temperaturas registradas, temperatura mínima 18.6°C y temperatura máxima 29.3°C.

Las temperaturas registraron los siguientes datos, temperatura mínima 18.6°C y temperatura máxima 29.3°C.

Según Chiappe *et al.* (1990), la temperatura óptima para el frijol castilla se ubica entre los 18°C a 21°C.

Camarena *et al.* (1994), señalan que el rendimiento potencial del frijol castilla es de 1.5 a 3.0 Tn/ha. Las prácticas agronómicas tales como la época de siembra, población de plantas, control de malezas, propiedades físicas del suelo, influyen en el rendimiento.

El promedio de temperaturas de la primera y tercera época de siembra son cercanas a las temperaturas referenciales. El frijol castilla tuvo un desarrollo óptimo si consideramos una relación entre la temperatura óptima y los rendimientos obtenidos en las épocas de siembra. Hay que tener en cuenta las prácticas agronómicas en el campo porque esto permitirá una sobrevivencia de la población del cultivo y por ende un buen rendimiento.

VII. CONCLUSIONES:

- Se comprobó que los requerimientos térmicos calculados en base a la fórmula propuesta por Cross y Zuber para los tres intervalos fenológicos en cada especie, resultaron diferentes en distintas épocas de siembra.
- Las épocas óptimas para la siembra de pallar Bebé var. UNALM 2 y Frijol castilla var. San Martín 49, en la Costa Central fueron; segunda y tercera época para pallar bebé y las tres épocas de siembra para frijol castilla. A continuación los detalles:

En el cultivo de pallar bebé

La primera época de siembra con un rendimiento de 1 386.15 g en un rango de temperatura de 17.75°C – 26.87°C.

La segunda época de siembra con un rendimiento de 2 181.5 g en un rango de temperatura de 13.74°C – 19.82°C.

La tercera época de siembra con un rendimiento de 3 464 g en un rango de temperatura de 19.58°C – 28.94°C.

Estos promedios, extrapolando los datos a rendimiento por hectárea, si se mantiene la población de plantas luego del desahije representan rendimientos de 1 539 Kg ha⁻¹; 2 728 Kg ha⁻¹ y 4 053 Kg ha⁻¹, para las épocas de siembra 1, 2 y 3, respectivamente. Se confirma que la segunda y tercera época tienen rendimientos óptimos porque se aproximan al rendimiento referencial, considerando además la temperatura óptima.

En el cultivo de frijol castilla

La primera época de siembra con un rendimiento de 1 385 g en un rango de temperatura de 17.75 – 26.87°C.

La segunda época de siembra con un rendimiento de 2 068.25 g en un rango de 13.74°C – 19.82°C.

La tercera época de siembra con un rendimiento de 3 570.25 g en un rango de 19.58°C – 28.94°C.

Estos promedios, extrapolando los datos de rendimiento por hectárea, si se mantiene la población de plantas luego del desahije representan rendimientos de 1 537 Kg ha⁻¹; 2,585 Kg ha⁻¹ y 4,053 Kg ha⁻¹, para las épocas de siembra 1, 2 y 3, respectivamente. Se confirma que las tres épocas de siembra presentaron rendimientos óptimos, debido que las cantidades obtenidas se aproximan a los valores de rendimientos referenciales, considerando además los rangos de temperatura.

- 43774

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda probar la fórmula propuesta por Cross y Zuber para los tres intervalos fenológicos utilizando las mismas especies de leguminosas en otras regiones.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R. W. 1960. Principles of Plant Breeding John Wiley. New York. 458 p.
- BAUDET, C. 1977. Clasificación taxonómica de pallar. Traducido por: Camarena, F, Huaranga, A. y Chiappe, L. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- BEYRA, A. & REYES, G. 2001. Revisión taxonómica de los géneros Phaseolus y Vigna (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba. Anales del jardín botánico de Madrid 61(2): 135-154.
- BOCANEGRA, S. Y ECHANDI, E. 1969. Cultivo de las menestras en el Perú; frijol, garbanzo, pallar, habas, arvejas y lentejas. Lima, Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos. 47p.
- BOIS, J.F., LHOMME, J.P. Y WINKEL, T. 2006. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. European Journal of Agronomy. 25:299-308.
- CAMARENA, F.; A. HUARINGA; E. MOSTACERO; L. CHIAPPE 1994. Manual del Cultivo de Frijol Castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp). Programa de Investigación Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas. La Molina, Lima - Perú. 2 - 23 pp.
- CARBALLO, D. & SÁMPATO. 1975. Elementos de la Agricultura que contiene los principios teóricos y prácticos Editado por Calderón de la Barca J.
- CASTILLO, E. Y F. CASTELLVÍ. 2001. Agrometeorología. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España, 517 p.
- CHAVEZ, M., et al. Evaluación de la cadena de Exportación de frijol castilla al Mercado de la Unión Europea. Lima, Perú. 1997.
- CHIAPPE, L. 1977. Cultivo de Pallar (Copia mimeografiada). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

CHIAPPE, L.; CAMARENA, F. Y HUARINGA A. 1990. Separata sobre el curso de Leguminosas de grano. UNA La Molina. Lima-Perú.

CHIPANA, M. 2007. Adaptabilidad de 04 variedades de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en condiciones de Acobamba – Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica – Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de Estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia.

CROSS H. Y ZUBER M., 1972. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agron. J. 64:351-355.

DAVIS, J. P. 1945. The effect of some environmental factors on set of pods and yield of White pea beans J. Agr. Res 70 (7): 237-249.

DE CANDOLLE, A. 1984. Origin of Cultivated Plants. Second Edition London Kegan Paul.

DEBOUCK, D. 1991. Una visión diferente sobre la explotación de germoplasma. El caso de los pallares (*Phaseolus lunatus* L). Diversity 7 (1,2): 54-55.

FAO (1977). Tabulated Information on Tropical and Subtropical Grain Legumes. Plant Production Division, Roma-Italia. Pag. (806-848).

GALLEGOS, C. 2001. Fenología del frijol variedad Panamito Molinero II en relación con las unidades de calor. Tesis Ingeniero Agrónomo. Lima-Perú.

GRANADOS, G. J. 1993. Efecto de la fertilización N.P.K. y de la densidad de siembra en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) bajo RLAF: exudación. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.

GUTIÉRREZ – SALGADO, A., GEPTS P. & DE BOUCK D. G. 1995. Evidence for two gene pools of lima bean, *Phaseolus lunatus* L. in the Americas. Gen Res. Crop Evol. 42: 15 – 28.

HEISSER, C. B. 1965. Cultivated plants and cultural diffusion in nuclear America. *Am. Anthropol* 67: 930-940.

HOLLOWELL E. Y HENSON, P. H. 1972. Otras leguminosas. Forrajes: La Ciencia de la Agricultura Basada en la Producción de Pastos. Editora Continental, Calz. de Tlalpam N°4620. México 22, D.F., 241-249 p.

JANAMPA, R. 2000. Efecto del manejo agronómico en el rendimiento del pallar baby UNALM – 1 (*Phaseolus lunatus* L.) en condiciones del valle de Pachacamac – Lima. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.

HOYOS, D., MORALES, J.G., CHAVARRÍA, H., MONTOYA, A.P., CORREA, G. Y JARAMILLO S. 2012. Growing degree days accumulation in a cucumber (*Cucumis sativus* L.) crop grown in an aeroponic production model. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 65: 6389-6398. Medellín – Colombia.

KAY, D. 1985. Legumbres Alimenticias. Editorial ACRIBIA. ZARAGOZA-ESPAÑA.

LITZENBERGER, S. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y subtrópicos. Agencia para el desarrollo internacional, AID. Primera edición. España. 210pp.

LITZENBERGER, S. 1975, Guía para cultivos en los Trópicos y los Subtrópicos. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). Primera Edición en Español. México.

LLASACA, R. 1998. Efecto de la fertilización y la aplicación foliar en el rendimiento de grano seco de frijol castilla o caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) var. San Martín 49 en condiciones de verano de la Costa Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.

MCMASTER, GREGORY, S. & WILHELM, W. 1997. Growing degree-days: One equation, two interpretations. Agricultural Research Service, University of Nebraska. Paper 83.

ORTEGA, S. 1985. Fenología Agrícola. Lima, Perú.

PANDEY, R. (1990). Guía del agricultor para el cultivo del chícharo de vaca en arrozales. Editorial Limusa. México.

QUILLATUPA, C. 2009. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones de La Molina. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.

RAWSON, H. Y GÓMEZ, MACPHERON, H. 2001. Trigo Regado: Manejo del cultivo. FAO. Roma. Pág.: 105.

ROBLES, M. S. 1982. Evaluación de 25 cv. de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano de color en siembras de verano-otoño en Costa Central. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima – Perú.

ROJAS, J. 1991. Crecimiento y desarrollo del pallar. INIAA. Lima.

SALAZAR, S. 1994. Comparativo de la fenología de 20 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) en condiciones del callejón de Huaylas. UNALM. Lima – Perú. 88 páginas.

SALISBURY, F. Y ROSS, C. 1996. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana México.

SALLE W., SMITH F. 1969. Commercial Black eye Bean Production in California. Circular 549. University of California. Division of Agricultural Sciences. 15p.

SINGH, S. R. Y RACHIE K. O. 1985. Cowpea Research, Production and Utilization. Wiley Interscience. Ibadan, Nigeria 460 pp.

SPEDDING, R. 1979. Ecología de los Sistemas Agrícolas. H. Blume. Ed. Rosario-Madrid. España. pp. 89-129

SUMMERFIELD, R. J. HUXLEY, P.A. AND STEELE 1974. Cowpea (*Vigna unguiculata*) Field Crop Abstracts. 27(7): 301-312.

VALLADOLID, A. 1993. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Costa del Perú. INIA. Serie Manual. Lima - Perú.

VAVILOV, 1931. Mexico and Central America as the principal center of origin of cultivated plants of the New World Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed. (Leningrado) 26: 135-199.

VELASQUEZ, H. 2007. Interacción entre *Bradyrhizobium* sp. y micorrizas vesicales o arbusculares en el rendimiento de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) cultigrupo sieva cv. UNALM 2. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.

VELI, R. 1999. Efecto del abonamiento y la densidad de siembra en el rendimiento del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) cv. G-25237 de crecimiento determinado bajo el sistema de riego por goteo. Título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima – Perú.

VERDCOURT, B. 1970. Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the "Flora of Tropical East Africa", II Kew Bulletin 24: 235-307.

VERDCOURT, B. 1971. Phaseoleae. In: Milne-Readhead, E. & Polhill, R.M. (eds.), Flora of Tropical East Africa 4(2): 503-807. Royal Botanic Garden. Kew.

X. ANEXOS

Anexo N°1. Temperaturas registradas para la primera época de siembra).

| Fecha | Temperatura | | |
|------------|-------------|--------|--------|
| | Base | Máxima | Mínima |
| 04/03/2011 | 10 | 29.1 | 20.2 |
| 05/03/2011 | 10 | 29.6 | 19.6 |
| 06/03/2011 | 10 | 28 | 19.3 |
| 07/03/2011 | 10 | 29.5 | 17.3 |
| 08/03/2011 | 10 | 29.4 | 18.3 |
| 09/03/2011 | 10 | 29.3 | 18.6 |
| 10/03/2011 | 10 | 29.6 | 20.9 |
| 11/03/2011 | 10 | 28.2 | 20.5 |
| 12/03/2011 | 10 | 29.6 | 18.2 |
| 13/03/2011 | 10 | 29.4 | 20.5 |
| 14/03/2011 | 10 | 30.7 | 20 |
| 15/03/2011 | 10 | 28.8 | 18.6 |
| 16/03/2011 | 10 | 28.2 | 15.8 |
| 17/03/2011 | 10 | 27.9 | 16.8 |
| 18/03/2011 | 10 | 28.4 | 17.3 |
| 19/03/2011 | 10 | 27.7 | 18.7 |
| 20/03/2011 | 10 | 28.5 | 18.8 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 21/03/2011 | 10 | 29.3 | 18.3 |
| 22/03/2011 | 10 | 27.6 | 19.6 |
| 23/03/2011 | 10 | 27.8 | 17.8 |
| 24/03/2011 | 10 | 28.1 | 18.7 |
| 25/03/2011 | 10 | 27.6 | 19.2 |
| 26/03/2011 | 10 | 27 | 18 |
| 27/03/2011 | 10 | 26 | 18 |
| 28/03/2011 | 10 | 27 | 17 |
| 29/03/2011 | 10 | 27.3 | 17.8 |
| 30/03/2011 | 10 | 27.6 | 18 |
| 31/03/2011 | 10 | 28.5 | 17.5 |
| 01/04/2011 | 10 | 28 | 20 |
| 02/04/2011 | 10 | 25.5 | 18.5 |
| 03/04/2011 | 10 | 26.8 | 18.1 |
| 04/04/2011 | 10 | 26.3 | 17 |
| 05/04/2011 | 10 | 27.2 | 18.8 |
| 06/04/2011 | 10 | 27.7 | 18.3 |
| 07/04/2011 | 10 | 29.2 | 19.2 |
| 08/04/2011 | 10 | 27.2 | 17.6 |
| 09/04/2011 | 10 | 28.5 | 18.8 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 10/04/2011 | 10 | 27.2 | 17.6 |
| 11/04/2011 | 10 | 25.8 | 18 |
| 12/04/2011 | 10 | 27.6 | 17 |
| 13/04/2011 | 10 | 28.2 | 16 |
| 14/04/2011 | 10 | 30.4 | 17 |
| 15/04/2011 | 10 | 26.8 | 18 |
| 16/04/2011 | 10 | 24.4 | 17.1 |
| 17/04/2011 | 10 | 26 | 16.3 |
| 18/04/2011 | 10 | 26.4 | 16.6 |
| 19/04/2011 | 10 | 25 | 16.5 |
| 20/04/2011 | 10 | 24.7 | 16.1 |
| 21/04/2011 | 10 | 26.1 | 16.7 |
| 22/04/2011 | 10 | 27.8 | 17.8 |
| 23/04/2011 | 10 | 28 | 16.9 |
| 24/04/2011 | 10 | 25.2 | 16.6 |
| 25/04/2011 | 10 | 24.2 | 16 |
| 26/04/2011 | 10 | 25.4 | 16.1 |
| 27/04/2011 | 10 | 24.7 | 16.2 |
| 28/04/2011 | 10 | 25.7 | 16 |
| 29/04/2011 | 10 | 25 | 15.7 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 30/04/2011 | 10 | 25.3 | 15.1 |
| 31/04/2011 | 10 | 25.3 | 15.1 |
| 01/05/2011 | 10 | 25.3 | 15.1 |
| 02/05/2011 | 10 | 24.5 | 15.2 |
| 03/05/2011 | 10 | 24.6 | 15.3 |
| 04/05/2011 | 10 | 21.3 | 14.9 |
| 05/05/2011 | 10 | 22 | 14.1 |
| 06/05/2011 | 10 | 23.8 | 16.6 |
| 07/05/2011 | 10 | 24.6 | 13.9 |
| 08/05/2011 | 10 | 25.1 | 14.3 |
| 09/05/2011 | 10 | 22.3 | 15.5 |
| 10/05/2011 | 10 | 26.1 | 16.1 |
| 11/05/2011 | 10 | 20.6 | 16.3 |
| 12/05/2011 | 10 | 23.1 | 16.3 |
| 13/05/2011 | 10 | 23.1 | 17.6 |
| 14/05/2011 | 10 | 23.4 | 15.2 |
| 15/05/2011 | 10 | 23 | 18 |
| 16/05/2011 | 10 | 18.3 | 16.6 |
| 17/05/2011 | 10 | 20.3 | 16.2 |
| 18/05/2011 | 10 | 22.8 | 15.9 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 19/05/2011 | 10 | 20.7 | 13.4 |
| 20/05/2011 | 10 | 21.4 | 13.9 |
| 21/05/2011 | 10 | 20.6 | 16.3 |
| 22/05/2011 | 10 | 18.8 | 15.3 |
| 23/05/2011 | 10 | 22.3 | 16.4 |
| 24/05/2011 | 10 | 23 | 17 |
| 25/05/2011 | 10 | 23.1 | 17 |
| 26/05/2011 | 10 | 19.6 | 17 |
| 27/05/2011 | 10 | 19.2 | 16.2 |
| 28/05/2011 | 10 | 21.4 | 14.6 |
| 29/05/2011 | 10 | 19.4 | 12.3 |
| 30/05/2011 | 10 | 21.5 | 16.1 |
| 31/05/2011 | 10 | 21.7 | 14 |
| 01/06/2011 | 10 | 21.6 | 13.9 |
| 02/06/2011 | 10 | 24.4 | 12.8 |
| 03/06/2011 | 10 | 24.5 | 16.2 |
| 04/06/2011 | 10 | 23.1 | 16 |
| 05/06/2011 | 10 | 22.1 | 17.4 |
| 06/06/2011 | 10 | 23.1 | 13.9 |
| 07/06/2011 | 10 | 20.6 | 16.7 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 08/06/2011 | 10 | 22.4 | 16.9 |
| 09/06/2011 | 10 | 19.3 | 16.8 |
| 10/06/2011 | 10 | 19.4 | 16.6 |
| 11/06/2011 | 10 | 20.2 | 16.8 |
| 12/06/2011 | 10 | 21.3 | 16.5 |
| 13/06/2011 | 10 | 20.3 | 16.4 |
| 14/06/2011 | 10 | 20.4 | 13 |

Anexo N°2. Temperaturas registradas para la segunda época de siembra.

| Fecha | Temperatura | | |
|------------|-------------|--------|--------|
| | Base | Máxima | Mínima |
| 21/07/2011 | 10 | 18.5 | 14 |
| 22/07/2011 | 10 | 17.2 | 14.7 |
| 23/07/2011 | 10 | 17.8 | 14.6 |
| 24/07/2011 | 10 | 16.5 | 14.5 |
| 25/07/2011 | 10 | 18.2 | 14 |
| 26/07/2011 | 10 | 17.2 | 14.1 |
| 27/07/2011 | 10 | 20.8 | 12 |
| 28/07/2011 | 10 | 22.1 | 14.7 |
| 29/07/2011 | 10 | 21.1 | 14.8 |
| 30/07/2011 | 10 | 21.6 | 14.8 |
| 31/07/2011 | 10 | 20.1 | 14.6 |
| 01/08/2011 | 10 | 17.6 | 14.7 |
| 02/08/2011 | 10 | 16.2 | 13.8 |
| 03/08/2011 | 10 | 15.6 | 13.2 |
| 04/08/2011 | 10 | 19.7 | 14.3 |
| 05/08/2011 | 10 | 17 | 13.6 |
| 06/08/2011 | 10 | 16.2 | 13.6 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 07/08/2011 | 10 | 18.4 | 11.2 |
| 08/08/2011 | 10 | 20.7 | 13.7 |
| 09/08/2011 | 10 | 20 | 13.7 |
| 10/08/2011 | 10 | 16.7 | 13.6 |
| 11/08/2011 | 10 | 17.6 | 14.5 |
| 12/08/2011 | 10 | 17.1 | 14.2 |
| 13/08/2011 | 10 | 17.8 | 12 |
| 14/08/2011 | 10 | 20.4 | 12.3 |
| 15/08/2011 | 10 | 19.5 | 14.4 |
| 16/08/2011 | 10 | 17.3 | 14.5 |
| 17/08/2011 | 10 | 16.6 | 13.8 |
| 18/08/2011 | 10 | 15.6 | 13.4 |
| 19/08/2011 | 10 | 16.3 | 14 |
| 20/08/2011 | 10 | 19.1 | 13.5 |
| 21/08/2011 | 10 | 15.4 | 14.2 |
| 22/08/2011 | 10 | 17 | 13.6 |
| 23/08/2011 | 10 | 16.6 | 13.1 |
| 24/08/2011 | 10 | 15.3 | 13.9 |
| 25/08/2011 | 10 | 22.1 | 13 |
| 26/08/2011 | 10 | 17.2 | 13.8 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 27/08/2011 | 10 | 16.9 | 13.5 |
| 28/08/2011 | 10 | 15.4 | 13.2 |
| 29/08/2011 | 10 | 15.6 | 13.6 |
| 30/08/2011 | 10 | 20.1 | 13.2 |
| 31/08/2011 | 10 | 16.4 | 13.7 |
| 01/09/2011 | 10 | 15.6 | 11.1 |
| 02/09/2011 | 10 | 17.3 | 13.8 |
| 03/09/2011 | 10 | 19 | 13.2 |
| 04/09/2011 | 10 | 19.7 | 13.6 |
| 05/09/2011 | 10 | 20.6 | 13.3 |
| 06/09/2011 | 10 | 19.6 | 13.8 |
| 07/09/2011 | 10 | 17.5 | 13 |
| 08/09/2011 | 10 | 15.1 | 12.6 |
| 09/09/2011 | 10 | 18.8 | 13 |
| 10/09/2011 | 10 | 22.2 | 12 |
| 11/09/2011 | 10 | 21.5 | 12 |
| 12/09/2011 | 10 | 20.1 | 13.7 |
| 13/09/2011 | 10 | 20.2 | 13.4 |
| 14/09/2011 | 10 | 22.1 | 10.9 |
| 15/09/2011 | 10 | 16.6 | 13.7 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 16/09/2011 | 10 | 17.3 | 14 |
| 17/09/2011 | 10 | 17 | 13.1 |
| 18/09/2011 | 10 | 21.7 | 12 |
| 19/09/2011 | 10 | 19.9 | 12.1 |
| 20/09/2011 | 10 | 20.2 | 13.5 |
| 21/09/2011 | 10 | 20.3 | 13.1 |
| 22/09/2011 | 10 | 19.4 | 13.4 |
| 23/09/2011 | 10 | 20.6 | 13.2 |
| 24/09/2011 | 10 | 21.5 | 14 |
| 25/09/2011 | 10 | 21.3 | 13.8 |
| 26/09/2011 | 10 | 20.8 | 14 |
| 27/09/2011 | 10 | 21.2 | 12.6 |
| 28/09/2011 | 10 | 21.7 | 12 |
| 29/09/2011 | 10 | 19.7 | 13 |
| 30/09/2011 | 10 | 19.9 | 13.6 |
| 01/10/2011 | 10 | 22.2 | 12.1 |
| 02/10/2011 | 10 | 22.6 | 13 |
| 03/10/2011 | 10 | 22.6 | 13.1 |
| 04/10/2011 | 10 | 20.5 | 14.4 |
| 05/10/2011 | 10 | 20.2 | 14.2 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 06/10/2011 | 10 | 20.7 | 14.6 |
| 07/10/2011 | 10 | 19.6 | 14.1 |
| 08/10/2011 | 10 | 20.5 | 14.1 |
| 09/10/2011 | 10 | 22 | 14.1 |
| 10/10/2011 | 10 | 20 | 14.2 |
| 11/10/2011 | 10 | 18.9 | 14.1 |
| 12/10/2011 | 10 | 17.1 | 14.2 |
| 13/10/2011 | 10 | 20 | 13.6 |
| 14/10/2011 | 10 | 22.2 | 14.2 |
| 15/10/2011 | 10 | 19.3 | 14 |
| 16/10/2011 | 10 | 21.6 | 12.9 |
| 17/10/2011 | 10 | 21 | 14.1 |
| 18/10/2011 | 10 | 20.3 | 13.9 |
| 19/10/2011 | 10 | 19.7 | 12.1 |
| 20/10/2011 | 10 | 21.9 | 13.7 |
| 21/10/2011 | 10 | 22.6 | 11 |
| 22/10/2011 | 10 | 21.8 | 12.2 |
| 23/10/2011 | 10 | 23.2 | 11.7 |
| 24/10/2011 | 10 | 22.5 | 13.8 |
| 25/10/2011 | 10 | 19.4 | 14.5 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 26/10/2011 | 10 | 22 | 15 |
| 27/10/2011 | 10 | 21.8 | 14.5 |
| 28/10/2011 | 10 | 21.9 | 13.4 |
| 29/10/2011 | 10 | 23.4 | 15.6 |
| 30/10/2011 | 10 | 22.3 | 13.4 |
| 31/10/2011 | 10 | 22.6 | 13.3 |
| 01/11/2011 | 10 | 21.2 | 14.3 |
| 02/11/2011 | 10 | 22.1 | 15.4 |
| 03/11/2011 | 10 | 22.7 | 16.2 |
| 04/11/2011 | 10 | 22.6 | 15.4 |
| 05/11/2011 | 10 | 22.3 | 14 |
| 06/11/2011 | 10 | 22.9 | 14.5 |
| 07/11/2011 | 10 | 22 | 15.4 |
| 08/11/2011 | 10 | 23 | 14 |
| 09/11/2011 | 10 | 23 | 14.8 |
| 10/11/2011 | 10 | 23.2 | 15.3 |
| 11/11/2011 | 10 | 19.7 | 16 |
| 12/11/2011 | 10 | 23.6 | 16 |
| 13/11/2011 | 10 | 24 | 14.7 |
| 14/11/2011 | 10 | 23 | 14.4 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 15/11/2011 | 10 | 23.6 | 14.2 |
| 16/11/2011 | 10 | 23 | 15 |
| 17/11/2011 | 10 | 21.1 | 14.6 |
| 18/11/2011 | 10 | 23.8 | 17.3 |
| 19/11/2011 | 10 | 23.1 | 15.3 |
| 20/11/2011 | 10 | 22.8 | 14 |
| 21/11/2011 | 10 | 25.4 | 16.7 |
| 22/11/2011 | 10 | 22.6 | 16.4 |
| 23/11/2011 | 10 | 22.3 | 17.8 |
| 24/11/2011 | 10 | 24 | 16.6 |
| 25/11/2011 | 10 | 20.2 | 16.4 |
| 26/11/2011 | 10 | 23 | 15.6 |
| 27/11/2011 | 10 | 25.6 | 13 |
| 28/11/2011 | 10 | 24.9 | 13.9 |
| 29/11/2011 | 10 | 25 | 17.4 |
| 30/11/2011 | 10 | 24.7 | 15.1 |
| 01/12/2011 | 10 | 24.4 | 15.2 |
| 02/12/2011 | 10 | 24.6 | 15.3 |
| 03/12/2011 | 10 | 24.8 | 17.6 |
| 04/12/2011 | 10 | 24.2 | 16.4 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 05/12/2011 | 10 | 24.4 | 17.1 |
| 06/12/2011 | 10 | 23.5 | 17.1 |
| 07/12/2011 | 10 | 24.6 | 16.9 |

Anexo N°3. Temperaturas registradas para la tercera época de siembra

| Fecha | Temperatura | | |
|------------|-------------|--------|--------|
| | Base | Máxima | Mínima |
| 21/01/2012 | 10 | 29.9 | 17.8 |
| 22/01/2012 | 10 | 28.5 | 19 |
| 23/01/2012 | 10 | 29 | 17.5 |
| 24/01/2012 | 10 | 27.8 | 17 |
| 25/01/2012 | 10 | 26.8 | 19.6 |
| 26/01/2012 | 10 | 28.4 | 18.2 |
| 27/01/2012 | 10 | 27.9 | 17 |
| 28/01/2012 | 10 | 27.3 | 18.6 |
| 29/01/2012 | 10 | 27 | 18.8 |
| 30/01/2012 | 10 | 28.9 | 18.3 |
| 31/01/2012 | 10 | 28.5 | 18.8 |
| 01/02/2012 | 10 | 29.2 | 18.9 |
| 02/02/2012 | 10 | 29 | 20.3 |
| 03/02/2012 | 10 | 28.8 | 18.9 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 04/02/2012 | 10 | 29.5 | 18.9 |
| 05/02/2012 | 10 | 29 | 20 |
| 06/02/2012 | 10 | 27.7 | 20 |
| 07/02/2012 | 10 | 28.2 | 20.2 |
| 08/02/2012 | 10 | 29.2 | 20.8 |
| 09/02/2012 | 10 | 28.7 | 20.7 |
| 10/02/2012 | 10 | 28.8 | 21.1 |
| 11/02/2012 | 10 | 27.9 | 19.8 |
| 12/02/2012 | 10 | 30.3 | 20.5 |
| 13/02/2012 | 10 | 29.4 | 19.2 |
| 14/02/2012 | 10 | 31.3 | 19.3 |
| 15/02/2012 | 10 | 31.9 | 20.7 |
| 16/02/2012 | 10 | 28.7 | 20.5 |
| 17/02/2012 | 10 | 29 | 20.9 |
| 18/02/2012 | 10 | 28.3 | 19 |
| 19/02/2012 | 10 | 29 | 20.7 |
| 20/02/2012 | 10 | 30 | 21.6 |
| 21/02/2012 | 10 | 29.6 | 18.5 |
| 22/02/2012 | 10 | 28.2 | 19 |
| 23/02/2012 | 10 | 29.8 | 18.5 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 24/02/2012 | 10 | 30 | 18.8 |
| 25/02/2012 | 10 | 29.3 | 20.1 |
| 26/02/2012 | 10 | 28.7 | 17.6 |
| 27/02/2012 | 10 | 29 | 18 |
| 28/02/2012 | 10 | 27.7 | 19.8 |
| 29/02/2012 | 10 | 30.1 | 19.2 |
| 01/03/2012 | 10 | 29.7 | 18.6 |
| 02/03/2012 | 10 | 29.4 | 19.3 |
| 03/03/2012 | 10 | 28 | 18.3 |
| 04/03/2012 | 10 | 28.2 | 20 |
| 05/03/2012 | 10 | 28.3 | 19.6 |
| 06/03/2012 | 10 | 28.4 | 19.8 |
| 07/03/2012 | 10 | 30.4 | 20.2 |
| 08/03/2012 | 10 | 29.2 | 20.3 |
| 09/03/2012 | 10 | 28.6 | 19.4 |
| 10/03/2012 | 10 | 30.6 | 22.6 |
| 11/03/2012 | 10 | 30.4 | 21.3 |
| 12/03/2012 | 10 | 29.4 | 21.3 |
| 13/03/2012 | 10 | 28.4 | 20.1 |
| 14/03/2012 | 10 | 28.7 | 20.2 |

| | | | |
|------------|----|------|------|
| 15/03/2012 | 10 | 29.8 | 20.5 |
| 16/03/2012 | 10 | 26.9 | 19.7 |
| 17/03/2012 | 10 | 27.5 | 20.2 |
| 18/03/2012 | 10 | 27.4 | 20.7 |
| 19/03/2012 | 10 | 29.4 | 20 |
| 20/03/2012 | 10 | 29.3 | 20.3 |
| 21/03/2012 | 10 | 31.2 | 20.8 |
| 22/03/2012 | 10 | 29.7 | 19.2 |
| 23/03/2012 | 10 | 28.6 | 21.1 |
| 24/03/2012 | 10 | 29.2 | 20 |
| 25/03/2012 | 10 | 27.3 | 19.3 |
| 26/03/2012 | 10 | 28.4 | 18.8 |
| 27/03/2012 | 10 | 29.3 | 19.7 |
| 28/03/2012 | 10 | 28.3 | 20.4 |
| 29/03/2012 | 10 | 31.4 | 19 |
| 30/03/2012 | 10 | 29.7 | 19 |
| 31/03/2012 | 10 | 28.6 | 18.7 |
| 01/04/2012 | 10 | 29 | 19.4 |
| 02/04/2012 | 10 | 28.5 | 18.2 |
| 03/04/2012 | 10 | 29.3 | 18.5 |

Anexo N°4

Cuadro 4 de labores agronómicas realizadas en cada época de siembra

Primera época:

| | |
|-------------|---|
| 04 de marzo | Labranza mínima. Siembra pallar bebé y frijol castilla. Primer riego. |
| 12 de marzo | Segundo riego |
| 16 de marzo | Desmalezado |
| 17 de marzo | Tercer riego |
| 19 de marzo | Se señaló y distribuyó las muestras de ambos cultivos. Se colocó las bandas amarillas. |
| 21 de marzo | Evaluación de plagas. Se encontraron moscas minadoras y pulgones. Luego se aplicó con T2 (producto orgánico). |
| 23 de marzo | Desmalezado y aplicación de capsicina. |
| 24 de marzo | Cuarto riego |
| 30 de marzo | Desmalezado |
| 5 de abril | Quinto riego |
| 6 de abril | Incorporación de guano de islas |
| 7 de abril | Aplicación de aceite agrícola 20ml/7L |
| 8 de abril | Aporque |
| 9 de abril | Aplicación de Lannate 7 g/2.5L |

| | |
|-------------------------|---|
| 11 de abril | Aplicación de Alopez. |
| 16 de abril | Sexto riego |
| 17 de abril | Aplicación de ABONOFOL 20-20-20 5g/1L |
| 18 de abril | Segunda aplicación con Lannate 6g/2L, infestación por thrips. |
| 20 de abril | Aplicación de ABONOFOL 20-20-20 5g/1L |
| 24 de abril | Desmalezado |
| 25 de abril | Evaluación de plagas. Se encontró gusanos <i>Urbanus proteus</i> en el cultivo de pallar bebé, poca incidencia. |
| 27 de abril | Sétimo riego |
| 29 de abril | Se aplicó Saluthion 14ml/7L (Ingrediente activo: 22.8% Dimetoato + 27.2% Clorpirifos) |
| 02 de mayo | Aplicación de azufre al cultivo de frijol castilla y al pallar bebé. |
| 05 de mayo | Octavo riego |
| 10 de mayo | Desmalezado |
| 13 de mayo | Aumento la incidencia de oidiosis en el cultivo de frijol castilla. Aplicación de Pharmate 4g/4L. |
| 19 de mayo | Noveno riego |
| 09 de junio | Cosecha de pallar bebé |
| 13 de junio-18 de junio | Cosecha de pallar bebé |
| 20 de junio | Cosecha de frijol castilla |

Segunda época

| | |
|--------------|--|
| 6 de julio | Preparación de terreno |
| 19 de julio | Primer riego |
| 21 de julio | Siembra de frijol castilla y pallar bebé, |
| 23 de julio | Desmalezado |
| 26 de julio | Segundo riego, hubo problemas de filtración en la parte del asiento o desagüe, donde se sembraron los cultivos. |
| 1 de agosto | Desmalezado |
| 2 de agosto | Se señaló y distribuyó las muestras de ambos cultivos. Luego se realizó el tercer riego. |
| 5 de agosto | Prueba de toxicidad por Atrazina, utilizando plantas indicadoras, los girasoles y también sembré frijol castilla. |
| 7 de agosto | Desmalezado y aplicación de Iannate (6g/2L) |
| 9 de agosto | Cuarto riego |
| 15 de agosto | Desmalezado, incorporación de guano de islas. Evaluación de las semillas |
| 16 de agosto | Segunda prueba de toxicidad, se usó solo semillas de frijol castilla. Evaluación de los girasoles. Se realizó el quinto riego |

| | |
|-----------------|--|
| 21 de agosto | Desmalezado, aporque ligero en frijol castilla. Se hizo una evaluación de plagas y se encontró pulgones. |
| 22 de agosto | Se aplicó una mezcla de insecticida Deltaplus y fertilizante foliar Fertitec (DOSIS 20ml/20L). |
| 23 de agosto | Sexto riego |
| 01 de setiembre | Evaluación de las plántulas de frijol castilla. No hubo problemas por "residuo" de atrazina. |
| 9 de setiembre | Desmalezado y evaluación de plagas |
| 10 de setiembre | Sétimo riego |
| 18 de setiembre | Evaluación de plagas y desmalezado, Se realizó el octavo riego |
| 24 de setiembre | Desmalezado |
| 25 de setiembre | Noveno riego |
| 28 de setiembre | Aplicación de un insecticida Lannate (28g/10L) |
| 9 de octubre | Décimo riego |
| 13 de octubre | Aplicación de Saluthion (15ml/10L) |
| 15 de octubre | Onceavo riego |
| 22 de octubre | Doceavo riego |
| 1 de noviembre | Treceavo riego |
| 20 de noviembre | Catorceavo riego |
| 10 de diciembre | Cosecha de pallar bebé |

| | |
|-----------------|----------------------------|
| 17 de diciembre | Cosecha de frijol castilla |
|-----------------|----------------------------|

Tercera época

| | |
|---------------|---|
| 6 de enero | Preparación de campo |
| 21 de enero | Siembra de frijol castilla y pallar bebé, se realizó el primer riego |
| 27 de enero | Evaluación de plagas |
| 28 de enero | Desmalezado, aplicación de abamectina 4g/600mL |
| 02 de febrero | Segundo riego |
| 04 de febrero | Desmalezado |
| 05 de febrero | Distribuir y señalar las muestras, en ambos cultivos |
| 09 de febrero | Evaluación de plagas, se realizó el tercer riego |
| 12 de febrero | Aplicación de Spider 8mL/500mL |
| 18 de febrero | Incorporación de guano de islas y aporque |
| 21 de febrero | Cuarto riego |
| 23 de febrero | Evaluación de plagas y aplicación de lannate 1g/500mL (al cultivo de frijol castilla) |
| 01 de marzo | Quinto riego |
| 03 de marzo | Aplicación de lannate 4g/2L (al cultivo de frijol castilla y pallar bebé) |
| 08 de marzo | Sexto riego |

| | |
|-------------|---|
| 10 de marzo | Aplicación de Lannate 8g/8L. |
| 12 de marzo | Aplicación de Topas, dosis: 4ml/8L. en el cultivo de frijol castilla. |
| 17 de marzo | Sétimo riego |
| 31 de marzo | Primera cosecha de frijol castilla |
| 14 de abril | Segunda cosecha de frijol castilla |
| 5 de mayo | Primera cosecha de pallar bebé |
| 13 de mayo | Segunda cosecha de pallar bebé |

Anexo N°5

PRUEBAS ADICIONALES

ANVA, Prueba de Duncan y Bartlett

El análisis de varianza, las pruebas de Duncan y Bartlett para saber si hay homogeneidad de varianzas, fueron analizados en tres partes; la primera parte consiste desde la germinación hasta que el 50% de la población presente la tercera hoja trifoliada, la segunda parte abarca desde que el 50% de la población presente la tercera hoja trifoliada hasta que la población tenga el 50% de flores abiertas y la tercera parte consiste desde el 50% de la población presente madurez fisiológica. Las variables analizadas fueron los días transcurridos y las unidades térmicas.

Para el cultivo de pallar bebé

Días transcurridos entre los intervalos fenológicos: Germinación hasta el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|---------|--------|--------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 10.916 | 3.638 | 1.85 | 0.23 | NS |
| TRA | 2 | 1315.5 | 657.75 | 333.51 | 0.0001 | *** |
| ERROR | 6 | 11.833 | 1.973 | | | |
| TOTAL | 11 | 1338.25 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 40.5 | 4 | 2C |
| B | 19.5 | 4 | 1C |
| B | 17.25 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 0.9023 | 0.6369 | NS |

El coeficiente de varianza fue 5.45%

Días transcurridos entre el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada hasta que la población se encuentre con el 50% de las flores abiertas

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|---------|---------|-------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 7.583 | 2.527 | 0.63 | 0.6232 | NS |
| TRA | 2 | 561.166 | 280.583 | 69.66 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 24.166 | 4.027 | | | |
| TOTAL | 11 | 592.916 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 30.25 | 4 | 2C |
| B | 16 | 4 | 1C |
| B | 15.5 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 1.927 | 0.3816 | NS |

El coeficiente de varianza fue 9.75%

Días transcurridos entre el 50 % de la población que se encontró con el 50% de las flores abiertas hasta el 50% de la población que presenta madurez fisiológica

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|--------|-------|-------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 0.071 | 0.023 | 0.57 | 0.6552 | NS |
| TRA | 2 | 11.39 | 5.695 | 136.5 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 0.25 | 0.041 | | | |
| TOTAL | 11 | 11.711 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 7.933 | 4 | 2C |
| B | 7.017 | 4 | 1C |
| C | 5.566 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 8.4388 | 0.0147 | * |

El coeficiente de varianza fue 2.98 %

Unidades de calor acumulados entre los intervalos fenológicos: Germinación – 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|----------|---------|------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 941.621 | 313.873 | 1.75 | 0.2556 | NS |
| TRA | 2 | 3200.361 | 1600.18 | 8.94 | 0.015 | ** |
| ERROR | 6 | 1074.128 | 179.021 | | | |
| TOTAL | 11 | 5216.111 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|---------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 281.675 | 4 | 1C |
| B | 248.475 | 4 | 3C |
| B | 245.75 | 4 | 2C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 2.5432 | 0.2804 | NS |

El coeficiente de varianza fue 5.17%.

Unidades de calor entre el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada hasta que la población se encuentre con el 50% de las flores abiertas

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|-----------|---------|------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 1423.49 | 474.496 | 0.71 | 0.5781 | NS |
| TRA | 2 | 5187.301 | 2593.65 | 3.91 | 0.08 | NS |
| ERROR | 6 | 3983.003 | 663.833 | | | |
| TOTAL | 11 | 10593.795 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 256.39 | 4 | 3C |
| B | 240.38 | 4 | 1C |
| B | 206.6 | 4 | 2C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 3.6636 | 0.1601 | NS |

El coeficiente de varianza fue 10.98 %.

Unidades de calor acumulados entre el 50 % de la población que se encontró con el 50% de las flores abiertas hasta el 50% de la población que presenta madurez fisiológica

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|-------|-------|------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 0.615 | 0.205 | 0.55 | 0.6679 | NS |
| TRA | 2 | 5.712 | 2.856 | 7.62 | 0.02 | * |
| ERROR | 6 | 2.249 | 0.374 | | | |
| TOTAL | 11 | 8.576 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 23.445 | 4 | 2C |
| A | 23.042 | 4 | 1C |
| B | 21.822 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 8.412 | 0.0149 | * |

Coefficiente de varianza fue de 2.68%

Para el cultivo de frijol castilla

Días transcurridos entre los intervalos fenológicos: Germinación hasta el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|----------|----------|--------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 3.333 | 1.111 | 0.66 | 0.6082 | NS |
| TRA | 2 | 2251.166 | 1125.583 | 664.28 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 10.1666 | 1.694 | | | |
| TOTAL | 11 | 2264.666 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 50.75 | 4 | 2C |
| B | 25 | 4 | 1C |
| C | 19.25 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 8.412 | 0.0149 | * |

Coeficiente de varianza fue de 4.11%

Días transcurridos entre el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada hasta que la población se encuentre con el 50% de las flores abiertas

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|----------|----------|--------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 38.25 | 12.75 | 2.28 | 0.1791 | NS |
| TRA | 2 | 4265.166 | 3132.583 | 381.96 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 33.5 | 5.583 | | | |
| TOTAL | 11 | 4336.916 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 62 | 4 | 2C |
| B | 25.5 | 4 | 1C |
| C | 19.25 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 3.0921 | 0.2131 | NS |

Coefficiente de varianza: 6.64%

Días transcurridos entre el 50 % de la población que se encontró con el 50% de las flores abiertas hasta el 50% de la población que presenta madurez fisiológica

Coefficiente de varianza: 7.19%

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|---------|----------|-------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 14 | 4.666 | 0.92 | 0.4867 | NS |
| TRA | 2 | 756.166 | 378.0833 | 74.38 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 30.5 | 5.083 | | | |
| TOTAL | 11 | 800.666 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 41.75 | 4 | 1C |
| B | 29.75 | 4 | 3C |
| C | 22.5 | 4 | 2C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 0.3284 | 0.8486 | NS |

Unidades de calor acumulados entre los intervalos fenológicos: Germinación – 50
% de la población con la tercera hoja trifoliada

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|-------|-------|------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 0.615 | 0.205 | 0.55 | 0.6679 | NS |
| TRA | 2 | 5.712 | 2.856 | 7.62 | 0.02 | * |
| ERROR | 6 | 2.249 | 0.374 | | | |
| TOTAL | 11 | 8.576 | | | | |

- 43774

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 23.441 | 4 | 2C |
| A | 23.042 | 4 | 1C |
| B | 21.822 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 8.412 | 0.0149 | * |

Coefficiente de varianza: 2.68%

Unidades de calor entre el 50 % de la población con la tercera hoja trifoliada hasta que la población se encuentre con el 50% de las flores abiertas

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|-----------|-----------|--------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 4154.477 | 1384.825 | 3.83 | 0.07 | NS |
| TRA | 2 | 73327.073 | 36663.536 | 101.41 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 2169.206 | 361.534 | | | |
| TOTAL | 11 | 79650.757 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 469.55 | 4 | 2C |
| B | 322.84 | 4 | 1C |
| C | 289.64 | 4 | 3C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 1.98 | 0.371 | NS |

Coefficiente de varianza: 5.27%

Unidades de calor acumulados entre el 50 % de la población que se encontró con el 50% de las flores abiertas hasta el 50% de la población que presenta madurez fisiológica

| ANVA DBCA AL 0.05 | | | | | | |
|-------------------|----|------------|-----------|--------|--------|------|
| FV | GL | SC | CM | FCAL | PVALOR | SIGN |
| BLO | 3 | 1929.444 | 643.148 | 1.43 | 0.3235 | NS |
| TRA | 2 | 107988.035 | 53994.017 | 120.13 | 0.0001 | **** |
| ERROR | 6 | 2696.673 | 449.445 | | | |
| TOTAL | 11 | 112614.152 | | | | |

| PRUEBA DUNCAN AL 0.05 | | | |
|-----------------------|--------|---|-----|
| DUNCAN | MEDIAS | N | TRA |
| A | 445.4 | 4 | 3C |
| B | 404.63 | 4 | 1C |
| C | 226.9 | 4 | 2C |

| BARTLETT AL 0.05 | | | | |
|------------------|----|--------------|---------|------|
| FV | GL | CHI-CUADRADO | P-VALOR | SIGN |
| TRA | 2 | 2.344 | 0.3097 | NS |

Coef. De varianza: 5.90%